การคำนวณเงินสำรองสำหรับการประกันภัยรถยนต์ โดยใช้ตัวแบบคอปปูลา

นางสาวเมธิณี เลิศวิริยะไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

RESERVING CALCULATION FOR AUTOMOBILE INSURANCE USING COPULA MODELS

Miss Methinee Lertwiriyapaiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Insurance

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การคำนวณเงินสำรองสำหรับการประกันภัยรถยนต์ โดยใช้ตัวแบบคอปปูลา
โดย	นางสาวเมธิณี เลิศวิริยะไพบูลย์
สาขาวิชา	การประกันภัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สุวาณี สุรเสียงสังข์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……..คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวาณี สุรเสียงสังข์)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา วิจิตรธรรมรส)

เมธิณี เลิศวิริยะไพบูลย์ : การคำนวณเงินสำรองสำหรับการประกันภัยรถยนต์ โดยใช้ตัวแบบคอปปูลา. (RESERVING CALCULATION FOR AUTOMOBILE INSURANCE USING COPULA MODELS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.สุวาณี สุรเสียงสังข์, 140 หน้า.

วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนมีด้วยกันหลายวิธี วิธีบันไดลูกโซ่เป็นวิธีการหนึ่งแต่ยังเป็นวิธีการที่มีข้อบกพร่อง เนื่องจากการจัดรูปแบบข้อมูลไม่ได้ครอบคลุมถึงระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้า และปัจจัยร่วมที่มีผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอวิธีการประมาณค่าเงินสำรองสำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่ร อดแบบคอปปูลา พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากวิธีบันไดลูกโซ่ การศึกษานี้ใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถ ยนต์ประเภทที่ 1 ประกอบไปด้วยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก จากบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบกิจการอยู่ในประเทศไทย ระหว่างปี พ .ศ.2550 ถึง ปี พ .ศ.2552 จากการศึกษาพบว่า การประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ โดยตัวแบบกึ่งการอยู่ร อดแบบคอปปูลามีค่าลดลง เมื่อ ค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชันเคลย์ตัน คอปปูลา มีค่าสูงขึ้น ค่าประมาณเงินสำรอง เมื่อใช้ค่าประมาณ พารามิเตอร์ในฟังก์ชันเคลย์ตัน คอปปูลา จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าพบว่ามีค่าน้อยกว่า เมื่อใช้วิธีบันไดลูกโซ่

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การประกันภัย ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2554

5281881426 : MAJOR INSURANCE
KEYWORDS : CHAIN-LADDER METHOD / SEMI-SURVIVAL COPULA MODEL / SURVIVAL FUNCTON / CLAYTON COPULA

METHINEE LERTWIRIYAPAIBOON : RESERVING CALCULATION FOR AUTOMOBILE INSURANCE USING COPULA MODELS. ADVISOR : ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK, PhD., 140 pp.

There are many standard methods to calculate the reserve estimation. Chain-Ladder method is one of the standard methods but it does has some drawbacks as the data compilation of this method does not cover both delay time and covariate factors which have an impact on reserve estimation.

This thesis shows method of reserve estimation for automobile insurance claim payment by Semi-survival copula model and compares its result with Chain-Ladder method. Data used are claim records during 2007 to 2009 of comprehensive automobile insurance policy which comprise of sedan, passenger car and truck from one of a non-life insurance company in Thailand. The result of this study has shown that reserve estimation of automobile insurance policy by Semi-survival copula model decreases when the level of parameter in Clayton copula function increases. The estimation of reserve using estimated parameter in Clayton copula function from Kendall's tau coefficient which is a relationship of delay time, is less than estimation reserve using Chain-Ladder method.

Department : Statistics Student's Signature .....
Field of Study : Insurance Advisor's Signature .....
Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร .สุวาณี สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาช่วยเหลือแนะนำให้ข้อคิดเห็น ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล รองศาสตราจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .ปรีชา วิจิตรธรรมรส ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีคุณค่า และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระพล เมฆอธิคม รวมถึงคุณครู -อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ที่เป็นประโยชน์ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่การศึกษาขั้นต้นจนถึงปัจจุบัน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกๆ ท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้การทำวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว รวมทั้งสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่สนับสนุนและให้กำลังใจในการศึกษาของผู้วิจัยด้วยดีมาตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่ 1..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของกาวิจัย..... 2

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 3

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัยโดยย่อ..... 5

บทที่ 2 ตัวแบบและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 ตัวแบบและทฤษฎี..... 7

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเงินสำรอง..... 7

2.1.2 วิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยวิธีบันไดลูกโซ่..... 11

2.1.3 คอปปูลา..... 13

2.1.4 การวิเคราะห์การอยู่รอด..... 15

2.1.5 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 26

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29

2.2.1 งานวิจัยในประเทศ..... 29

2.2.2 งานวิจัยในต่างประเทศ..... 30

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 32

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา..... 32

3.1.1 ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์..... 32

3.1.2 ข้อมูลการรับประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์..... 33

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 35
3.2.1 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า..... 35
3.2.2 การประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด..... 39
3.2.3 การประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม..... 40
บทที่ 4 ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง..... 42
4.1 วิธีบันไดลูกโซ่..... 43
4.2 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 45
4.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า..... 45
4.2.2 ฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T 50
4.2.3 ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม..... 57
4.2.4 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 60
4.2.5 การประมาณค่าเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน..... 64
4.3 การเปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง..... 68
บทที่ 5 ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก..... 69
5.1 วิธีบันไดลูกโซ่..... 69
5.2 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 72
5.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า..... 72
5.2.2 ฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T 77
5.2.3 ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม..... 83
5.2.4 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 86
5.2.5 การประมาณค่าเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน..... 90
5.3 การเปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก..... 93
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ..... 95

6.1 สรุปผลการวิจัย…… 95
6.1.1 กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง…… 95
6.1.2 กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก…….. 96
6.2 อภิปรายผลการวิจัย…..……... 97
6.3 ข้อเสนอแนะ…… 98
รายการอ้างอิง…… 100
ภาคผนวก……..... 103
ภาคผนวก ก…… 104
ภาคผนวก ข…… 118
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์…… 140

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	อัตราค่าเผื่อความผันผวนของกรมธรรม์ประกันภัยประเภทต่าง ๆ……	11
2.2	ค่าสินไหมทดแทนสะสมที่จ่ายแล้วจำแนกตามปีที่เกิดภัย (ปีเริ่ม)……	12
2.3	ค่าสินไหมทดแทนสะสมที่จ่ายแล้ว และประมาณค่าเงินสำรอง กรณี n=4……..	13
3.1	ตัวอย่างข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์แต่ละกรมธรรม์ที่ใช้ในการศึกษา……..	33
3.2	ตัวอย่างข้อมูลการรับประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์ที่ใช้ในการศึกษา….	35
4.1	ตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสมของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง……...	43
4.2	การประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และเงินสำรองที่ได้จากการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยวิธีบันไดลูกโซ่…….	44
4.3	ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง…….	46
4.4	ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง…….....	47
4.5	ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR ……	48
4.6	ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR……	49
4.7	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้	52
4.8	ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ และค่าพารามิเตอร์ θ ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งในปี พ.ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552……..	58

ตารางที่ หน้า

4.9 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3$..... 66

4.10 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 5$..... 66

4.11 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 10$..... 67

4.12 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในปีต่างๆ..... 67

4.13 เปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 68

5.1 ตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสมของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก..... 70

5.2 การประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และเงินสำรองที่ได้จากการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยวิธีบันไดลูกโซ่..... 71

5.3 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และ ค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก..... 73

5.4 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และ ค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกัน ภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก..... 74

ตารางที่ หน้า

5.5 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR..... 75

5.6 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR..... 76

5.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ .ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้..... 78

5.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ และค่าพารามิเตอร์ θ ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์ โดยสารและรถยนต์บรรทุก ในปี พ .ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552.....84

5.9 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3$..... 91

5.10 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 5$..... 92

5.11 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 10$..... 92

5.12 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในปีต่างๆ..... 92

5.13 เปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยวิธีบันไดลูกโซ่กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา..... 94

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของ T_{ij}, b, W_{ij}	27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากธุรกิจประกันภัยเป็นธุรกิจที่ให้ความคุ้มครองสำหรับภัยหรือเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น ดังนั้นค่าใช้จ่ายของการรับประกันภัยและการดำเนินงานจึงยังไม่สามารถทราบได้ในทันที การประมาณค่าเงินสำรองเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทนถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญของบริษัทประกันภั ย ค่าประมาณดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อสถานการณ์ทางการเงินของบริษัท นอกจากนี้เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนยังช่วยสะท้อนว่าการกำหนดราคาหรือเบี้ยประกันภัยมีความเหมาะสมเพียงใด เพื่อให้ผลประกอบการเป็นไปตามแผนที่วางไว้ วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณเงินสำรองมีหลายวิธี เช่น วิธี บันไดลูกโซ่ (Chain-Ladder Method) วิธีบอร์นฮูตเตอร์ เฟอร์กูซัน (Bornhuetter-Ferguson Method) เป็นต้น โดยปกติการจัดรูปแบบข้อมูลเพื่ออำนวยต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน จะต้องให้เห็นถึงพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทน (Loss Development) อย่างชัดเจน วิธีการจัดรูปแบบข้อมูลซึ่งเป็นที่นิยมวิธีหนึ่ง คือการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปตารางการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนรูปสามเหลี่ยม (Loss Development Triangle) ซึ่งการจัดรูปแบบข้อมูลดังกล่าวไม่ได้ครอบคลุมถึงปัญหาของการไม่เป็นอิสระซึ่งกันและกันของเหตุการณ์ในแต่ละครั้ง และเมื่อเวลาผ่านไปพัฒนาการของความเสียหายจะเริ่มปรากฏชัดเจนมากขึ้นและความเสียหายที่เกิดขึ้นแต่ยังไม่ได้รายงานก็จะมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากสาเหตุหนึ่งของการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนเกิดจากความล่าช้าของเวลานับตั้งแต่วันที่เกิดความเสียหายขึ้น (สำนักง านคณะกรรมการกำกับและส่งเสริม การประกอบธุรกิจประกันภัย (คปภ.) และ สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย , 2551) รวมถึงการใช้วิธีการทั้งสองนั้นไม่ได้นำข้อมูลของแต่ละการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งบางครั้งหรือบางเหตุการณ์ข้อมูลนั้นอาจมี ประโยชน์ต่อการทำนายในสิ่งที่ต้องการ อีกทั้งข้อสมมติฐานเกี่ยวกับความถี่ ความรุนแรง และความล่าช้าของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนอาจจะได้รับผลกระทบจากฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ชนิดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน และการเปลี่ยนแปลงส่วนประสมของขนาดการเรียก ร้องค่าสินไหมทดแทน จากข้อจำกัดที่กล่าวมานี้เป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับค่าเงินสำรอง ดังนั้นการใช้วิธีการดังกล่าวทั้งสองอาจจะทำให้เกิดปัญหาได้ ซึ่งการละเลยปัญหาดังกล่าวจะมีผลทำให้การประมาณค่าเงินสำรองสำหรับจ่ายค่าสินไหมทดแทนมีความไม่แม่นยำ และนำไปใช้อย่างไม่ถูกต้อง

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วในปี ค .ศ. 2009 Zhao และ Zhou ได้เสนอ วิธีการที่ช่วยแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้โดยใช้ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา (Semi-survival copula model) ซึ่งเป็นตัวแบบที่มีความยืดหยุ่นมากในการประมาณค่าเงินสำรอง และได้มีการนำข้อมูลของการเรียกร้อง ค่าสินไหมทดแทนของแต่ละรายบุคคลมาใช้ร่วมกับตัวแบบ จากกระบวนการที่กล่าวมานั้นจึงสามารถสร้าง ค่าประมาณที่มีประสิทธิภาพ และได้ปรับปรุงมาใช้ในการประมาณค่าเงินสำรอง สำหรับการจ่ายค่าเรียกร้องสินไหมทดแทนให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Zhao และ Zhou, 2009)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประมาณค่าเงินสำรอง เพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

2. เพื่อเปรียบเทียบ ค่าประมาณเงินสำรอง สำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ระหว่างวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาการคำนวณเงินสำรองเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทน โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลานี้จะศึกษาข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ กรมธรรม์ประเภทที่ 1 ประกอบไปด้วยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยใช้ข้อมูลของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบกิจการอยู่ในประเทศไทย ระหว่างปี พ .ศ.2550 ถึงปี พ.ศ.2552

2. การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้เคลย์ตัน คอปปูลา (Clayton copula)

3. ระดับค่าพารามิเตอร์ในเคลย์ตัน คอปปูลา ที่เกี่ยวข้อง (θ) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 3,5,10 เพื่อให้ครอบคลุม และค่า θ ที่มีการประมาณค่ามาจากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T

4. ระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดมีค่า 0.10

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ข้อมูลที่นำมาศึกษานั้นเป็นข้อมูลรายกรมธรรม์ซึ่งแต่ละกรมธรรม์จะต้องมีการรับประกันภัยครบรอบ 3 ปีกรมธรรม์ (Year) คือ ผู้เอาประกันภัยที่ทำประกันภัยกับบริษัทประกันภัยจะต้องเป็นลูกค้าต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 3 ปีกรมธรรม์ หรือ 12 ไตรมาส

2. ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษ าครั้งนี้ คือ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย ยี่ห้อรถยนต์ ลักษณะการใช้รถยนต์ ตามกลุ่มลูกค้า อายุรถยนต์ ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ สาขา ของบริษัทประกันภัย และจำนวนเงินเอาประกันภัย

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. วันเริ่มต้นความคุ้มครอง (Inception Date) หมายถึง วันที่กรมธรรม์ประกันภัยเริ่มมีผลบังคับให้ความคุ้มครองแก่ผู้เอาประกันภัย

2. วันเกิดอุบัติเหตุ (Accident Date) หมายถึง วันที่เกิดความเสียหายแก่ผู้เอาประกันภัยตามสัญญาการประกันภัย

3. วันที่มีการรายงานค วามเสียหาย (Report Date) หมายถึง วันที่ความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ถูกรายงานไปยังบริษัทประกันภัย

4. ปีอุบัติเหตุ (Accident year) หมายถึง ปีที่เกิดความเสียหายขึ้น

5. รหัสรถยนต์ หมายถึง รหัสรถยนต์ที่บริษัทต้องระบุไว้ในหน้าตารางกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ เป็นตัวเลขมีความหมาย ดังนี้ ตัวเลขที่หนึ่ง แสดงถึงประเภทรถยนต์ ตัวเลขที่สองและสามแสดงถึงลักษณะการใช้รถยนต์ รหัสรถยนต์ที่ปรากฏในงานวิจัยนี้มีความหมาย ดังนี้

ตัวเลขที่หนึ่ง ได้แก่ 1 ประเภทรถยนต์นั่ง

2 ประเภทรถยนต์โดยสาร

3 ประเภทรถยนต์บรรทุก

ตัวเลขที่สองและสาม ได้แก่ 10 ชนิดรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

20 ชนิดรถยนต์ใช้เพื่อการพาณิชย์

ยกตัวอย่างเช่น รหัสรถยนต์ 220 หมายถึง ประเภทรถยนต์โดยสารใช้เพื่อการพาณิชย์

6. กรมธรรม์ประเภท 1 (Comprehensive) คือกรมธรรม์ประกันภัยที่มีความคุ้มครองครบทั้ง 4 ความคุ้มครอง ดังนี้

6.1 ความคุ้มครองความรับผิดต่อชีวิต ร่างกาย หรืออนามัยของบุคคลภายนอก (Third Party Bodily Injury: TPBI)

6.2 ความคุ้มครองความรับผิดต่อทรัพย์สินของบุคคลภายนอก (Third Party Property Damage: TPPD)

6.3 ความคุ้มครองความรับผิดต่อความเสียหายของตัวรถยนต์ (Own Damage: OD)

6.4 ความคุ้มครองความรับผิดต่อความสูญหายและไฟไหม้ของตัวรถยนต์ (Fire and Theft: F&T)

7. W (Delay Time หรือ Reporting Delay) เป็นตัวแปรสุ่ม หมายถึง ระยะเวลาที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

8. T เป็นตัวแปรสุ่ม หมายถึง ระยะเวลา ตั้งแต่วัน เริ่มต้นความคุ้มครอง จนถึง วันเกิดอุบัติเหตุ

9. b เป็นตัวแปรสุ่ม หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่วันเริ่มต้นความคุ้มครอง จนถึงระยะเวลาที่ศึกษา (Cutoff date) ในที่นี้ระยะเวลาที่ศึกษาเป็นรายปี

10. b-T เป็นตัวแปรสุ่ม หมายถึง ระยะเวล าตั้งแต่วัน เกิดอุบัติเหตุ จนถึงระยะเวลาที่ศึกษา

11. รูปตารางการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนรูปสามเหลี่ยม คือการจัดรูปแบบข้อมูลให้เห็นถึงพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทน โดยแต่ละแถวของตารางข้อมูลจะแสดงถึงปีที่เกิดอุบัติเหตุ และข้อมูลที่แสดงในแต่ละแถวคือ ความเสียหายของปีอุบัติเหตุนั้นๆ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยใช้ตัวแบบ กึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา เป็นวิธีการอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นทางเลือกในการ คำนวณหาค่าประมาณ เงินสำรองเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทนซึ่งแตกต่างจา กวิธีอื่น โดยมีการนำปัจจัยร่วมที่มีผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน และระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าเข้ามาร่วมพิจารณาในตัวแบบอีกด้วย บริษัทประกันภัยอาจเลือกใช้วิธีการดังกล่าวนี้ เมื่อระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้า W และ T มีความสัมพันธ์กันม าก และเมื่อมีปัจจัยภายนอกอื่นที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัยโดยย่อ

1. ศึกษาวิธีการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่

2. ศึกษาวิธีการประมาณค่าเงินสำรอง ค่าสินไหมทดแทน โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

3. รวบรวมข้อมูลการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนรายกรมธรรม์ของการประกันภัยรถยนต์กรมธรรม์ประเภทที่ 1 ประกอบไปด้วยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยใช้ข้อมูลของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบกิจการอยู่ ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ.2550 ถึงปี พ.ศ.2552

4. จัดกลุ่มข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายในอดีต ให้อยู่ในรูปตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนรูปสามเหลี่ยม และทำการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

5. ทำการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่มีขั้นตอนดังนี้

5.1 วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการ อยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้าของชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

5.2 วิเคราะห์หาปัจจัยที่สามารถใช้ร่วมกับ ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ (Cox Proportional Hazard Model หรือ Cox PH Model) ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

5.3 คำนวณค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T ในกรณีที่ไม่มีปัจจัยร่วม ให้ใช้วิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ หรือ ตัวประมาณ Product-Limit (PL Estimator)

5.4 คำนวณค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม โดยใช้เคลย์ตัน คอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ เท่ากับ 3,5,10 และค่าพารามิเตอร์ θ ที่มีการประมาณค่าจากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ (Kendall's Tau Coefficient) จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้า W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

5.5 คำนวณค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ

6. เปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่คำนวณได้จากข้อ 4 และข้อ 5

7. สรุปผลข้อมูลและเขียนรายงานการวิจัย

บทที่ 2
ตัวแบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องนี้ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเงินสำรอง รายละเอียดของวิธีการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนด้วยวิธีบันไดลูกโซ่ และตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา นอกจากนี้จะอธิบายถึงการ วิเคราะห์การอยู่รอด การวิเคราะห์การอยู่รอดร่วม และตัวแบบคอปปูลา รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวแบบและทฤษฎี

2.1.1 **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเงินสำรอง** (คปภ.และ สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย , 2551)

2.1.1.1 ความหมายของเงินสำรอง

เงินสำรอง (Reserves) คือหนี้สินของบริษัทประกันภัยที่ปรากฏบนงบดุล ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง โดยเป็นค่าประมาณของจำนวนเงินที่บริษัทประกันภัยยังไม่ได้จ่ายให้กับผู้เอาประกันภัย ไม่ว่าบริษัทประกันภัยจะได้รับรายงานความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วหรือไม่ก็ตาม เงินสำรองนี้จะถูกประมาณ หลังจากที่ได้หักเงินที่ได้รับคืนจากซากทรัพย์และการเข้าสวมสิทธิแล้ว เงินสำรองสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ เงินสำรองค่าสินไหมทดแทน (Loss reserve) ซึ่งเป็นค่าประมาณที่ดีที่สุดของบริษัทประกันภัยสำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนให้กับผู้เอาประกันภัยในอนาคต และเงินสำรอง ค่าใช้จ่ายในการจัดการค่าสินไหมทดแทน (Loss adjustment expense reserve) ซึ่งเป็นค่าสำรองสำหรับค่าใช้จ่ายในอนาคตที่จะเกิดขึ้นจากการจัดการค่าสินไหมทดแทน

2.1.1.2 องค์ประกอบของเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน (Total loss reserve) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่ได้รับแจ้งในแต่ละครั้ง (Case reserve) เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนประเภทนี้เป็นผลรวมของมูลค่าความเสียหายทั้งหมดที่บริษัทประกันภัยได้รับทราบและได้บันทึกเงินสำรองในระบบของบริษัทแล้ว

2. เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วแต่บริษัทประกันยังไม่ได้รับทราบ (Pure incurred but not reported: Pure IBNR) เงินสำรองค่าสินไหมทด

แทนประเภทนี้จะมีมูลค่าน้อยมากหรือแทบ จะไม่มีเลยสำหรับกรมธรรม์ประกันภัยที่บริษัทได้ออกและหมดความคุ้มครองมาเป็นระยะเวลายาวนานแล้ว เนื่องจากบริษัทประกันภัยจะได้รับการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนส่วนใหญ่หรือทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ในทางตรงกันข้ามเงินสำรองทดแทนประเภทนี้ จะมีมูลค่าสูงสำหรับกรมธรรม์ที่บริษัทออกมาในระยะเวลาไม่นานหรือยังมีระยะเวลาคุ้มครองอยู่ เนื่องจากการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนอาจยังไม่เกิดขึ้น แม้ว่าได้เกิดความเสียหายขึ้นแล้วก็ตาม

3. เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่บริษัทประกันภัยรับทราบแล้ว แต่ยังไม่ได้บันทึกรับรู้ (Claim in Transmit หรือ Incurred but not yet recorded: IBNYR) เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนประเภทนี้เป็นเงินสำรองที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของระยะเวลาที่บริษัทประกันภัยได้รับแจ้งความเสียหายกับระยะเวลาที่บริษัทประกันภัยได้มีการบันทึกข้อมูลเหล่านี้ในระบบของบริษัท ดังนั้นจำนวนเงินสำรองประเภทนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการบริหารจัดการของแต่ละบริษัทเอง หากระบบการจัดส่งเอกสารภายในบริษัทไม่มีประสิทธิภาพหรือพนักงานไม่เพียงพอ การบันทึกข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นอาจต้องใช้เวล าถึง 3-6 เดือน

4. การเปลี่ยนแปลงเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่รับรู้แล้วหรือเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่ยังไม่เพียงพอ (Development on known claim หรือ Incurred but not enough reserved: IBNER) เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนประเภทนี้เป็นเงินสำรองที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการปรับเปลี่ยนมูลค่าของความเสียหายเมื่อบริษัทประกันภัยได้รับข้อมูลเกี่ยวกับความเสียหายมากขึ้น หรือเนื่องจากบริษัทประกันภัยได้ดำเนินการจ่ายค่าสินไหมทดแทนบางส่วนให้กับผู้เอาประกันภัยแล้ว เงินสำรองสำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนในอนาคตจึงต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง

5. เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับรายการความเสียหายที่ปิดไปแล้ว และอาจมีการรื้อฟื้นขึ้นมาอีกครั้ง (Reopened claim reserve) เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนประเภทนี้อาจเกิดขึ้นได้ เช่น จากการตัดสินของศาลในภายหลังหรือเกิดจากนโยบายของบริษัทประกันภัยที่พยายามจะปิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ค่าสินไหมทดแทนบางส่วนอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลัง

ดังนั้น เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนจึงสามาร ถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เงินสำรองที่จัดสรรไว้สำหรับความเสียหายที่บริษัทยังไม่ได้รับรู้ (Unknown claims) และเงินสำรองที่จัดสรรไว้สำหรับความเสียหายที่บริษัทได้รับรู้แล้ว (Known claims) เงินสำรองที่จัดสรรสำหรับ

ความเสียหายที่บริษัทยังไม่ได้รับรู้ คือจำนวนเงินซึ่งบริษัทประกันภัยต้องเตรียมไว้จ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วแต่บริษัทยังไม่ได้รับรายงาน เงินสำรองประเภทนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า IBNR Reserve ซึ่งก็คือ เงินสำรองสำหรับความเสียหายที่ยังไม่ได้รับ รายงาน (Pure IBNR) และเป็นเงินสำรองสำหรับรายการความเสียหายที่ยังไม่ได้บันทึก (IBNYR) ส่วนเงินสำรองที่จัดสรรสำหรับความเสียหายที่บริษัทได้รับรู้แล้ว คือจำนวนเงินซึ่งบริษัทประกันภัยต้องเตรียมไว้จ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นและบริษัทได้รับรายง านแล้วซึ่งก็คือเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่ได้รับแจ้งในแต่ละครั้ง (Case reserve) การเปลี่ยนแปลงเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่รับรู้แล้วหรือเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่ยังไม่เพียงพอ (IBNER) และเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับรายการค วามเสียหายที่ปิดไปแล้ว และอาจมีการรื้อฟื้นขึ้นมาอีกครั้ง (Reopened Claim Reserve) ในอดีตค่าสินไหมทดแทนในอนาคต และค่าสินไหมทดแทน IBNR ได้มีการประมาณค่าออกมา เนื่องจากว่าค่าเหล่านี้มีความล่าช้าระหว่างการเกิดค่าสินไหมทดแทน เมื่อมีการรายงานต่อบริษัทและเมื่อค่าสินไหมทดแทนถูกจ่ายออกไป

2.1.1.3 พระราชบัญญัติประกันวินาศภัย พ.ศ.2535

มาตรา 23 ให้บริษัทจัดสรรเงินสำรอง ดังนี้

(1) เงินสำรองสำหรับเบี้ยประกันภัยที่ยังไม่ตกเป็นรายได้ของบริษัท

(2) เงินสำรองค่าสินไหมทดแทน และ

(3) เงินสำรองเพื่อการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

การจัดสรรทรัพย์สินไว้เป็นเงินสำรองตามวรรคหนึ่งให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ทรัพย์สินที่จัดสรรไว้เป็นเงินสำรองตามวรรคหนึ่งจะเป็นเงินสด หรือพันธบัตรรัฐบาลไทย หรือทรัพย์สินอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดก็ได้

2.1.1.4 ประกาศคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย เรื่อง การจัดสรรเงินสำรองสำหรับเบี้ยประกันภัยที่ยังไม่ตกเป็นรายได้ และเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของบริษัทประกันวินาศภัย พ.ศ. 2553 (ประกาศ ณ วันที่ 4 พ.ค. 2553)

ข้อ 8 ให้บริษัทจัดสรรเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน ตามหลักเกณฑ์และวิธีการ ดังต่อไปนี้

(1) ในกรณีที่ได้ตกลงจำนวนค่าสินไหมทดแทนไว้แล้ว ให้จัดสรรไว้ไม่น้อยกว่าจำนวนค่าสินไหมทดแทนที่ได้ตกลงไว้แล้วนั้น

(2) ในกรณีที่ยังไม่ได้ตกลงจำนวนค่าสินไหมทดแทน ให้จัดสรรไว้ตามค่าประมาณการของจำนวนค่าสินไหมทดแทนในแต่ละรายการหรือให้จัดสรรไว้ด้วยวิธีการทางสถิติและประสบการณ์จริงของบริษัท

(3) ในกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้นแล้ว แต่ยังไม่ได้รายงานให้บริษัททราบ (Incurred but not reported claims) ให้จัดสรรไว้ไม่น้อยกว่าที่คำนวณได้ด้วยวิธี บันไดลูกโซ่ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ประกันภัยอื่นที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล หักด้วยจำนวนที่จัดสรรไว้ตาม (1) และ (2) แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 ของเบี้ยประกันรับสุทธิรวมทุกประเภทย้อนหลัง 12 เดือน

2.1.1.5 ประกาศคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย เรื่อง การประเมินราคาทรัพย์สินและหนี้สินของบริษัทประกันวินาศภัย พ.ศ. 2554

ข้อ16 สำรองประกันภัย ให้ประเมินราคาด้วยมูลค่ายุติธร รมตามหลักเกณฑ์และวิธีการ ดังต่อไปนี้ เงินสำรองค่าสินไหมทดแทน (Claim liability reserve) ให้ประเมินราคาสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน รวมก่อน การประกันภัยต่อ และสำรองค่าสินไหมทดแทน สุทธิหลัง การประกันภัยต่อ ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ประกันภัย เช่น วิธี บันไดลูกโซ่ วิธีบอร์นฮูตเตอร์ เฟอร์กูซัน เป็นต้น โดยพิจารณาจากค่าประมาณการที่ดีที่สุดของค่าสินไหมทดแทนที่คาดว่าจะจ่ายแก่ผู้เอาประกันภัยในอนาคต สำหรับรายการความสูญเสียที่เกิดขึ้นแล้วก่อนหรือ ณ วันประเมิน (ไม่รวมค่าสินไหมทดแทนที่ได้จ่ายไปแล้วก่อนหน้าวันประเมิน) ทั้งจากรายการ ความสูญเสียที่บริษัทได้รับรายงานแล้วและยังไม่ได้รับรายงาน ทั้งนี้ให้รวมถึงค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการจัดการค่าสินไหมทดแทนนั้นด้วย และ

ค่าเผื่อความผันผวน (Provision for Adverse Deviation: PAD) สำหรับสำรองค่าสินไหมทดแทนตามอัตราค่าเผื่อความผันผวนที่กำหนดในประกาศนี้

อัตราค่าเผื่อความผันผวนสำหรับสำรองสำหรับความเสี่ยงภัยที่ยังไม่สิ้นสุดและสำหรับสำรองค่าสินไหมทดแทน คิดเป็นร้อยละของค่าประมาณการที่ดีที่สุดของสำรองเบี้ยประกันภัยและสำรองค่าสินไหมทดแทน ซึ่งกำหนดไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อัตราค่าเผื่อความผันผวนของกรมธรรม์ประกันภัยประเภทต่าง ๆ

ประเภทกรมธรรม์ประกันภัย		อัตราค่าเผื่อความผันผวน
อัคคีภัย		25%
การประกันภัยทางทะเลและการขนส่ง	ตัวเรือ	30%
	สินค้า	20%
การประกันภัยรถยนต์	ภาคบังคับ	15%
	ภาคสมัครใจ	8%
การประกันภัยเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous)	ความเสี่ยงภัยทุกชนิด	25%
	ความรับผิดต่อบุคคลที่สาม	30%
	วิศวกรรม	20%
	การบิน	30%
	อุบัติเหตุส่วนบุคคล	15%
	ทรัพย์สิน	20%
	การเงิน	30%
	การเดินทาง	15%
	อื่นๆ	30%

2.1.2 วิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่

วิธีบันไดลูกโซ่ เป็นวิธีที่นักคณิตศาสตร์ประกันภัยนิยมใช้ในการประมาณการค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ (Ultimate Loss) เพื่อนำไปสู่การคำนวณอัตราเบี้ยและเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน การคำนวณโดยวิธีบันไดลูกโซ่เริ่มต้นด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในอดีตให้อยู่ในรูปแบบตารางสามเหลี่ยม (Triangular) จากนั้นประมาณการค่าสินไหมทดแทนซึ่งยังไม่เป็นค่าที่สมบูรณ์ (Ultimate Level) ให้เป็นค่าที่สมบูรณ์ (Expected Ultimate Level) โดยการประมาณดังกล่าวจะตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปีจะพัฒนาไปในรูปแบบที่เหมือนกับพัฒนาการที่เกิดขึ้นในอดีต (คปภ.และ สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย, 2551)

ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยชนิดหนึ่ง ซึ่งแสดงจำนวนเงินจ่ายเป็นมูลค่าสะสมจากปีที่เกิดภัย ปีที่ i ถึงปีที่ j ($i = 1,2,...,n;\ j = 1,2,...,n$) ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าสินไหมทดแทนสะสมที่จ่ายแล้วจำแนกตามปีที่เกิดภัย (ปีเริ่ม)

ปีที่เริ่มหรือปีปฏิทิน (i)	ปีก้าวหน้า หรือ ปีที่มีการจ่ายค่าสินไหมทดแทน (j)				เงินสำรอง	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์
	1	2	…	N	$(n+1)-\infty$	
1	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	…	$D_{1,n}$	d	$l = D_{1,n} + d$
2	$D_{2,1}$	$D_{2,2}$	…			
⋮		⋮				
N	$D_{n,1}$					

$D_{i,j}$ บาท แทนมูลค่าสะสมรวมของค่าสินไหมทดแทนที่เกิดขึ้นในปีเริ่ม i ซึ่งจะมีจำนวน $D_{i,1}$ บาท จ่ายในปีเริ่ม i และมีจำนวนหนึ่งจ่ายในปีต่อไป หรือ ปีก้าวหน้า j รวมเป็นจำนวนเงินจ่ายทั้งหมดถึงปี j เท่ากับ $D_{i,j}$ บาท ดังนั้นจำนวนเงินค่าสินไหมจ่ายในปีก้าวหน้า j เท่ากับ $D_{i,j} - D_{i,j-i}$

d บาท แทนจำนวนเงินสำรอง เป็นค่าประมาณการ ณ สิ้นปี n ซึ่งมักจะประมาณด้วยวิธีการเทียบสัดส่วน หรือใช้วิธีการทางสถิติประมาณจากข้อมูลค่าสินไหมทดแทนที่จ่ายเสร็จสิ้นแล้วในอดีต

จากนั้นประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ของแต่ละปีเริ่ม ด้วยการเทียบสัดส่วนโดยตรงระหว่างเงินจ่ายในปีที่ผ่านมากับเงินปีต่อไปที่ได้เกิดขึ้นแล้ว โดยนำสัดส่วนมาเป็นตัวคูณหาค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ ต่อไปจึงคำนวณหาค่าสินไหมทดแทนคงค้างหรือเงินสำรอง โดยนำค่าสินไหมทดแทนที่ได้จ่ายไปแล้วทั้งหมดสำหรับปีเริ่มนั้น มาลบออกจากค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ได้เป็นเงินสำรองสำหรับปีเริ่มนั้น (มานพ วราภักดิ์, 2550)

$\lambda_{j+1|j}$ คือ อัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายในปีก้าวหน้า $j+1$ ต่อค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายในปี j คำนวณได้จาก $\dfrac{\sum_{k=1}^{n-j} D_{k,j+1}}{\sum_{k=1}^{n-j} D_{k,j}}, j = 1,2,..,n-1$ และ ให้

$\lambda_{\alpha|n}$ คือ อัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายหลังปีก้าวหน้า n ต่อค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายแล้วถึงปีก้าวหน้า n สำหรับปีเริ่ม 1 คำนวณได้จาก $\dfrac{l}{D_{1,n}}$

จากนี้จะประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ และเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน

ให้ $l_{i,j}^{m}$ คือ ค่าสินไหมทดแทนรวมหรือค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์รวมถึงปีก้าวหน้า $m(m \le n)$ สำหรับปีเริ่ม i และจ่ายค่าสินไหมทดแทนแล้วถึงปี j คำนวณได้จาก

$$D_{i,j} \times \left(\prod_{k=j}^{m} \lambda_{k+1|k} \right), m = 2,3,...,n \text{ โดยที่ } \lambda_{k+1|k} = \lambda_{\infty|n+1}$$

จำนวนเงินสำรอง x_i สำหรับปีเริ่ม i เท่ากับ $x_i = l_{i,j} - D_{i,j}$

ดังนั้น ประมาณจำนวนเงินสำรองรวมเท่ากับ $d + \sum_{i=2}^{n} x_i$

จากค่าประมาณตามนิยามหรือสูตรข้างต้น เมื่อใส่ในตารางจะเป็นดังตารางที่ 2.3 ในกรณีเมื่อ n=4

ตารางที่ 2.3 ค่าสินไหมทดแทนสะสมที่จ่ายแล้ว และประมาณค่าเงินสำรอง กรณี n=4

ปีเริ่ม หรือ ปีปฏิทิน (i)	ปีก้าวหน้า หรือ ปีที่มีการจ่ายค่าสินไหมทดแทน (j)				เงินสำรอง	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์
	1	2	3	4	5 - ∞	
1	$D_{1,1}$	$D_{1,2}$	$D_{1,3}$	$D_{1,4}$	d	$l = D_{1,4} + d$
2	$D_{2,1}$	$D_{2,2}$	$D_{2,3}$	$l^4_{2,3}$	x_2	$l_{2,3}$
3	$D_{3,1}$	$D_{3,2}$	$l^3_{3,2}$	$l^4_{3,2}$	x_3	$l_{3,2}$
4	$D_{4,1}$	$l^2_{4,1}$	$l^3_{4,1}$	$l^3_{4,1}$	x_4	$l_{4,1}$

2.1.3 **คอปปูลา** (Copula)

2.1.3.1 นิยามและคุณสมบัติพื้นฐาน

คอปปูลา เป็นฟังก์ชันที่ใช้รวมหรือเชื่อมโยงฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเดี่ยว (one-dimension distribution) ให้กลายเป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบหลายตัวแปร (Multivariate distribution function) เมื่อพิจารณาคู่ของตัวแปรสุ่ม X และ Y ที่มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเดี่ยว F(x) = P(X≤x) และ F(y) = P(Y≤y) และมีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วม H(x,y) = P(X≤x, Y≤y) = F(x,y) ทุกคู่ของตัวแปร X และ Y สามารถหาค่า F(x),F(y) และ H(x,y) ซึ่งค่าทั้ง 3 นี้ จะอยู่ในช่วง (0,1) (อภัยฑูรย์ สุวรรณชูจิต, 2551)

คอปปูลา (C) คือฟังก์ชันการแจกแจงตัวแปรสุ่มร่วม d ตัวโดยที่แต่ละตัวมีการแจกแจงส่วนริมแบบสม่ำเสมอบน [0,1] อีกนัยหนึ่งคือ $C : [0,1]^d \to [0,1]$ (เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ , 2548) ซึ่งมีคุณสมบัติคือ

1. $C(x_1, x_2, ..., x_d)$ เป็นฟังก์ชันเพิ่มในทุกๆ x_i

2. $C(1,...,1, x_i, 1,...,1) = x_i \qquad \forall_i \in \{1,2,...,d\}, x_i \in [0,1]^d$

3. สำหรับทุก $(a_1, a_2, ..., a_d), (b_1, b_2, ..., b_d) \in [0,1]^d$ โดยที่ $a_i \le b_i$ จะได้ว่า

$$\sum_{i_1=1}^{2} .... \sum_{i_d}^{2} (-1)^{i_1+...+i_d} C(x_{1i}, ..., x_{di_d}) \ge 0$$

นิยาม ฟังก์ชัน ควอนไทล์ (quantile) สอดคล้องกับฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function). *F* เป็นฟังก์ชันจากช่วง $(0,1)$ ไปสู่จำนวนจริง

$Q_F : (0,1) \to \Re$ นิยามดังนี้ $Q_F(q) = \inf\{x \in \Re : F(x) \ge q\}$, *for* 0< q <1

โดยฟังก์ชันควอนไทล์ มีคุณสมบัติดังนี้

1. ถ้า *F* เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่องที่เพิ่มขึ้น (Strictly increasing continuous function) บนจำนวนจริง $Q_F = F^{-1}$

2. ถ้า F เป็น ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมใด ๆ และ 0< q <1 จะได้ว่า $F(Q_F(q)-) \le q \le F(Q_F(q))$ โดยที่ $F(Q_F(q)-) = \sup_{x<Q_F(q)} F(x) \le q$

3. $q \le F(x)$ ก็ต่อเมื่อ $Q_F(q) \le x$, 0< q <1

สมมติให้ X เป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่งแต่ละตัวมีการแจกแจงส่วนริม $F(X_i)$

โดยที่ $F(X_i)$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง จะได้ว่า $Y_i = Q_F(X_t)$ มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอบนช่วง [0,1]

จะได้ว่าการแจกแจง $Y_1, Y_2, ..., Y_d$ เป็น คอปปูลา

โดยใช้สัญลักษณ์ $C(y_1, ..., y_d)$ แทนฟังก์ชันการสะสมร่วมของ $Y_1, ..., Y_d$

และถ้าให้การแจกแจงสะสมร่วมของ X เป็น $F(x_1, ..., x_d)$ แล้ว

$$\begin{aligned} F(x_1, x_2, ..., x_d) &= P(X_1 \le x_1, X_2 \le x_2, ..., X_d \le x_d) \\ &= P(F_1(X_1) \le F_1(x_1), F_2(X_2) \le F_2(x_2), ..., F_d(X_d) \le F_d(x_d)) \\ &= C(F_1(x_1), F_2(x_2), ..., F_d(x_d)) \end{aligned}$$

2.1.3.2 เคลย์ตัน คอปปูลา

เคลย์ตัน คอปปูลา เป็นฟังก์ชันของการอยู่รอดแบบ 2 ตัวแปร (bivariate survival function) (Clayton, 1978) มีรูปแบบ ดังนี้

$$C_\theta(u,v) = \left(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1\right)^{-1/\theta}, \theta > 0$$

$$c(u,v) = (\theta+1)\left(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1\right)^{-\frac{1}{\theta}-2} (uv)^{-\theta-1}$$

เคลย์ตัน คอปปูลา คือ คอปปูลา 2 ตัวแปรชนิดอาร์คิมีเดียน (Archimedean) มีตัวก่อกำเนิดคือ $\phi_\theta = (1+t)^{-1/\theta}$

2.1.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ θ ในเคลย์ตันคอปปูลา (Nelson,1999)

ให้ C_θ เป็นเคลย์ตัน คอปปูลาของคอปปูลาชนิดอาร์คิมีเดียน สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ θ จากความสัมพันธ์ระหว่าง สัมประสิทธ์ของเคนดอลล์ (τ) และค่าพารามิเตอร์ θ มีรูปแบบดังนี้

$$\theta = \frac{2\tau}{1-\tau}$$

สัมประสิทธ์ของเคนดอลล์ (τ) คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปรที่มีมาตรการวัดเป็นอันดับทั้งคู่ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ T และ W

กำหนดให้ p คือ ผลรวมของจำนวนความสอดคล้อง

q คือ ผลรวมของจำนวนความผกผัน

n คือ ขนาดของตัวอย่าง

เมื่อจำนวนความสอดคล้อง คือ จำนวนอันดับที่ที่เหลือที่สูงกว่าอันดับที่จัดเรียงจากตัวแปรตัวแรก เทียบตามอันดับที่จากน้อยไปมากของตัวแปรตัวที่สอง

จำนวนความผกผัน คือ จำนวนอันดับที่ที่เหลือต่ำกว่าอันดับที่จัดเรียงจากตัวแปรตัวแรก เทียบตามอันดับที่จากน้อยไปมากของตัวแปรตัวที่สอง

จะได้ สัมประสิทธ์ของเคนดอลล์ มีรูปแบบดังนี้

$$\tau = \frac{P-Q}{n(n-1)/2}$$

2.1.4 การวิเคราะห์การอยู่รอด (Survival analysis) (Klein and Moeschberger, 1997; Lee, 1980; Landau and Everitt, 2004; Kleinbaum and Klein, 2005)

การวิเคราะห์การอยู่รอด เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์การอยู่รอดของบุคคล สิ่งของหรือเหตุการณ์ ซึ่งระยะเวลาจากจุดหนึ่งจนถึงจุดที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจอาจเป็นปี เดือน สัปดาห์

หรือวัน นั้นมีชื่อเรียกได้หลากหลายชื่อ เช่น Time-to-event, Survival time, Future lifetime, Risk period, Lifetime, Time to a certain event ส่วนเหตุการณ์ที่สนใจ เช่น การเสียชีวิต การเกิดโรค การได้งานหลังเรียนจบ ในงานวิจัยนี้เหตุการณ์ที่ส นใจคือ กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า ข้อมูลที่แสดงระยะเวลาจากจุดหนึ่งไปยังจุดที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจจะมีค่าบวกเสมอ

2.1.4.1 ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์และข้อมูลที่มีการตัดเป็นท่อน

ข้อมูลการอยู่รอดมีลักษณะเฉพาะ 2 ประการ คือ

1. ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ (Censoring) เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจบางค่าทราบค่าแน่นอนว่าเกิดขึ้นภายในเวลาที่กำหนด นั่นคือพิจารณาเฉพาะช่วงเวลาที่กำหนด เกินกว่าช่วงนี้จะถูกตัดออกไป สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.1 ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบู รณ์ทางขวา (Right Censoring) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.1.1 ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ประเภทที่ 1 (Type 1 censoring) เป็นลักษณะของข้อมูลที่มีการกำหนดเวลาของการเกิดค่าสังเกตเอาไว้ล่วงหน้า เรียกว่า เวลาเซนเซอร์ (Censoring time) การกำหนดการศึกษาแบบนี้เป็นเพราะเวลาหรือค่าใช้จ่ายที่มีจำกัดจึงต้องกำหนดเวลาที่ชัดเจน ในกรณีที่ทุกหน่วยตัวอย่างเข้ามาในการทดลองที่เวลาเดียวกัน เรียกว่า Progressive Type I Censoring แต่ถ้าแต่ละหน่วยตัวอย่างไม่ได้เข้ามาในกลุ่มทดลองในเวลาเดียวกัน เรียกว่า Generalized Type I censoring

1.1.2 ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ประเภทที่ 2 (Type 2 censoring) เป็นลักษณะของข้อมูลที่มีการกำหนดจำนวนค่าสังเกตที่สมบูรณ์ไว้ล่วงหน้า เมื่อจำนวนค่าสังเกตที่สมบูรณ์เกิดขึ้นครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ จะหยุดทำการศึกษา เรียกว่า Progressive Type II

1.2 ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ทางซ้าย (Left Censoring) เกิดขึ้นเมื่อเหตุการณ์ที่สนใจเกิดขึ้นเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะทำการศึกษา แต่ไม่รู้ระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นอย่างแน่นอน จึงไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดขึ้นเมื่อไร

1.3 ข้อมูลที่มีค่ าสังเกตไม่สมบูรณ์แบบอื่น เช่น ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ทางซ้ายและทางขวา (Doubly Censoring) ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์แบบช่วง (Interval Censoring) และข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์แบบสุ่ม (Random Censoring) ข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ทางขวา

2. ข้อมูลที่มีการตัดเป็นท่อน (Truncation) จะมีการกำหนดเงื่อนไขบางอย่างก่อน และต้องเกิดเหตุการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1 ข้อมูลที่มีการตัดเป็นท่อนทางซ้าย (Left truncation) เมื่อกำหนดให้ Y เป็นระยะเวลาของเหตุการณ์ที่ได้ถูกตัดเป็นท่อนออกไป ดังนั้นสำหรับข้อมูลที่มีการตัดเป็นท่อนทางซ้ายจะมีเพียงระยะเวลาที่มากกว่าหรือเท่ากับ Y ที่แสดงค่าสังเกตได้ ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ทางซ้าย ที่มีข้อมูลบางส่วนของตัวที่ถูกเซนเซอร์ออกไป

2.2 ข้อมูลที่มีการตัดเป็นท่อนทางขวา (Right truncation) เกิดขึ้นเมื่อมีเพียงหน่วยตัวอย่างที่เคยประสบกับเหตุการณ์เท่านั้น ที่รวมอยู่ในกลุ่มศึกษาแต่มีหน่วยตัวอย่างอื่นๆ ที่อาจจะประสบกับเหตุการณ์ที่สนใจเหมือนกัน แต่ไม่ได้ตกอยู่ในกลุ่มการศึกษา

2.3 ข้อมูลที่มีการตัดเป็นท่อนทางซ้ายและขวา (Left and right truncation) เกิดจากกรณีที่ข้อมูลมีการตัดเป็นท่อนทั้งทางซ้ายและขวา

2.1.4.2. ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องการวิเคราะห์การอยู่รอด

ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องการวิเคราะห์การอยู่รอด มีดังนี้

1. ฟังก์ชันการอยู่รอด (Survival function หรือ S(t)) คือ ฟังก์ชันที่แสดงค่าความน่าจะเป็นที่หน่วยสังเกต จะมีการคงอยู่นานกว่าหรือเท่ากับเวลา t นั้นคือ

$$S(t) = \Pr(T \geq t)$$

เมื่อ T เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง แทนระยะเวลาถึงจุดที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ฟังก์ชันการอยู่รอดจะมีความสัมพันธ์กับฟังก์ชันการแจกแจงสะสม ดังนี้คือ

$$\begin{aligned} S(t) &= 1 - F(t) \\ &= 1 - \Pr[T \leq t] \\ &= \int_t^{\infty} f(x)dx \end{aligned}$$

เมื่อ S(t) ขึ้นอยู่กับตัวแปรร่วม (covariates) $\mathbf{X}$ สามารถเขียน S(t) ได้เป็น $S(t, x_1, x_2, ..., x_n)$

คุณสมบัติของฟังก์ชันการอยู่รอด

1) S(t) เป็นฟังก์ชันไม่เพิ่ม (Nonincreasing function)

2) ถ้า T เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง แล้ว S(t) เป็นฟังก์ชันลดต่อเนื่อง

3) $S(0) = 1$ และ $S(\infty) = 0$

2. ฟังก์ชันความหนาแน่น (Density function หรือ f(t))

ถ้า T เป็นตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง แล้ว

$$f(t)=\frac{d}{dt}F(t)=-\frac{d}{dt}S(t), t\geq 0$$

และ $F(t)=\int_0^t f(x)dx$

คุณสมบัติของฟังก์ชันความหนาแน่น

1) ถ้า $t\geq 0$ แล้ว $f(t)\geq 0$

ถ้า $t<0$ แล้ว $f(t)=0$

2) $\int_0^\infty f(x)dx=1$

3. ฟังก์ชันภาวะภัย (Hazard function หรือ h(t)) มีค่าเท่ากับลิมิตของความน่าจะเป็นที่หน่วยสังเกตจะสูญเสียในช่วงเวลาสั้นๆ จาก t ถึง t + Δt ต่อหน่วย เวลา Δt เมื่อหน่วยสังเกตจะคงอยู่ถึงเวลา t นั่นคือ

$$h(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\Pr\frac{\left[t<T\leq t+\Delta t|T\geq t\right]}{\Delta t}$$

$$=\frac{f(t)}{1-F(t)}$$

$$=\frac{f(t)}{S(t)}$$

ฟังก์ชันภาวะภัยเป็นฟังก์ชันที่แสดงถึงความน่าจะเป็นที่หน่วยสังเกตนั้น จะประสบกับเหตุการณ์ที่น่าสนใจขึ้นอย่างทันทีทันใด ณ เวลา t และเนื่องจากเวลาเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้นที่เวลา t พอดี จึงมีค่าเท่ากับศูนย์ การอธิบายความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น จึงแสดงช่วงเวลาสั้นๆ (t,t + Δ)

คุณสมบัติของฟังก์ชันภาวะภัย

1) $h(t)\geq 0$

2) $\lim_{t\to\infty}\int_0^t h(t)dt=\infty$

สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันการอยู่รอด และฟังก์ชันภาวะภัย ดังนี้

1. $f(t)=F'(t)=-S'(t)$

2. $h(t)=\frac{f(t)}{s(t)}=\frac{-S^{'}(t)}{S(t)}$

3. $H(t)=\int_0^t h(u)du=-\ln S(t)$

หรือ $S(t)=\exp\left(-\int_0^t h(u)du\right)=\exp(-H(t))$

2.1.4.3 การประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด

การประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค .ศ.1958 โดยแคแพลนและไมเออร์ (Kaplan and Meier) โดยใช้วิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดแบบไม่อิงพารามิเตอร์ บางครั้งอาจเรียกว่า วิธีแคแพลน-ไมเออร์ ซึ่งค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้คือ

$$\hat{S}(t)=\begin{cases}1 & ,t<t_1\\ \prod_{t_i\le t}\left[1-\frac{d_i}{y_i}\right] & ,t\ge t_1\end{cases}$$

เมื่อ d_i = จำนวนของระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ณ เวลา t_i

y_i = จำนวนข้อมูลทั้งหมดหลังเวลา t_{i-1} ที่อยู่รอด ณ เวลา t_i

ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้จะเป็นฟังก์ชันขั้นบันได (Step function) ซึ่งมีการกระโดด ณ เวลา t_i โดยขนาดของการกระโดดขึ้นอยู่กับจำนวนของระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ณ เวลา t_i และจำนวนข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ที่เกิดก่อนเวลา t_i

ความแปรปรวนของค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้สามารถประมาณโดยใช้ Greenwood's formula ดังนี้

$$\hat{V}\left[\hat{S}(t)\right]=\hat{S}(t)^2\sum_{t_i\le t}\frac{d_i}{y_i(y_i-d_i)}$$

โดยความแปรปรวนของค่าประมาณนี้จะให้ค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริงเมื่อจำนวนหน่วยตัวอย่างมีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง แต่โดยเฉลี่ยแล้วค่าประมาณความแปรปรวนที่ใช้ Greenwood นั้นให้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าจริง และให้ค่าน้อยกว่า ยกเว้นเมื่อค่า Y_i มีค่าน้อย

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้คือ $\left(\hat{V}\left[\hat{S}(t)\right]\right)^{\frac{1}{2}}$

2.1.4.4 ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

การเปรียบเทียบฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลาจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจของประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป โดยกลุ่มเหล่านั้นมีลักษณะที่คล้ายกันในปัจจัยที่ศึกษาเพียงปัจจัยเดียว แต่ต่างกันที่สิ่งทดลอง (Treatment) ในปัจจัยนั้น จะสามารถใช้วิธีไม่อิงพารามิเตอร์ในวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ในการทดสอบได้โดยตรง แต่ในบางกรณีจะมีปัจจัยหรือตัวแปรอื่น (Z) ที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาด้วยตัวแปรเหล่านั้นเรียกว่า ตัวแปรร่วม (Covariates, Explanatory variables) ซึ่งเป็นตัวแปรภายนอกที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ของตัวแปรตามเร็วขึ้นหรือช้าลง หลังจากที่มีการปรับเพิ่มตัวแปรเหล่านี้แล้วจะทำให้การเปรียบเทียบระยะเวลา จนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจมีความเอนเอียงลดลงและมีความแม่นยำมากกว่าการเปรียบเทียบเพียงปัจจัยเดียว โดยแต่ละปัจจัยมีอิทธิพลที่มากน้อยแตกต่าง กัน จึงต้องมีการตรวจสอบเพื่อเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีอิทธิพลมากต่อเหตุการณ์เข้ามาพิจารณาในตัวแบบ ตัวแปรร่วมมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1) ตัวแปรร่วมที่ไม่ขึ้นกับเวลา (Time Independent variables) คือ ตัวแปรที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น เพศ

2) ตัวแปรร่ว มที่ขึ้นกับเวลา (Time dependent variables) คือ ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น ระดับความดันโลหิต

ในที่นี้จะอธิบายถึงตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการอยู่รอดที่มีลักษณะของตัวแปรร่วมประเภทที่ไม่ขึ้นกับเวลา

นิยามและคุณสมบัติพื้นฐาน

ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ เป็นตัวแบบกึ่งพารามิเตอร์ (Semiparametric model) ซึ่งเขียนได้ดังนี้

$$h(t|Z) = h_0(t)c(\beta^t Z)$$

เมื่อ $h(t|Z)$ = ฟังก์ชันภาวะภัย (Hazard rate) ณ เวลา t ที่มีเวกเตอร์ของตัวแปรร่วมคือ Z

$h_0(t)$ = ฟังก์ชันภาวะภัยสภาวะพื้นฐาน (Baseline hazard function) เป็นฟังก์ชันของเวลา t สร้างด้วยวิธีไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric)

$\beta = (\beta_1,...,\beta_p)^t$ = เวกเตอร์ของพารามิเตอร์

$c(\beta^t Z)$ = ฟังก์ชันที่ทราบและสร้างโมเดลด้วยวิธีอิงพารามิเตอร์ (Parametric) โดยฟังก์ชันที่นิยมใช้คือ $c(\beta^t Z) = \exp(\beta^t Z) = \exp(\sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k)$

ดังนั้น ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ จะเขียนฟังก์ชันภาวะภัย ได้ดังนี้

$$h(t|Z) = h_0(t)\exp\left(\sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k\right)$$

$$\frac{h(t \mid z)}{h_0(t)} = \exp\left(\sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k\right)$$

$$\ln\left(\frac{h(t \mid Z)}{h_0(t)}\right) = \sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k = \beta_1 Z_1 + ... + \beta_p Z_p$$ ซึ่งเป็นตัวแบบผสมเชิงเส้น

นั่นคือ ถ้าตัวแปรร่วมเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพก็ต้องทำตามกฎของโมเดลเชิงเส้นคือต้องสร้างตัวแปรหุ่น (Dummy variable) ขึ้นมา เช่น ถ้าตัวแปรร่วมเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่มี 3 ประเภท (level) ก็ต้องสร้างตัวแปรหุ่น 2 ตัวแปร แต่ถ้าต้องการตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างตัวแปรร่วมอาจทำได้ โดยการสร้างตัวแปรใหม่ที่เป็นผลคูณของตัวแปรร่วมที่ต้องการตรวจสอบ เช่น $Z_1 Z_2$

นอกจากนี้ยังสามารถเขียนในรูปฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ดังนี้

$$S(t|Z) = S_0(t)^{\exp(\sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k)}$$

การหาค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative risk หรือ Hazard ratio)

ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของกลุ่มที่ต้องการศึกษา 2 กลุ่ม หาได้จากการเปรียบเทียบฟังก์ชันภาวะภัย ณ เวลา t ของกลุ่มที่มีตัวแปรร่วม Z กับฟังก์ชันภาวะภัย ณ เวลา t ของกลุ่มที่มีตัวแปรร่วม Z^* ดังนี้

$$\frac{h(t|Z)}{h(t|Z^*)} = \frac{h_0(t)\exp\left[\sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k\right]}{h_0(t)\left[\sum_{k=1}^{p} \beta_k Z_k^*\right]} = \exp\left[\sum_{k=1}^{p} \beta_k (Z_k - Z_k^*)\right]$$

จากสูตรข้างต้น พบว่าสัดส่วนของฟังก์ชันภาวะภัยของ Z เทียบกับฟังก์ชันภาวะภัยของ Z^* นั้นมีค่าคงที่ แสดงว่า เส้น h_1 ไม่ตัดกับเส้น h_2 และต้องขนานกัน นอกจากนี้ฟังก์ชันภาวะภัยสภาวะพื้นฐาน $h_0(t)$ นั้นไม่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบแต่อย่างไร

การประมาณค่าพารามิเตอร์ β ใน ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ β ใน ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ โดยใช้การประมาณความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimate) โดยการหาค่าสูงสุดของลอการิทึมธรรมชาติ (Natural logarithm) ของฟังก์ชันความควรจะเป็นบางส่วน (Partial Likelihood Function) เมื่อมีการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจซ้ำกัน (Ties) ในเวลาเดียวกัน สำหรับข้อมูลที่มีค่าสมบูรณ์

กำหนดข้อสมมติ ดังนี้

1. $t_1 < t_2 < ... < t_D$ เป็นเวลาจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจที่เรียงอันดับ D ค่าสำหรับข้อมูลที่สมบูรณ์

2. d_i คือ จำนวนของระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ณ เวลา t_i

3. D_i คือ เซตของระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจทั้งหมด ณ เวลา t_i

4. $S_i = \sum_{j \in D_i} Z_j$

5. R_i คือ เซตของข้อมูลทั้งหมดก่อนถึงเวลา t_i (Risk set)

ฟังก์ชันความควรจะเป็นบางส่วน หรือ $L(\beta)$ สามารถสร้างได้ 3 วิธี ดังนี้คือ

1. วิธีของ Breslow

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^{D} \frac{\exp(\beta^t S_i)}{\left[\sum_{j \in R_i} \exp(\beta^t Z_j)\right]^{d_i}}$$

2. วิธีของ Efron

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^{D} \frac{\exp(\beta^t S_i)}{\prod_{j=1}^{d_i}\left[\sum_{k \in R_i} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k \in D_i} \exp(\beta^t Z_k)\right]}$$

3. วิธีของ Cox (ใช้กับเวลาที่เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง)

$$L(\beta)=\prod_{i=1}^{D}\frac{\exp(\beta^t S_i)}{\sum_{q=Q_i}\exp(\beta^t S_q^*)}$$

เมื่อ Q_i = เซตของสับเซตทั้งหมด d_i ซึ่ง d_i เลือกมาจาก R_i

$q=(q_1,...,q_{d_i})$ เป็นสมาชิกของ Q_i

$$S_q^*=\sum_{j=1}^{d_i}Z_{q_j}$$

และมีข้อสมมติว่า $\frac{h(t|Z)}{1-h(t\mid Z)}=\frac{h_0(t)}{1-h_0(t)}\exp(\beta^t Z)$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ β

1. หาค่า $\ln[L(\beta)]$

2. ใช้วิธีการประมาณความควรจะเป็นบางส่วนสูงสุด โดยการหาค่า β_h ที่เป็นผลเฉลยของ $\frac{\partial}{\partial\beta_h}\ln[L(\beta)]=0$ เมื่อ $h=1,...,p$

ในที่นี้จะพิจารณาวิธีของ Efron ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β

กำหนดให้ $LL(\beta)=\ln[L(\beta)]$

ดังนั้น $LL(\beta)=\sum_{i=1}^{D}\beta^t S_i-\sum_{i=1}^{D}\sum_{j=1}^{d_i}\ln\left[\sum_{k\in R_i}\exp(\beta^t Z_k)-\frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i}\exp(\beta^t Z_k)\right]$

กำหนดให้ $U_h(\beta)=\frac{\partial}{\partial\beta_h}LL(\beta)=0$ เมื่อ $h=1,...,p$

$\frac{\partial}{\partial\beta_h}LL(\beta)$ เรียกว่า ฟังก์ชันสกอร์ (Score function) ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ช่วยในการหาค่าพารามิเตอร์ β_k ใดๆ

ดังนั้น $U_h(\beta)=\sum_{i=1}^{D}s_{hi}-\sum_{i=1}^{D}\sum_{j=1}^{d_i}\frac{\sum_{k\in R_i}Z_{hk}\exp(\beta^t Z_k)-\frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i}Z_{hk}\exp(\beta^t Z_k)}{\sum_{k\in R_i}\exp(\beta^t Z_k)-\frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i}\exp(\beta^t Z_k)}$

จะได้ค่าพารามิเตอร์ β จากผลเฉลยของ $U_h(\beta)=0$

การทดสอบสมมติฐานของค่าพารามิเตอร์ β ในตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

ให้ $I_{gh}(\beta) = -\frac{\partial^2}{\partial\beta_h \partial\beta_g} LL(\beta)$

และ $I(\beta) = \left[I_{gh}(\beta)\right]_{p\times p}$ เป็นเมทริกซ์สารสนเทศ (Information matrix)

ดังนั้นจากวิธีของ Efron จะได้ว่า

$$I_{gh}(\beta) = \sum_{i=1}^{D}\sum_{j=1}^{d_i} \frac{\sum_{k\in R_i} Z_{kg} Z_{kh} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i} Z_{kg} Z_{kh} \exp(\beta^t Z_k)}{\sum_{k\in R_i} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i} \exp(\beta^t Z_k)}$$

$$-\sum_{i=1}^{D}\sum_{j=1}^{d_i} \left[\frac{\sum_{k\in R_i} Z_{kg} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i} Z_{kg} \exp(\beta^t Z_k)}{\sum_{k\in R_i} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i} \exp(\beta^t Z_k)}\right]\left[\frac{\sum_{k\in R_i} Z_{kh} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i} Z_{kh} \exp(\beta^t Z_k)}{\sum_{k\in R_i} \exp(\beta^t Z_k) - \frac{j-1}{d_i}\sum_{k\in D_i} \exp(\beta^t Z_k)}\right]$$

เมื่อ $g = h$ จะได้เส้นทแยงมุม (Diagonal) ของ $I(\beta)$

กำหนดให้ $b = (b_1,...,b_p)^t$ เป็นตัวประมาณของ $\beta = (\beta_1, \beta_2,..., \beta_p)^t$

การทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \beta = \beta_0$ สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบมีการแจกแจงไคสแควร์ที่มีองศาอิสระเท่ากับ p ($\chi^2_{(df=p)}$) มีการทดสอบ 3 แบบดังนี้

(1) สถิติทดสอบวาลด์ (Wald's Statistics)

$$\chi^2_W = (b-\beta_0)^t I(b)(b-\beta_0)$$

(2) สถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น (Likelihood Ratio Statistics)

$$\chi^2_{LR} = 2\left[LL(b) - LL(\beta_0)\right]$$

(3) สถิติทดสอบสกอร์ (Score Statistics)

$$\chi^2_{SC} = U(\beta_0)^t I^{-1}(\beta_0) U(\beta_0)$$

โดยจะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อระดับนัยสำคัญของการทดสอบไคสแควร์น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.10

5. การตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ มีข้อสมมติที่กำหนดไว้ว่าค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์หรืออัตราส่วนของฟังก์ชันภาวะภัยของกลุ่มที่ต้องการศึกษา 2 กลุ่มจะต้องมีค่าคงที่ตลอดเวลา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ฟังก์ชันภาวะภัยของกลุ่มหนึ่งจะต้องเป็นสัดส่วนกับฟังก์ชันภาวะภัยของอีกกลุ่มหนึ่ง ในที่นี้จะพิจารณาวิธี ตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ คือ วิธีการทดสอบสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Testing Approach) โดยการใช้ Schoenfeld residuals หรือ Partial residuals สามารถทำได้ตามขั้นตอน ดังนี้

1. หาค่า Schoenfeld residuals $\left(\hat{r}_i\right)$ ของตัวแปรร่วมที่สนใจที่ศึกษา

$$\hat{r}_i = z_i - \hat{E}(Z|R_i)$$

เมื่อ $E(Z|R_i) = \dfrac{\sum_{k\in R_i} z_k \exp(\beta^t z_k)}{\sum_{j\in R_i} \exp(\beta^t Z_j)}$

2. ลบข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์

3. เรียงอันดับระยะเวลาจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Schoenfeld residuals และระยะเวลาจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจที่มีการเรียงอันดับแล้ว

เกณฑ์การตรวจสอบมีดังนี้ ถ้าค่า Schoenfeld residuals ของตัวแปรร่วมไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาจนเกิดเหตุการณ์ที่สนใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ เป็นจริง ดังนั้นตัวแปรร่วมนั้นสามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้

6. การใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานค่าสินไหมทดแทนล่าช้า

หลังจากได้มีการตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์แล้ว ซึ่งเป็นการคัดเลือกตัวแปรร่วมเข้ามาในขั้นตอนแรก หลังจากนั้นจะต้องนำตัวแปรร่วมดังกล่าวมาคัดเลือกอีกครั้งว่าตัวแปรร่วมใดที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานค่าสินไหมทดแทนล่าช้า ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีวิธีการคัดเลือกตัวแปรร่วมเข้ามาในตัวแบบด้วยกันทั้งสิ้น 7 วิธี ดังนี้คือ วิธี Enter, Forward:Conditional, Forward:LR, Forward:Wald, Backward:Conditional, Backward:LR, Backward:Wald

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี Forward:LR ซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรร่วมเข้าตัวแบบ แบบขั้นบันได (Stepwise) โดยการคัดเลือกตัวแปรเข้าในตัวแบบพิจารณาจากค่าไคสแควร์ของสถิติทดสอบสกอร์ และการคัดเลือกตัวแปรออกจากตัวแบบพิจารณาจากค่าไคสแควร์ของสถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น ซึ่งขึ้นอยู่กับการประมาณความควรจะเป็นบางส่วนสูงสุด (Maximum partial likelihood estimates)

2.1.5 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

2.1.5.1 ตัวแบบการอยู่รอดแบบคอปปูลา (Survival Copula Model)

กำหนดให้ W แทนระยะเวลาที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

T ระยะเวลาตั้งแต่วันเริ่มต้นความคุ้มครอง จนถึงวันเกิดอุบัติเหตุ

b แทนระยะเวลาตั้งแต่วันเริ่มต้นความคุ้มครอง จนถึงระยะเวลาที่ศึกษา ในที่นี้ระยะเวลาที่ศึกษาเป็นรายปี

$b-T$ แทนระยะเวลาตั้งแต่วันเกิดอุบัติเหตุ จนถึงระยะเวลาที่ศึกษา

ให้ W และ T มีความสอดคล้องกันด้วยฟังก์ชันการอยู่รอดส่วนริม $S_W(.)$ และ $S_T(.)$ ตามลำดับ และฟังก์ชันความหนาแน่นส่วนริม $f_W(.)$ และ $f_T(.)$ จะได้ ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของ W และ T (Joint Survival Function) ดังนี้

$$S(w,t)=C_\phi(S_W(w),S_T(t)) \qquad ,(w,t)\in R^2$$

โดย C_ϕ แทนฟังก์ชันคอปปูลา

$S_W(w)$ แทนฟังก์ชันการอยู่รอดของ W

$S_T(t)$ แทนฟังก์ชันการอยู่รอดของ $b-T$

ฟังก์ชันความหนาแน่นของ W และ T (Joint Density Function) ดังนี้

$$f(w,t)=\frac{\partial^2 C_\phi(S_W(w),S_T(t))}{\partial w\partial t} \qquad ,w,t\geq 0$$

แต่ละฟังก์ชัน ϕ จะสร้างฟังก์ชันคอปปูลาได้ว่า

$$C_\phi(u,v)=\begin{cases}\phi\{\phi^{-1}(u)+\phi^{-1}(v)\} & ,0\leq u,v\leq 1\\ 0 & ,elsewhere\end{cases}$$

ซึ่งอยู่ภายใต้ขอบเขตของการสังเกต $0\leq\phi\leq 1,\phi(0)=1,\phi'<0,\phi''>0$

ฟังก์ชันของการอยู่รอดแบบ 2 ตัวแปร เป็นดังนี้

$$C_\theta(u,v) = \left(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1\right)^{-1/\theta}, \theta > 0$$

W และ T มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อ $\theta > 0$ และเป็นอิสระต่อกัน เมื่อ $\theta \to 0$

2.1.5.2 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา (Zhao และ Zhou, 2009)

ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ประกอบไปด้วยตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

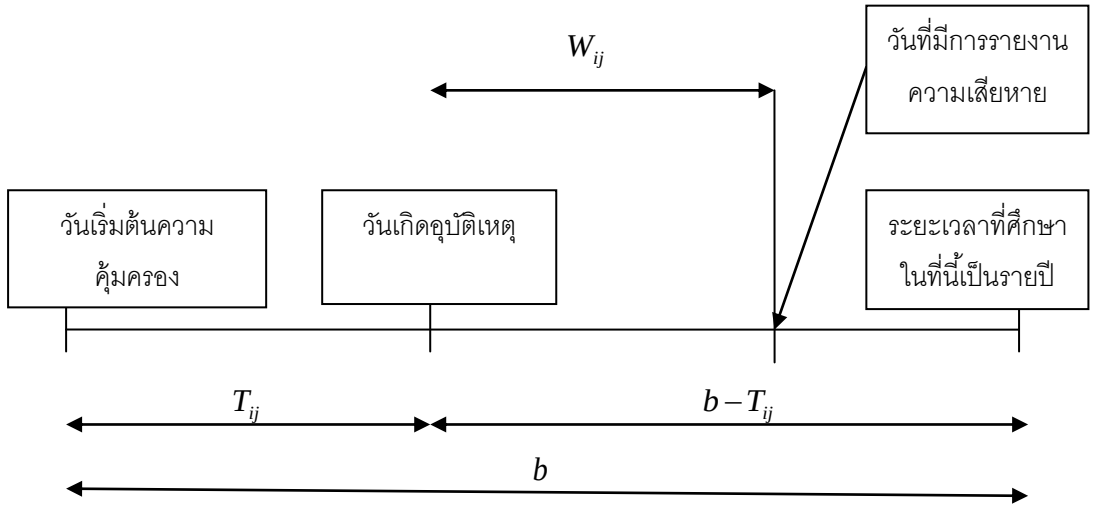
W_{ij} แทนระยะเวลาที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าของกรมธรรม์ที่ i เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนครั้งที่ j

T_{ij} แทนระยะเวลาตั้งแต่วันเริ่มต้นความคุ้มครอง จนถึงวันเกิดอุบัติเหตุ ของกรมธรรม์ที่ i เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนครั้งที่ j

b แทนระยะเวลาตั้งแต่วันเริ่มต้นความคุ้มครอง จนถึงระยะเวลาที่ศึกษา ในที่นี้ระยะเวลาที่ศึกษาเป็นรายปี

$b - T_{ij}$ แทนระยะเวลาตั้งแต่วันเกิดอุบัติเหตุ จนถึงระยะเวลาที่ศึกษาของกรมธรรม์ที่ i เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนครั้งที่ j

ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพความสัมพันธ์ของ T_{ij}, b, W_{ij} ได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของ T_{ij}, b, W_{ij}

ฟังก์ชันโครงสร้างภาวะภัยแบบสัดส่วน สำหรับตัวแบบที่ไม่เป็นอิสระซึ่งกันและกันระหว่าง W_{ij} และ $b-T_{ij}$ ผ่านฟังก์ชันคอปปูลา เนื่องจากข้อสมมติโครงสร้างภาวะภัยแบบสัดส่วนเป็นแบบไม่อิงพารามิเตอร์โดย จะได้การแจกแจงร่วมของ W_{ij} และ $b-T_{ij}$ คือ

$$\begin{aligned} R_{ij}(w,t) &= \Pr\left\{W_{ij} \le w, b-T_{ij} > t \mid b-T_{ij} > W_{ij}\right\} \\ &= \frac{1}{d_{ij}} C\left\{F_{W_{ij}}(w), S_T(t)\right\} \qquad , t \ge w \end{aligned}$$

โดยที่ $F_{W_{ij}}(w)$ และ $1-S_T(t)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงสะสม ของ W_{ij} และ $b-T_{ij}$ $f_{w_{ij}}(w)$ และ $f_T(t)$ เป็นฟังก์ชันความหนาแน่นของ W_{ij} และ $b-T_{ij}$ ซึ่ง $d_{ij} = \int_{w<t} C^{11}\left\{F_{W_{ij}}(w), S_T(t)\right\} f_{W_{ij}}(w) f_T(t) dw dt$

แต่ Chaieb-Lakhal, Rivest, and Abdous (2006) ได้เสนอว่า $F_{W_{ij}}(w)$ และ $S_T(t)$ ไม่สามารถอธิบายในเทอมของการแจกแจงส่วนริมได้ เนื่องจาก $F_{W_{ij}}(w)$ และ $S_T(t)$ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่วนริมของ W_{ij} และ T ภายใต้ขอบเขตที่สังเกต จึงสามารถใช้ตัวแบบการอยู่รอดร่วมแบบคอปปูลาโดย จะได้ว่า

$$\begin{aligned} R_{ij}(w,t) &= \Pr\left\{W_{ij} \le w, b-T_{ij} > t \mid b-T_{ij} > W_{ij}\right\} \\ &= \frac{1}{d_{ij}} \left[S_T(t) - C\left\{S_{W_{ij}}(w), S_T(t)\right\}\right] \qquad , t \ge w \end{aligned}$$

ให้ C แทนคอปปูลาการอยู่รอด (Survival Copula)

เนื่องจาก $I\left(W_{ij} \le b-T_{ij}\right)$ เป็นตัวแปรทวินาม โดยที่ $E\left[I\left(W_{ij} \le b-T_{ij}\right)\right] = d_{ij}$ สามารถเขียนพารามิเตอร์

$$d_{ij} = \exp\left(\mathbf{X}_{ij}^T \gamma\right) \Big/ \left[1+\exp\left(\mathbf{X}_{ij}^T \gamma\right)\right]$$

โดยที่ $\mathbf{X}_{ij}^T$ แทนเวกเตอร์ของตัวแปรร่วม (Covariate) และ γ แทนสัมประสิทธิ์ของพารามิเตอร์ (Coefficient of parameter)

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยในประเทศ

บุษยมาส นันตสุคนธ์ (2540) ได้กล่าวถึง วิธีการประมาณค่าฟังก์ชันอัตราภาวะภัย ด้วยวิธีการประมาณที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ซึ่งวิธีการประมาณที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือวิธีคณิตศาสตร์ประกันภัย วิธีของแคพแลนและไมเออร์ (Kaplan Meier's Method) วิธีของเนลสันและแอเลน (Nelson-Aalen's Method) และวิธีของเซเชอร์ (Sacher's Method) โดยศึกษาข้อมูลที่มีลักษณะสมบูรณ์ซึ่งมีการแจกแจงของระยะเวลาการอยู่รอดเป็นแบบไวบูลล์ (Weibull) แบบเอกซโพเนนเชียล (Exponential) และแบบเรย์ลี (Rayleigh) ได้ผลสรุปว่า สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงของระยะเวลาการอยู่รอดเป็นแบบไวบูลล์และเรย์ลีให้ผลการศึกษาเหมือนกันทุก ๆขนาดตัวอย่าง ส่วนกรณีการแจกแจงของระยะเวลาการอยู่รอดเป็นแบบเอกซโพเนนเชียล จะให้ผลการศึกษาแตกต่างกันไปตามขนาดตัวอย่าง และช่วงอายุ

มัณฑณา ฉิมม่วง (2550) ได้กล่าวถึงมูลค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่ประมาณด้วยวิธีสมการถดถอยฟัซซี (Fuzzy Regression) จะขึ้นอยู่กับระดับการยอมรับความเสี่ยงภัยของผู้ทำการประมาณ ค่าประมาณภาวะเงินเฟ้อที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จำนวนกา รเรียกร้องสินไหมทดแทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากศูนย์กลางไปทางซ้ายและขวาของค่า logarithm ของค่าสินไหมทดแทน ค่า logarithm ของผลกระทบเงินเฟ้อของค่าสินไหมทดแทน ค่า logarithm ของค่าเฉลี่ยการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน ณ ปีที่เริ่มต้นที่จะเกิดขึ้นในปีก้าวหน้าในอนาคต ค่าปร ะมาณเงินสำรองสินไหมทดแทน ณ ช่วงเวลาเริ่มต้น และเนื่องจากผลรวมค่าประมาณค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนมีค่าสูงและต่ำไม่แน่นอน จึงส่งผลต่อมูลค่าสุทธิค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่บริษัทควรดำรงไว้

วิภาวรรณ จันทร์คำ (2550) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบหาความแม่นยำของการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนด้วยวิธีบันไดลูกโซ่ (Chain-Ladder Method) วิธีบอร์นฮูตเตอร์เฟอร์กูสัน (Bornhuetter-Ferguson) ตัวแบบ Over-dispersed Poisson Chain Ladder ตัวแบบ Negative Binomial Chain Ladder และตัวแบบ Negative Binomial Bornhuetter-Ferguson โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของค่าพยากรณ์ (RMSEP) ผลจากการศึกษาความแม่นยำของค่าประมาณที่ได้ พบว่าในกรณีที่ข้อมูลมีค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ เช่น สัญญาประกันภัยรถยนต์ และสัญญาประกันอัคคีภัย และกรณีที่ ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่เป็นอัตราส่วนที่แน่นอน เช่น สัญญาแนบท้ายประกันสุขภาพ ให้ผลว่าวิธี Negative Binomial Bornhuetter-Ferguson มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของค่าพยากรณ์ (RMSEP) ต่ำที่สุด

ไพรวุฒิ อชินีทองคำ (2553) ได้กล่าวถึงการประมาณค่าความคลาดเค ลื่อนพยากรณ์ของการประมาณค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนด้วยวิธีบอร์นฮูตเตอร์ เฟอร์กูซัน (Bornhuetter-Ferguson) โดยใช้เทคนิคบูทสแตรป (Bootstrap technique) เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่าคลาดเคลื่อนพยากรณ์ของการประมาณค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนด้วยวิธีบันไดลูกโซ่ ผลการศึ กษาพบว่าข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายที่มีลักษณะไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันจะให้ค่าคลาดเคลื่อนพยากรณ์ของการประมาณค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนด้วยวิธีบอร์นฮูตเตอร์ เฟอร์กูซัน (Bornhuetter-Ferguson) ที่ใช้เทคนิคบูทสแตรป (Bootstrap technique) มีค่าต่ำกว่าค่าคลาดเคลื่อนพย ากรณ์ของการประมาณค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนด้วยวิธีบันไดลูกโซ่ (Chain Ladder)

2.2.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Hesselager และ Witting (1988) ได้อธิบายถึงจำนวนการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนระหว่างปีที่มีการพัฒนาการตอนต้น และปีที่มีการพัฒนาการล่าช้า (Early and Late Development Years) ว่ามีความสัมพันธ์ทางด้านลบ (Negative Correlation) แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาที่เหตุการณ์เกิดความล่าช้าไม่เป็นอิสระซึ่งกันและกัน ดังนั้นข้อสมมติฐานของความล่าช้าเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเหมือนกันและเป็นอิสระกันก็ไม่เป็นจริงเสมอไป สำหรับการใ ช้ตัวแบบกึ่งพาราเมตริก (Semiparametric) ของความล่าช้าที่ได้เสนอไปนั้น เพื่อจะสามารถใช้ร่วมกับตัวแปรที่มีความหลากหลายได้

Jewell (1990) ได้อธิบายถึงการใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา (Semi-survival copula model) และตัวแบบกึ่งความเสี่ยงแข่งขัน (Semi-competing risk model) ว่าเป็นตัวแบบที่แตกต่างจากตัวแบบที่มีการใช้กันอยู่ ในการคำนวณเงินสำรองสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วแต่ยังไม่ได้รายงาน คือข้อมูลทั้งหมดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างตัวประมาณภายใต้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา และตัวแบบกึ่งความเสี่ยงแ ข่งขันได้ ในทางตรงกันข้ามตัวแบบเดิมสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีค่าสังเกตที่สมบูรณ์ (Uncensored Data) เท่านั้น

Peng และ Fine (2006) ได้อธิบายถึงข้อมูลที่เป็นค่าสังเกตที่ไม่สบูรณ์ (Censored Data) เช่น ข้อมูลกึ่งความเสี่ยงแข่งขัน (Semi-competing risk Data) สำหรับตัวแบบค่าสินไหมทดแทนแบบรายบุคคล ประกอบไปด้วย เหตุการณ์ที่ไม่ทราบเวลาที่สิ้นสุด และเหตุการณ์ที่ทราบเวลาที่สิ้นสุด ทั้งสองเหตุการณ์มีช่วงเวลาที่ไม่เป็นอิสระซึ่งกันและกัน โดยข้อมูลที่สังเกตต้องอยู่ในช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาที่มีการรายงานค่าสินไหมทดแทนล่าช้า น้ อยกว่าหรือเท่ากับช่วงเวลาที่ค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้ว แต่ยังไม่ได้รายงาน

Pettere และ Kollo (2006) ได้กล่าวว่าเมื่อมีการประมาณการแจกแจงแบบ 2 ตัวแปร (Bivariate distribution) ของขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน และปัจจัยพัฒนาการด้วย คอปปูลาชนิดอาร์คิมิเดียน คือ แฟรงก์ คอปปูลา (Frank copula) กัมเบล คอปปูลา (Gumbel copula) และเคลย์ตัน คอปปูลา โดยที่เคลย์ตัน คอปปูลาจะให้ตัวแบบที่ดีที่สุด และมีการประมาณค่าพารามิเตอร์จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ ในการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่เกิดความเสียหายขึ้นแล้ว แต่ยังไม่ได้รับรายงาน

Larsen (2007) ได้เสนอว่าตัวแบบของเงินสำรองสำหรับการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเฉพาะรายบุคคลว่า สามารถใช้กับข้อมูลที่อาจจะได้รับผลกระทบจากฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ชนิดของการเรียกร้องสินไหมทดแทน เช่นเดียวกับการเปลี่ย นแปลงส่วนประสมของขนาดการเรียกร้องสินไหมทดแทน ซึ่งเป็นข้อที่ได้เปรียบกว่าการคำนวณเงินสำรองโดยใช้วิธีบันไดลูกโซ่ ที่ใช้ข้อมูลเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องแม่นยำในการประมาณการเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน อีกทั้งข้อบกพร่องของการตั้ง สมมติฐานความถี่ ความรุนแรง และความล่าช้าของการเรียกร้องสินไหมทดแทนที่มีการแจกแจงเหมือนกัน ซึ่งในบางครั้งตามความเป็นจริงแล้วอาจจะไม่ได้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้

Taylor, McGuire, Sullivan (2008) ได้กล่าวถึงการใช้วิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนแบบดั้ งเดิม ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในรูปตารางการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนรูปสามเหลี่ยม (Loss Development Triangle) อาจมีการตัดข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการประมาณการเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน และการใช้ตัวแบบความสูญเสียเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนเฉพาะรายบุคคลมีข้อได้เปรียบมากก ว่าการใช้ตัวแบบดั้งเดิมที่ต้องใช้ข้อมูลการเรียกร้องสินไหมทดแทนโดยรวมเท่านั้น คือตัวแบบความสูญเสียเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนเฉพาะรายบุคคล จะนำข้อมูลระยะเวลาการายงานความเสียหายล่าช้าและตัวแปรร่วมที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าเงินสำรองมาใช้ในตัวแบบ ซึ่งจะสามารถสร้างตัวพยากรณ์เงินสำรองที่สูญเสีย และตัวประมาณเพื่อทำนายความผิดพลาดของตัวพยากรณ์นั้นได้

Zhao และ Zhou (2009) ได้กล่าวถึงวิธีการที่ช่วยแก้ไขปัญหาการนำข้อมูลของแต่ละการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งบางครั้งหรือบางเหตุการณ์ข้อมูลนั้นอาจมีประโยชน์ต่อการทำนายเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนได้ และการรายงานความเสียหายล่าช้าซึ่งมีผลโดยตรงต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ซึ่งเป็นตัวแบบที่มีความยืดหยุ่นมากในการประมาณค่ าเงินสำรอง และมีการนำข้อมูลของการเรียกร้องสินไหมของแต่ละรายบุคคลมาใช้ร่วมกับตัวแบบ จึงสามารถสร้างตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการประมาณค่าเงินสำรอง สำหรับการจ่ายค่าเรียกร้องสินไหมทดแทนให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีคำนวณการประมาณค่าเงินสำรอง สำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ระหว่างวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ซึ่งจะวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถ ยนต์ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าของชนิดรถยนต์นั่ง กับชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก เพื่อใช้ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T ซึ่งจะนำไปสู่การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม โดยใช้เคลย์ตัน คอปปูลา ในบทนี้จะอธิบายถึงข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา และขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ คือข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ประเภทที่ 1 ของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบกิจการอยู่ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ.2550 ถึงปี พ.ศ.2552 โดยประกอบไปด้วยชนิดรถยนต์นั่ง กับชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ข้อมูลกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งมีจำนวน 18,258 กรมธรรม์ เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนจำนวน 52,247 ครั้ง ส่วนข้อมูลกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกมีจำนวน 1,464 กรมธรรม์ แบ่งเป็นชนิดรถยนต์โดยสารจำนวน 356 กรมธรรม์ ชนิดรถยนต์บรรทุกจำนวน 1,108 กรมธรรม์ เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนจำนวน 4,094 ครั้ง แบ่งเป็นชนิดรถยนต์โดยสารจำนวน 1,096 ครั้ง ชนิดรถยนต์บรรทุกจำนวน 2,998 ครั้ง โดยข้อมูลรายกรมธรรม์ที่เลือกมาศึกษานี้ แต่ ละกรมธรรม์จะต้องมีการรับประกันภัยครบรอบ 3 ปีกรมธรรม์ คือ ผู้เอาประกันภัยที่ทำประกันภัยกับบริษัทประกันภัยจะต้องเป็นลูกค้าต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 3 ปีกรมธรรม์ หรือ 12 ไตรมาส ข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์

ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ประกอบไปด้วย

1.เลขที่กรมธรรม์ประกันภัย ให้ชื่อตัวแปรว่า Policyno

2. เลขที่การเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน ให้ชื่อตัวแปรว่า Claimno

3. วันเริ่มต้นความคุ้มครอง ให้ชื่อตัวแปรว่า Incepdate

4. วันเกิดอุบัติเหตุ ให้ชื่อตัวแปรว่า accdate

5. วันที่มีการรายงานความเสียหาย ให้ชื่อตัวแปรว่า reportdate

6.ค่าสินไหมทดแทนที่จ่ายสะสม (Gross Payment) ให้ชื่อตัวแปรว่า gropaid ของเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์แต่ละกรมธรรม์ที่ใช้ในการศึกษา

Policyno.	Claimno.	accdate	incepdate	reportdate	gropaid1	…	gropaid12
24517	23512	20070101	20060514	20070102	654.21	…	6968.32
35348	38762	20090328	20090129	20090328	0	…	18162.62
21267	27845	20070126	20070110	20070131	0	…	4422.86
37458	30678	20070708	20070110	20070708	0	…	4485.98
29981	20991	20070126	20070110	20070131	0	…	0
47241	43921	20070708	20070110	20070708	13316	…	0
39087	32218	20070126	20070110	20070131	0	…	0
38778	37658	20070708	20070110	20070708	0	…	0

3.1.2 ข้อมูลการรับประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์

ข้อมูลการรับประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์ที่จะนำมาใช้ร่วมกับตัวแบบ เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า มีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาแยกตามแต่ละชนิดของรถยนต์ดังต่อไปนี้

1. กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

1.1 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย (Statutory Vehicle Class) ให้ชื่อตัวแปรว่า stveh ประกอบไปด้วย รหัสรถยนต์ 110 120 130

1.2 ยี่ห้อรถยนต์ (Vehicle Make) ให้ชื่อตัวแปรว่า make ประกอบไปด้วย ยี่ห้อของรถยนต์ที่ผลิตในยุโรป เอเชีย อเมริกา และไม่ระบุ

1.3 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า (Client Type) ให้ชื่อตัวแปรว่า cltty ประกอบไปด้วย การใช้ส่วนบุคคล และการใช้เพื่อการพาณิชย์

1.4 อายุรถยนต์ (Year) ให้ชื่อตัวแปรว่า year คือ อายุการใช้งานของรถยนต์ตั้งแต่เริ่มทำประกันภัย เป็นตัวแปรต่อเนื่อง

1.5 ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ (Garage Type) ให้ชื่อตัวแปรว่า gar ประกอบไปด้วย อู่ทั่วไป และอู่ห้าง

1.6 สาขาของบริษัทประกันภัย (Branch) ให้ชื่อตัวแปรว่า branch ประกอบไปด้วย กรุงเทพฯ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคใต้

1.7 จำนวนเงินเอาประกันภัย (Sum insured) ให้ชื่อตัวแปรว่า si ประกอบไปด้วย จำนวนเงินเอาประกันภัยที่น้อยกว่า 1 ล้านบาท และจำนวนเงินเอาประกันภัยที่มากกว่า 1 ล้านบาท

2. กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

2.1 ลักษณะการใช้ร ถยนต์ตามกฎหมาย (Statutory Vehicle Class) ให้ชื่อตัวแปรว่า stveh ประกอบไปด้วย รหัสรถยนต์ 210 220 310 320

2.2 ยี่ห้อรถยนต์ (Vehicle Make) ให้ชื่อตัวแปรว่า make ประกอบไปด้วย ยี่ห้อของรถยนต์ที่ผลิตใน ยุโรป เอเชีย และอเมริกา

2.3 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า (Client Type) ให้ชื่อตัวแปรว่า cltty ประกอบไปด้วย การใช้ส่วนบุคคล และการใช้เพื่อการพาณิชย์

2.4 อายุรถยนต์ (Year) ให้ชื่อตัวแปรว่า year อายุการใช้งานของรถยนต์ตั้งแต่เริ่มทำประกันภัย เป็นตัวแปรต่อเนื่อง

2.5 ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ (Garage Type) ให้ชื่อตัวแปรว่า gar ประกอบไปด้วย อู่ทั่วไป และอู่ห้าง

2.6 สาขาของบริษัทประกันภัย (Branch) ให้ชื่อตัวแปรว่า branch ประกอบไปด้วย กรุงเทพฯ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคใต้

2.7 จำนวนเงินเอาประกันภัย (Sum insured) ให้ชื่อตัวแปรว่า si ประกอบไปด้วย จำนวนเงินเอาประกันภัยที่น้อยกว่า 1 ล้านบาท และจำนวนเงินเอาประกันภัยที่มากกว่า 1 ล้านบาท

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลการรับประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลการรับประกันภัยรถยนต์ของแต่ละกรมธรรม์ที่ใช้ในการศึกษา

Policyno.	Claimno.	stveh	make	cltty	year	gar	branch	si
24517	23512	120	Toyota	C	4	Contract	Chonburi	0.75-1
35348	38762	220	Honda	C	4	Contract	Phuket	<=0.25
21267	27845	220	Nissan	C	5	Dealer	Bangkok	0.25-5
37458	30678	110	Honda	P	7	Dealer	Phuket	1.5-2
29981	20991	110	Isuzu	P	2	Dealer	Bangkok	0.25-5
47241	43921	120	Honda	C	11	Contract	Surat	<=0.25
39087	32218	110	Honda	P	8	Dealer	Bangkok	1.5-2
38778	37658	120	Toyota	C	7	Contract	Phuket	0.75-1

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้าของชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1.1 กำหนดปัจจัยที่ใช้ในตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

1. กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

1.1 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย หรือ ตัวแปร stveh ให้รหัสดังนี้

stveh1 = 1 คือ รหัสรถยนต์ 110

stveh1 = 0 คือ อื่นๆ

stveh2 = 1 คือ รหัสรถยนต์ 120

stveh2 = 0 คือ อื่นๆ

1.2 ยี่ห้อรถยนต์ หรือ ตัวแปร make ให้รหัสดังนี้

make1 = 1 คือ ยี่ห้อรถยนต์ของยุโรป

make1 = 0 คือ อื่นๆ

make2 = 1 คือ ยี่ห้อรถยนต์ของเอเชีย

make2 = 0 คือ อื่นๆ

make3 = 1 คือ ยี่ห้อรถยนต์ของอเมริกา

make3 = 0 คือ อื่นๆ

1.3 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า หรือ ตัวแปร cltty ให้รหัสดังนี้

cltty = 1 คือ การใช้เพื่อการพาณิชย์

cltty = 0 คือ การใช้ส่วนบุคคล

1.4 อายุรถยนต์ หรือ ตัวแปร year เป็นตัวแปรต่อเนื่อง

1.5 ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ หรือ ตัวแปร gar ให้รหัสดังนี้

gar = 1 คือ อู่ทั่วไป

gar = 0 คือ อู่ห้าง

1.6 สาขาของบริษัทประกันภัย หรือ ตัวแปร branch ให้รหัสดังนี้

branch1 = 1 คือ กรุงเทพฯ

branch1 = 0 คือ อื่นๆ

branch2 = 1 คือ ภาคกลาง

branch2 = 0 คือ อื่นๆ

branch3 = 1 คือ ภาคตะวันออก

branch3 = 0 คือ อื่นๆ

branch4 = 1 คือ ภาคเหนือ

branch4 = 0 คือ อื่นๆ

1.7 จำนวนเงินเอาประกันภัย หรือ ตัวแปร si ให้รหัสดังนี้

si = 1 คือ จำนวนเงินเอาประกันภัยน้อยกว่า 1,000,000 บาท

si = 0 คือ จำนวนเงินเอาประกันภัยมากกว่า 1,000,000 บาท

2. กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

2.1 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย หรือ ตัวแปร stveh ให้รหัสดังนี้

stveh1 = 1 คือ รหัสรถยนต์ 210

stveh1 = 0 คือ อื่นๆ

stveh2 = 1 คือ รหัสรถยนต์ 220

stveh2 = 0 คือ อื่นๆ

stveh3 = 1 คือ รหัสรถยนต์ 310

stveh3 = 0 คือ อื่นๆ

2.2 ยี่ห้อรถยนต์ หรือ ตัวแปร make ให้รหัสดังนี้

make1 = 1 คือ ยี่ห้อรถยนต์ของยุโรป

make1 = 0 คือ อื่นๆ

make2 = 1 คือ ยี่ห้อรถยนต์ของเอเชีย

make2 = 0 คือ อื่นๆ

2.3 ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า หรือ ตัวแปร cltty ให้รหัสดังนี้

cltty = 1 คือ การใช้เพื่อการพาณิชย์

cltty = 0 คือ การใช้ส่วนบุคคล

2.4 อายุรถยนต์ หรือ ตัวแปร year เป็นตัวแปรต่อเนื่อง

2.5 ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ หรือ ตัวแปร gar ให้รหัสดังนี้

gar = 1 คือ อู่ทั่วไป

gar = 0 คือ อู่ห้าง

2.6 สาขาของบริษัทประกันภัย หรือ ตัวแปร branch ให้รหัสดังนี้

branch1 = 1 คือ กรุงเทพฯ

branch1 = 0 คือ อื่นๆ

branch2 = 1 คือ ภาคกลาง

branch2 = 0 คือ อื่นๆ

branch3 = 1 คือ ภาคตะวันออก

branch3 = 0 คือ อื่นๆ

branch4 = 1 คือ ภาคเหนือ

branch4 = 0 คือ อื่นๆ

2.7 จำนวนเงินเอาประกันภัย หรือ ตัวแปร si ให้รหัสดังนี้

si = 1 คือ จำนวนเงินเอาประกันภัยน้อยกว่า 1,000,000 บาท

si = 0 คือ จำนวนเงินเอาประกันภัยมากกว่า 1,000,000 บาท

3.2.1.2. การตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ มีข้อสมมติที่กำหนดไว้ว่าค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์หรืออัตราส่วนของฟังก์ชันภาวะภัยของกลุ่มที่ต้องการศึกษา 2 กลุ่มจะต้องเป็นค่าคงที่ตลอดเวลา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ฟังก์ชันภาวะภัยของกลุ่มหนึ่งจะต้องเป็นสัดส่วนกับฟังก์ชันภาวะภัยของอีกกลุ่มหนึ่ง ในที่นี้จะพิจารณาวิธีตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ คือ วิธีการทดสอบสารูปสนิทดี เกณฑ์การตรวจสอบดังนี้ ถ้าค่า Schoenfeld residuals ของตัวแปรร่วมไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลา จนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์เป็นจริง ดังนั้นตัวแปรร่วมนั้นอยู่ในตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้

3.2.1.3 การใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ในขั้นตอนการตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ เป็นการคัดเลือกตัวแปรร่วมเข้ามาในขั้นตอนแรกก่อนว่า ตัวแปรร่วมนั้นสามารถเข้ากับข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้หรือไม่ เมื่อตัวแปรร่วมที่ผ่านเข้ามาในขั้นตอนแรกแล้ว จะต้องนำตัวแปรร่วมดังกล่าวมาคัดเลือกอีกครั้งว่าตัวแปรร่วมใดที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ในการวิจัยครั้ง นี้ใช้วิธี Forward:LR ซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรร่วมเข้าตัวแบบ แบบขั้นบันได เป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธี Forward แต่ไม่เหมือนกันคือ ตัวแปรที่ถูกคัดเลือกให้เข้าไปอยู่ในตัวแบบแล้วอาจถูกคัดเลือกออกจากตัวแบบได้ในภายหลัง ถ้าพบว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรร่วมตัวอื่น ๆ ที่อยู่ในตัวแบบ มีขั้นตอนดังนี้คือ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> คัดเลือกตัวแปรร่วมตัวที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดกว่าตัวอื่นๆ เข้ามาในตัวแบบก่อน โดยพิจารณาจากค่าไคสแควร์ของสถิติทดสอบสกอร์ ซึ่งตัวแปรที่สถิติทดสอบสกอร์ ให้ค่านัยสำคัญน้อยกว่าตัวแปรอื่นๆ และน้อยกว่า 0.05 จะได้รับการคัดเลือกให้เข้ามาในตัวแบบก่อน ถ้าพบว่าไม่มีตัวแปรร่วมใดผ่านเกณฑ์นัยสำคัญในการคัดเลือกตัวแปรเข้ามาอยู่ในตัวแบบจะหยุดทำการคัดเลือก

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การคัดเลือกตัวแปรเข้าเหมือนกับวิธี Forward และ การคัดเลือกตัวแปรออกเหมือนกับวิธี Backward นั่นคือจะคัดเลือกตัวแปรร่วมให้เข้ามาในตัวแบบเหมือนขั้นตอนที่ 1 และ

ในขณะเดียวกันจะคัดเลือกตัวแปรร่วมที่อยู่ในตัวแบบว่าสมควรจะอยู่หรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าไคสแควร์ของสถิติทดสอบอัตราส่วนความควรจะเป็น ซึ่งขึ้นอยู่กับการประมาณความควรจะเป็นบางส่วนสูงสุด โดยตัวแปรที่มีค่า นัยสำคัญมากกว่าตัวแปรตัวอื่นๆ และมากกว่า 0.10 จะถูกคัดเลือกออกจากตัวแบบก่อน

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากนั้นจะทำการคัดเลือกตัวแปรเข้ามาในตัวแบบสลับกับการคัดเลือกตัวแปรออกจากตัวแบบ และจะหยุดพัฒนาตัวแบบทั้งหมดเมื่อไม่มีตัวแปรอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องคัดเลือกเข้าหรือออกจากตัวแบบ

ซึ่งขั้นตอนทั้งหลายเหล่านี้ในโปรแกรม SPSS จะทำให้ถ้าเลือกวิธีแบบขั้นบันได วิธีนี้ผู้วิจัยสามารถจะเป็นผู้กำหนดเกณฑ์นัยสำคัญในการคัดเลือกตัวแปรเข้าไปอยู่ในตัวแบบ และเกณฑ์นัยสำคัญในการคัดเลือกตัวแปรออกจากตัวแบบ วิธีกำหนดเกณฑ์นัยสำคัญทำแบบเดียวกับกา ร กำหนดเกณฑ์นัยสำคัญในวิธี Forward และวิธี Backward ทั้ง 2 วิธีพร้อม ๆ กัน โดยควรกำหนดให้เกณฑ์นัยสำคัญสำหรับการคัดเลือกเข้า มากกว่าเกณฑ์นัยสำคัญสำหรับการคัดเลือกออก หรือ กำหนดให้เกณฑ์นัยสำคัญสำหรับการคัดเลือกเข้า น้อยกว่าเกณฑ์นัยสำคัญสำหรับการคัดเลือกออก เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวแปรตัวเดิมเข้าและออกจากตัวแบบได้ งานวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์นัยสำคัญสำหรับการคัดเลือกเข้าเท่ากับ 0.05 และเกณฑ์นัยสำคัญสำหรับการคัดเลือกออกเท่ากับ 0.10

3.2.2 **การประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด** สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. กรณีไม่มีปัจจัยร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้

กรณีไม่มีปัจจัยร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้ เมื่อจะทำการประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด ต้องใช้วิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดแบบไม่อิ งพารามิเตอร์ ซึ่งค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้คือ

$$\hat{S}(t) = \begin{cases} 1 & ,t < t_1 \\ \prod_{t_i \le t}\left[1 - \dfrac{d_i}{y_i}\right] & ,t < t_1 \end{cases}$$

เมื่อ d_i = จำนวนของระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ณ เวลา t_i

y_i = จำนวนข้อมูลทั้งหมดหลังเวลา t_{i-1} ที่อยู่รอด ณ เวลา t_i

ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้จะเป็นฟังก์ชันขั้นบันได ซึ่งมีการกระโดด ณ เวลา t_i โดยขนาดของการกระโดดขึ้นอยู่กับจำ นวนของระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ณ เวลา t_i และจำนวนข้อมูลที่มีค่าสังเกตไม่สมบูรณ์ที่เกิดก่อนเวลา t_i

2. กรณีมีปัจจัยร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้

ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ เป็นตัวแบบกึ่งพารามิเตอร์ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$h(t|Z) = h_0(t)c(\beta^t Z)$$

ซึ่งสามารถหาฟังก์ชันการอยู่รอดได้จากความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันการอยู่รอด และฟังก์ชันภาวะภัย ดังนี้

1. $f(t) = F'(t) = -S'(t)$
2. $h(t) = \dfrac{f(t)}{s(t)} = \dfrac{-S'(t)}{S(t)}$
3. $H(t) = \int_0^t h(u)du = -\ln S(t)$

หรือ $S(t) = \exp\left(-\int_0^t h(u)du\right) = \exp(-H(t))$

ในขั้นตอนนี้จะได้ $S_W(w)$ หรือ ฟังก์ชันการอยู่รอดของ W และ $S_T(t)$ หรือ ฟังก์ชันการอยู่รอดของ $b-T$

3.2.3 การประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม

คอปปูลา เป็นฟังก์ชันที่ใช้รวมหรือเชื่อมโยงความน่าจะเป็นเดี่ยวให้เป็นฟังก์ชันของการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมแบบหลายตัวแปรอยู่ในช่วง (0,1) ในงานวิจัยนี้ฟังก์ชันคอปปูลา ที่ใช้ในการศึกษา คือ เคลย์ตัน คอปปูลา ซึ่งเป็นฟังก์ชันของการอยู่รอดแบบ 2 ตัวแปร มีรูปแบบ ดังนี้

$$C_\theta(u,v) = \left(u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1\right)^{-1/\theta}, \theta > 0$$

จากตอนที่ 3.2.2 สามารถนำ $S_W(w)$ หรือ ฟังก์ชันการอยู่รอดของ W และ $S_T(t)$ หรือฟังก์ชันการอยู่รอดของ $b-T$ มาเชื่อมโยงให้เป็นฟังก์ชันของการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมแบบสองตัวแปรได้ จะได้ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของ W และ T ดังนี้

$$S(w,t) = C_\phi(S_W(w), S_T(t)) \quad , (w,t) \in R^2$$

จากฟังก์ชันเคลย์ตัน คอปปูลา สามารถทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ θ โดยใช้สัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ (τ) คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปรที่มีมาตรการวัดเป็นอันดับทั้งคู่ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ T และ W มีรูปแบบดังนี้

$$\theta = \frac{2\tau}{1-\tau}$$

จากตอนที่ 3.2.1 ถึง 3.2.3 เราสามารถหาค่าพารามิเตอร์ของสภาวะพื้นฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรร่วมจากข้อมูลได้ ซึ่งจะสามารถหาค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของ W และ T และฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของ W และ T เพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าเงินสำรอง สำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ต่อไป

บทที่ 4

ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

ในบทนี้จะแสดงถึงการคำนวณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยวิธีบันไดลูกโซ่ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้การประมาณการจากพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่าย (Paid Claim Development) ซึ่งจะนำไปสู่การประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ และเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนต่อไป จากนั้นจะแสดงถึงการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา โดยหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอด การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม และการคำนวณค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ระดับค่าพารามิเตอร์ในเคลย์ตัน คอปปูลาที่เกี่ยวข้อง (θ) แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 และค่า θ ที่มีการประมาณค่ามาจากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ซึ่งข้อมูลกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์มีความคุ้มครอง ดังนี้

1. ความคุ้มครองความรับผิดต่อชีวิต ร่างกาย หรืออนามัยของบุคคลภายนอก
2. ความคุ้มครองความรับผิดต่อทรัพย์สินของบุคคลภายนอก
3. ความคุ้มครองความรับผิดต่อความเสียหายของตัวรถยนต์
4. ความคุ้มครองความรับผิดต่อความสูญหายและไฟไหม้ของตัวรถยนต์

โดยได้รับข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในรูปแบบของค่าสินไ หมทดแทนจ่ายสะสม ของเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ของแต่ละกรมธรรม์ตามตารางที่ 3.1 ในบทที่ 3 จากนั้นนำข้อมูลมาจัดให้อยู่ในรูปแบบของตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนสุทธิของแต่ละชนิดกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ คือ การประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ของปีอุบัติเหตุ พ .ศ.2550 ถึง พ.ศ.2552

4.1 วิธีบันไดลูกโซ่

วิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ ได้ใช้ข้อมูลของค่าสินไหมทดแทนจ่ายงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่งประเภทที่ 1 ซึ่งจัดอยู่ในรูปแบบของตารางพัฒนาก ารของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสม (Cumulative Paid Claim) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสมของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

ปีอุบัติเหตุ	ปีก้าวหน้า		
	2552	2551	2550
2550	58,355,617.09	81,678,729.82	81,784,895.78
2551	95,877,744.12	135,297,857.19	
2552	117,954,594.44		

จากรูปแบบของตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสุทธิข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2552 มีการจ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีอุบัติเหตุ 2552 เป็นจำนวนเงิน 117,954,594.44 บาท ปีอุบัติเหตุ 2551 เป็นจำนวนเงิน 135,297,857.19 - 95,877,744.12 = 39,420,113.07 บาท ปีอุบัติเหตุ 2550 เป็นจำนวนเงิน 81,784,895.78 - 81,678,729.82 = 106,165.96 บาท ส่วนในปี พ.ศ. 2551 จ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีอุบัติ เหตุ 2551 เป็นจำนวนเงิน 95,877,744.12 บาท ปีอุบัติเหตุ 2550 เป็นจำนวนเงิน 81,678,729.82 - 58,355,617.09 = 23,323,112.07 บาท และในปี พ.ศ. 2550 จ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีอุบัติเหตุ 2550 เป็นจำนวนเงิน 58,355,617.09 บาท

ในขั้นตอนต่อไปจะคำนวณหาค่าอัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนสะสม ตามขั้นตอนในบทที่ 2 โดยที่ $\lambda_{j+1|j}$ คือ อัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายในปีก้าวหน้า $j+1$ ต่อค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายในปี j คำนวณได้จาก $\dfrac{\sum_{k=1}^{n-j} D_{k,j+1}}{\sum_{k=1}^{n-j} D_{k,j}}, j=1,2,..,n-1$

จากตารางที่ 4.1 สามารถคำนวณหาค่า $\lambda_{j+1|j}$ ได้ดังนี้

$$\lambda_{2|1} = \frac{\sum_{k=1}^{3-1} D_{k,2}}{\sum_{k=1}^{3-1} D_{k,1}} = \frac{D_{1,2} + D_{2,2}}{D_{1,1} + D_{2,1}}$$

$$= \frac{81{,}678{,}729.82 + 135{,}297{,}857.19}{58{,}355{,}617.09 + 95{,}877{,}744.12}$$

= 1.405

$$\lambda_{3|2} = \frac{\sum_{k=1}^{3-2} D_{k,3}}{\sum_{k=1}^{3-2} D_{k,2}} = \frac{D_{1,3}}{D_{1,2}}$$

$$= \frac{81{,}784{,}895.78}{81{,}678{,}729.82} = 1.0013$$

จากนั้นประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ของแต่ละปีเริ่ม โดยนำอัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนสะสมมาเป็นตัวคูณหาค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ จากวิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ โดยใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่ง สามารถทำการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปี ได้ดังนี้

พ.ศ.2550 ได้จำนวนเงินสำรอง 85,874,140.57 - 81,784,895.78 = 4,089,244.79

พ.ศ.2551 ได้จำนวนเงินสำรอง 142,247,403.12 - 135,297,857.19 = 6,949,545.93

พ.ศ.2552 ได้จำนวนเงินสำรอง 165,990,151.77 - 117,954,594.44 = 48,035,557.33

ตารางที่ 4.2 การประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และเงินสำรองที่ได้จากการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยวิธีบันไดลูกโซ่

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	85,874,140.57	4,089,244.79
2551	142,247,403.12	6,949,545.93
2552	165,990,151.77	48,035,557.33
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		59,074,348.05

จากการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ โดยใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่ง พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์นั่ง คือจำนวนเงินรวม 59,074,348.05 บาท

4.2 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเงินสำรองเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทน โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ข้อมูลที่นำมาศึกษานั้นเป็นข้อมูลรายกรมธรรม์ซึ่งแต่ละกรมธรรม์จะต้องมีการรับประกันภัยครบรอบ 3 ปีกรมธรรม์ จะประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้เคลย์ตัน คอปปูลา ระดับค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง θ แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 และค่าพารามิเตอร์ θ ที่ประมาณจากค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ของความสัมพันธ์ระหว่างระยะเ วลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดมีค่า 0.10 โดยจะเริ่มจากการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอ ดของระยะเวลา W และ T การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม และการคำนวณค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ กัน

4.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย ยี่ห้อรถยนต์ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า อายุรถยนต์ ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ สาขาของบริษัทประกันภัย และจำนวนเงินเอาประกันภัย

4.2.1.1 การตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

จากการตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Schoenfeld residuals และระยะเวลาจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจที่มีการเรียงอันดับแล้ว หากพบว่าค่า Schoenfeld residuals ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการอยู่รอดร่วมของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นตัวแปรร่วมนั้นสามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้ การตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้แบ่งออกเป็นระยะเวลาการอยู่รอดของ W

และ T ซึ่งแสดงรายละเอียดของค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) และ ค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมระหว่างปี พ .ศ.2550 ถึง พ.ศ.2552 ในตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

ตัวแปร	พ.ศ. 2550		พ.ศ. 2551		พ.ศ. 2552	
	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value
stveh1	0.005	0.701^{NS}	-0.007	0.510^{NS}	0.006	0.602^{NS}
stveh2	-0.021	0.081	0.003	0.737^{NS}	-0.009	0.399^{NS}
make1	0.020	0.094	0.050	0.000	0.021	0.051
make2	-0.039	0.001	-0.033	0.001	-0.010	0.385^{NS}
make3	0.032	0.008	-0.018	0.082	-0.013	0.222^{NS}
cltty	-0.005	0.706^{NS}	0.008	0.437^{NS}	0.005	0.618^{NS}
year	-0.028	0.021	-0.012	0.235^{NS}	-0.009	0.388^{NS}
gar	0.001	0.937^{NS}	0.005	0.611^{NS}	-0.002	0.876^{NS}
branch1	-0.044	0.000	-0.079	0.000	-0.047	0.000
branch2	0.051	0.000	0.042	0.000	0.043	0.000
branch3	0.074	0.000	0.038	0.000	-0.012	0.273^{NS}
branch4	0.034	0.005	0.044	0.000	0.042	0.000
si	-0.009	0.472^{NS}	-0.053	0.000	-0.035	0.002

หมายเหตุ 1) NS (Non Significant) หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

2) ชื่อตัวแปรในตารางได้กำหนดไว้ในบทที่ 3

จากตารางที่ 4.3 พบว่ามีตัวแปรร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ของระยะเวลาการอยู่รอด W ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 โดยแบ่งตามปี พ.ศ.ได้ดังนี้

พ.ศ.2550 ได้แก่ stveh1 cltty gar si

พ.ศ.2551 ได้แก่ stveh1 stveh2 cltty year gar

พ.ศ.2552 ได้แก่ stveh1 stveh2 make2 make3 cltty year gar branch3

ตารางที่ 4.4 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

ตัวแปร	พ.ศ. 2550		พ.ศ. 2551		พ.ศ. 2552	
	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value
stveh1	-0.014	0.358^{NS}	0.007	0.615^{NS}	-0.016	0.458^{NS}
stveh2	0.000	0.985^{NS}	0.015	0.269^{NS}	-0.003	0.905^{NS}
make1	-0.009	0.531^{NS}	0.030	0.024	0.044	0.040
make2	0.015	0.330^{NS}	-0.004	0.741^{NS}	-0.031	0.150^{NS}
make3	-0.012	0.420^{NS}	-0.040	0.003	-0.014	0.498^{NS}
cltty	0.009	0.538^{NS}	0.020	0.133^{NS}	0.048	0.023
year	-0.011	0.479^{NS}	0.003	0.812^{NS}	0.044	0.038
gar	-0.023	0.124^{NS}	-0.023	0.087	0.018	0.409^{NS}
branch1	0.007	0.625^{NS}	0.015	0.272^{NS}	0.005	0.814^{NS}
branch2	-0.021	0.163^{NS}	0.011	0.416^{NS}	-0.049	0.021
branch3	-0.003	0.865^{NS}	-0.011	0.433^{NS}	0.006	0.770^{NS}
branch4	0.010	0.496^{NS}	-0.009	0.483^{NS}	-0.004	0.853^{NS}
si	-0.014	0.347^{NS}	-0.031	0.020	-0.058	0.006

หมายเหตุ 1) NS (Non Significant) หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

2) ชื่อตัวแปรในตารางได้กำหนดไว้ในบทที่ 3

จากตารางที่ 4.4 พบว่ามีตัวแปรร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ของระยะเวลาการอยู่รอด T ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 โดยแบ่งตามปี พ.ศ.ได้ดังนี้

พ.ศ.2550 ได้แก่ stveh1 stveh2 make1 make2 make3 cltty year gar branch1 branch2 branch3 branch4 si

พ.ศ.2551 ได้แก่ stveh1 stveh2 make2 cltty year branch1 branch2 branch3 branch4

พ.ศ.2552 ได้แก่ stveh1 stveh2 make2 make3 gar branch1 branch3 branch4

4.2.1.2 การใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

เมื่อตรวจสอบข้อสมมติตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์แล้ว จากนั้นจึงดำเนินการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551		พ.ศ.2552
ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W	gar	cllty	gar	branch3
-2 Log Likehood	111607.619	159149.365	159152.207	136286.503
B	-0.068	0.053	-0.063	-0.102
P-value	0.007	0.090	0.005	0.007

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 ได้แก่ ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหาย ล่าช้าปี พ.ศ.2551 ได้แก่ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า และประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ.2552 ได้แก่ สาขาของบริษัทประกันภัยภาคตะวันออก

ดังนั้น เขียนตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้ดังนี้

พ.ศ.2550

$$h(w \mid gar) = h_0(w)\exp[(-0.068)(gar)]$$

พ.ศ.2551

$$h(w \mid cltty, gar) = h_0(w)\exp[(0.053)(cltty) + (-0.063)(gar)]$$

พ.ศ.2552

$$h(w \mid branch3) = h_0(w)\exp[(-0.102)(branch3)]$$

หรือ เขียนในรูปฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ดังนี้

พ.ศ.2550

$$S(w \mid gar) = S_0(w)^{\exp[(-0.068)(gar)]}$$

พ.ศ.2551

$$S(w \mid cltty, gar) = S_0(w)^{\exp[(0.053)(cltty)+(-0.063)(gar)]}$$

พ.ศ.2552

$$S(w \mid branch3) = S_0(w)^{\exp[(-0.102)(branch3)]}$$

ตารางที่ 4.6 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

	พ.ศ.2550		พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	
ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T	make2	si	-	make2	branch3
-2 Log Likehood	110834.882	110839.829	-	134282.166	134286.103
B	0.069	-0.090	-	-0.056	-0.090
P-value	0.027	0.020	-	0.046	0.017

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ.2550 ได้แก่ ยี่ห้อรถยนต์ที่ผลิตในเอเชีย และจำนวนเงินเอาประกันภัย

เนื่องจากปี พ .ศ. 2551 ไม่มีปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ.2552 ได้แก่ ยี่ห้อรถยนต์ที่ผลิตในเอเชีย และสาขาของบริษัทประกันภัยภาคตะวันออก

ดังนั้น สามารถเขียนตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้ดังนี้

พ.ศ.2550

$$h(t \mid si, make2) = h_0(t)\exp[(-0.090)(si) + (0.069)(make2)]$$

พ.ศ.2552

$$h(t \mid make2, branch3) = h_0(t)\exp[(-0.056)(make2) + (-0.090)(branch3)]$$

หรือ สามารถเขียนในรูปฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ดังนี้

พ.ศ.2550

$$S(t \mid si, make2) = S_0(t)^{\exp[(-0.090)(si)+(0.069)(make2)]}$$

พ.ศ.2552

$$S(t \mid make2, branch3) = S_0(t)^{\exp[(-0.056)(make2)+(-0.090)(branch3)]}$$

โดยฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน (Baseline survival function) ของปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

4.2.2 **ฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T**

จากตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ที่ได้ สามารถหาฟังก์ชันการอยู่รอดได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2550 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป ที่ระยะเวลาการอยู่รอด W เท่ากับ 35 วัน

S(w=35 | ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป) = $S_0(35)^{\exp[(-0.068)(gar)]}$

โดย ค่า $S_0(35) = 0.0944$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

gar = 1

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(w=35 | ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป) = $0.0944^{\exp[(-0.068)(1)]}$

= 0.1103

ตัวอย่างที่ 2 ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2550 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง มีจำนวนเงินเอาประกันภัยมากกว่า 1,000,000 บาท ยี่ห้อรถยนต์ของยุโรป ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T เท่ากับ 134 วัน

S(t=134 | จำนวนเงินเอาประกันภัยมากกว่า1,000,000บาท,ยี่ห้อรถยนต์ของยุโรป)

$= S_0(134)^{\exp[(-0.090)(si)+(0.069)(make2)]}$

โดย ค่า $S_0(134) = 0.8564$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

si = 0

make2 = 0

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(t=134 | จำนวนเงินเอาประกันภัยมากกว่า1,000,000บาท,ยี่ห้อรถยนต์ของยุโรป)

$= 0.8564^{\exp[(-0.090)(0)+(0.069)(0)]}$

= 0.8564

ตัวอย่างที่ 3 ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2551 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ใช้เพื่อส่วนบุคคล ซ่อมรถยนต์โดยใช้อู่ทั่วไป ที่ระยะเวลาการอยู่รอด W เท่ากับ 4 วัน

S(w=4 | ใช้เพื่อส่วนบุคคล,ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป) = $S_0(4)^{\exp[(0.053)(clty)+(-0.063)(gar)]}$

โดยค่า $S_0(4) = 0.3668$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

cltty = 0

gar = 1

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(w=4 | ใช้เพื่อส่วนบุคคล,ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป) = $0.3668^{\exp[(0.053)(0)+(-0.063)(1)]}$

= 0.3899

สำหรับฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2551 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ซึ่งไม่มีปัจจัยใดที่สามารถใช้ร่วมกับตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ สามารถประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
4	0.9996	32	0.9858	60	0.9655
5	0.9994	33	0.9854	61	0.9645
6	0.9989	34	0.9847	62	0.9636
7	0.9984	35	0.9842	63	0.9628
8	0.9981	36	0.9838	64	0.9622
9	0.9979	37	0.9834	65	0.9612
10	0.9977	38	0.9827	66	0.9604
11	0.9975	39	0.9820	67	0.9597
12	0.9968	40	0.9808	68	0.9582
13	0.9966	41	0.9800	69	0.9577
14	0.9965	42	0.9796	70	0.9568
15	0.9957	43	0.9790	71	0.9556
16	0.9956	44	0.9782	72	0.9543
17	0.9950	45	0.9778	73	0.9529
18	0.9946	46	0.9769	74	0.9518
19	0.9940	47	0.9765	75	0.9510
20	0.9934	48	0.9757	76	0.9501
21	0.9925	49	0.9749	77	0.9492
22	0.9923	50	0.9740	78	0.9484
23	0.9917	51	0.9730	79	0.9473
24	0.9910	52	0.9715	80	0.9459
25	0.9906	53	0.9710	81	0.9453
26	0.9899	54	0.9705	82	0.9438
27	0.9891	55	0.9696	83	0.9427
28	0.9886	56	0.9689	84	0.9410
29	0.9877	57	0.9684	85	0.9398
30	0.9871	58	0.9679	86	0.9389
31	0.9865	59	0.9674	87	0.9373

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
88	0.9357	116	0.8949	144	0.8430
89	0.9345	117	0.8922	145	0.8400
90	0.9334	118	0.8910	146	0.8376
91	0.9318	119	0.8901	147	0.8350
92	0.9302	120	0.8882	148	0.8338
93	0.9294	121	0.8863	149	0.8319
94	0.9275	122	0.8851	150	0.8303
95	0.9262	123	0.8835	151	0.8284
96	0.9253	124	0.8815	152	0.8258
97	0.9238	125	0.8800	153	0.8244
98	0.9223	126	0.8781	154	0.8224
99	0.9213	127	0.8762	155	0.8205
100	0.9204	128	0.8745	156	0.8190
101	0.9187	129	0.8725	157	0.8170
102	0.9173	130	0.8709	158	0.8147
103	0.9154	131	0.8686	159	0.8118
104	0.9138	132	0.8668	160	0.8094
105	0.9125	133	0.8649	161	0.8073
106	0.9108	134	0.8637	162	0.8051
107	0.9095	135	0.8618	163	0.8026
108	0.9080	136	0.8600	164	0.8003
109	0.9067	137	0.8575	165	0.7982
110	0.9052	138	0.8559	166	0.7966
111	0.9039	139	0.8524	167	0.7945
112	0.9014	140	0.8512	168	0.7916
113	0.9003	141	0.8488	169	0.7896
114	0.8989	142	0.8473	170	0.7881
115	0.8966	143	0.8453	171	0.7864

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
172	0.7842	200	0.7132	228	0.6279
173	0.7821	201	0.7105	229	0.6255
174	0.7791	202	0.7075	230	0.6212
175	0.7766	203	0.7050	231	0.6168
176	0.7752	204	0.7020	232	0.6135
177	0.7723	205	0.6982	233	0.6093
178	0.7698	206	0.6954	234	0.6068
179	0.7678	207	0.6913	235	0.6031
180	0.7643	208	0.6875	236	0.5994
181	0.7614	209	0.6838	237	0.5960
182	0.7587	210	0.6810	238	0.5929
183	0.7555	211	0.6778	239	0.5885
184	0.7533	212	0.6742	240	0.5858
185	0.7516	213	0.6712	241	0.5820
186	0.7491	214	0.6689	242	0.5792
187	0.7464	215	0.6666	243	0.5755
188	0.7441	216	0.6640	244	0.5708
189	0.7413	217	0.6613	245	0.5664
190	0.7391	218	0.6587	246	0.5627
191	0.7360	219	0.6559	247	0.5598
192	0.7336	220	0.6531	248	0.5568
193	0.7312	221	0.6496	249	0.5529
194	0.7281	222	0.6455	250	0.5496
195	0.7258	223	0.6428	251	0.5453
196	0.7241	224	0.6400	252	0.5418
197	0.7216	225	0.6366	253	0.5392
198	0.7193	226	0.6338	254	0.5355
199	0.7158	227	0.6303	255	0.5305

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
256	0.5267	284	0.4144	312	0.2848
257	0.5228	285	0.4104	313	0.2796
258	0.5188	286	0.4048	314	0.2751
259	0.5154	287	0.4009	315	0.2707
260	0.5102	288	0.3961	316	0.2670
261	0.5065	289	0.3912	317	0.2625
262	0.5013	290	0.3871	318	0.2580
263	0.4981	291	0.3825	319	0.2534
264	0.4942	292	0.3784	320	0.2476
265	0.4888	293	0.3728	321	0.2416
266	0.4851	294	0.3686	322	0.2379
267	0.4813	295	0.3644	323	0.2330
268	0.4783	296	0.3600	324	0.2284
269	0.4736	297	0.3555	325	0.2206
270	0.4697	298	0.3513	326	0.2169
271	0.4653	299	0.3463	327	0.2120
272	0.4610	300	0.3425	328	0.2075
273	0.4565	301	0.3365	329	0.2030
274	0.4528	302	0.3334	330	0.1969
275	0.4477	303	0.3287	331	0.1892
276	0.4448	304	0.3221	332	0.1835
277	0.4412	305	0.3164	333	0.1781
278	0.4365	306	0.3118	334	0.1712
279	0.4329	307	0.3062	335	0.1669
280	0.4298	308	0.3016	336	0.1614
281	0.4255	309	0.2986	337	0.1567
282	0.4216	310	0.2951	338	0.1536
283	0.4181	311	0.2904	339	0.1494

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
340	0.1455	349	0.0983	357	0.0540
341	0.1413	350	0.0942	358	0.0486
342	0.1365	351	0.0876	359	0.0426
343	0.1318	352	0.0820	360	0.0372
344	0.1274	353	0.0776	361	0.0314
345	0.1220	354	0.0701	362	0.0235
346	0.1171	355	0.0642	363	0.0150
347	0.1116	356	0.0576	364	0.0063
348	0.1046				

<u>ตัวอย่างที่ 4</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ.ศ.2552 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง สาขาของบริษัทประกันภัยคือกรุงเทพ ที่ระยะเวลาการอยู่รอด W เท่ากับ 66 วัน

S(w=66 | สาขากรุงเทพ) = $S_0(66)^{\exp[(-0.102)(branch3)]}$

โดยค่า $S_0(66) = 0.0230$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

branch3 = 0

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(w=66 | สาขากรุงเทพ) = $0.0230^{\exp[(-0.102)(0)]}$

= 0.0230

<u>ตัวอย่างที่ 5</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2552 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ยี่ห้อรถยนต์ของเอเชีย สาขาของบริษัทประกันภัยคือกรุงเทพ ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T เท่ากับ 341 วัน

$$S(t=341|\text{ยี่ห้อรถยนต์ของเอเชีย,สาขากรุงเทพ}) = S_0(341)^{\exp[(-0.056)(make2)+(-0.090)(branch3)]}$$

โดยค่า $S_0(341) = 0.0967$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

make2 = 1

branch3 = 0

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

$$S(t=341 \mid \text{ยี่ห้อรถยนต์ของเอเชีย,สาขากรุงเทพ}) = 0.0967^{\exp[(-0.056)(1)+(-0.090)(0)]}$$

$$= 0.1098$$

4.2.3 **ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม**

จากตอนที่ 4.2.2 จะได้ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T ในแต่ละปี ซึ่งจะนำค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T มาประมาณเป็นค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของแต่ละกรมธรรม์ แต่ละการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์นั้นในแต่ละปี โดยใช้ฟังก์ชัน เคลย์ตัน คอปปูลาในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม มีรูปแบบดังนี้

$$C_\theta(\ S_W(w), S_T(t)\ ) = \left[S_W(w)^{-\theta} + S_T(t)^{-\theta} - 1\right]^{-1/\theta}$$

ซึ่งจะเสนอค่าพารามิเตอร์ θ ในเคลย์ตัน คอปปูลา ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือระดับค่าพารามิเตอร์ θ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 ส่วนที่สองคือค่าพารามิเตอร์ θ ที่มีการประมาณค่ามาจากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการายงานความเสียหายล่าช้า W และ T ซึ่งจะแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ θ ได้ในขั้นตอนต่อไป

4.2.3.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ

ค่าพารามิเตอร์ θ ในเคลย์ตัน คอปปูลา ได้ทำการประมาณขึ้นจากค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ มีรูปแบบดังนี้

$$\theta = \frac{2\tau}{1-\tau}$$

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในงานวิจัยนี้ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งในปี พ .ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552 ซึ่งจะแสดงผลในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ และค่าพารามิเตอร์ θ ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งในปี พ.ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552

	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
Kendall's tau (τ) Correlation Coefficient	0.009	0.005	0.003
ค่าพารามิเตอร์ θ	0.01816	0.01005	0.00602

ในขั้นตอนต่อไปจะนำค่า θ ที่แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 และค่า θ ที่ประมาณได้ในแต่ละปี พ.ศ. แทนค่าลงในเคลย์ตัน คอปปูลา เพื่อทำการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม ในแต่ละปี พ.ศ. ได้ดังนี้

<u>พ.ศ. 2550</u>

$$C_\theta(S_W(35), S_T(134)) = \left[S_W(35)^{-\theta} + S_T(134)^{-\theta} - 1\right]^{-1/\theta}$$

จากตัวอย่างที่ 1 ได้ค่า $S_W(35) = 0.1103$

และตัวอย่างที่ 2 ได้ค่า $S_T(134) = 0.8564$

เมื่อนำค่า $S_W(35)$ และ $S_T(134)$ แทนค่าในสมการข้างต้นที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3,5,10$ และค่า θ ที่ประมาณได้เท่ากับ 0.01816 ได้ดังนี้

$$C_3(0.1103,0.8564) = \left[(0.1103)^{-3} + (0.8564)^{-3} - 1\right]^{-1/3}$$

= 0.11023739

$$C_5(0.1103,0.8564) = \left[(0.1103)^{-5} + (0.8564)^{-5} - 1\right]^{-1/5}$$

= 0.11026612

$$C_{10}(0.1103,0.8564)=\left[(0.1103)^{-10}+(0.8564)^{-10}-1\right]^{-1/10}$$

= 0.11026654

$$C_{0.01816}(0.1103,0.8564)=\left[(0.1103)^{-0.01816}+(0.8564)^{-0.01816}-1\right]^{-1/0.01816}$$

= 0.09500952

<u>พ.ศ. 2551</u>

$$C_{\theta}(\ S_W(4),S_T(143)\ )=\left[S_W(4)^{-\theta}+S_T(143)^{-\theta}-1\right]^{-1/\theta}$$

จากตัวอย่างที่ 3 ได้ค่า $S_W(4)=0.3899$

และจากตารางที่ 4.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ได้ค่า $S_T(143)=0.8453$

เมื่อนำค่า $S_W(4)$ และ $S_T(143)$ แทนค่าในสมการข้างต้นที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta=3,5,10$ และค่า θ ที่ประมาณได้เท่ากับ 0.01005 ได้ดังนี้

$$C_3(0.3899,0.8453)=\left[(0.3899)^{-3}+(0.8453)^{-3}-1\right]^{-1/3}$$

= 0.38501501

$$C_5(0.3899,0.8453)=\left[(0.3899)^{-5}+(0.8453)^{-5}-1\right]^{-1/5}$$

= 0.38902129

$$C_{10}(0.3899,0.8453)=\left[(0.3899)^{-10}+(0.8453)^{-10}-1\right]^{-1/10}$$

= 0.38992697

$$C_{0.01005}(0.3899,0.8453)=\left[(0.3899)^{-0.01005}+(0.8453)^{-0.01005}-1\right]^{-1/0.01005}$$

= 0.33013880

พ.ศ. 2552

$$C_\theta\left(\ S_W(66), S_T(341)\ \right) = \left[S_W(66)^{-\theta} + S_T(341)^{-\theta} - 1\right]^{-1/\theta}$$

จากตัวอย่างที่ 4 ได้ค่า $S_W(66) = 0.0230$

และตัวอย่างที่ 5 ได้ค่า $S_T(341) = 0.1098$

เมื่อนำค่า $S_W(66)$ และ $S_T(341)$ แทนค่าในสมการข้างต้นที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3,5,10$ และค่า θ ที่ประมาณได้เท่ากับ 0.00602 ได้ดังนี้

$$C_3(0.0230,0.1098) = \left[(0.0230)^{-3} + (0.1098)^{-3} - 1\right]^{-1/3}$$

= 0.02289064

$$C_5(0.0230,0.1098) = \left[(0.0230)^{-5} + (0.1098)^{-5} - 1\right]^{-1/5}$$

= 0.02295821

$$C_{10}(0.0230,0.1098) = \left[(0.0230)^{-10} + (0.1098)^{-10} - 1\right]^{-1/10}$$

= 0.02296004

$$C_{0.00602}(0.0230,0.1098) = \left[(0.0230)^{-0.00602} + (0.1098)^{-0.00602} - 1\right]^{-1/0.00602}$$

= 0.00264919

4.2.4 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

เมื่อได้ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของแต่ละกรมธรรม์ แต่ละการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์นั้นในแต่ละปี สามารถนำค่าดังกล่าวเข้าสู่ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา มีรูปแบบดังนี้

$$\begin{aligned} R_{ij}(w,t) &= \Pr\left\{W_{ij} \le w, b - T_{ij} > t \mid b - T_{ij} > W_{ij}\right\} \\ &= \frac{1}{d_{ij}}\left[S_T(t) - C\left\{S_{W_{ij}}(w), S_T(t)\right\}\right] \qquad , \ t \ge w \end{aligned}$$

เนื่องจาก $I\left(W_{ij} \le b - T_{ij}\right) = \begin{cases} 1 & , W_{ij} \le b - T_{ij} \\ 0 & , other \end{cases}$

โดยที่ $I(W_{ij} \le b - T_{ij})$ เป็นตัวแปรทวินาม ดังนั้น $E[I(W_{ij} \le b - T_{ij})] = nq$

เมื่อ $E[I(W_{ij} \le b - T_{ij})]$ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรทวินาม

q คือ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ระยะเวลาการอยู่รอด $W_{ij} \le b - T_{ij}$

n คือ จำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

จะได้ว่า $E[I(W_{ij} \le b - T_{ij})] = d_{ij}$

แสดงให้เห็นตัวอย่างในแต่ละปี ดังนี้

<u>พ.ศ. 2550</u>

จากตัวอย่างที่ 2 ได้ค่า $S_T(134) = 0.8564$
จากตอนที่ 4.2.3 ปี พ.ศ.2550 ได้ค่า

$C_3(S_W(35), S_T(134)) = C_3(0.1103, 0.8564) = 0.1102$

$C_5(S_W(35), S_T(134)) = C_5(0.1103, 0.8564) = 0.1103$

$C_{10}(S_W(35), S_T(134)) = C_{10}(0.1103, 0.8564) = 0.1103$

$C_{0.01816}(S_W(35), S_T(134)) = C_{0.01816}(0.1103, 0.8564) = 0.0950$

แทนค่าในสมการข้างต้น ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$R_{ij}(35,134) = \frac{1}{7036}\left[S_T(134) - C_3(S_W(35), S_T(134))\right]$$

$$= \frac{1}{7036}\left[0.8564 - 0.1102\right] = 0.00010605$$

$$R_{ij}(35,134) = \frac{1}{7036}\left[S_T(134) - C_5(S_W(35), S_T(134))\right]$$

$$= \frac{1}{7036}\left[0.8564 - 0.1103\right] = 0.00010604$$

$$R_{ij}(35,134) = \frac{1}{7036}[S_T(134) - C_{10}(S_W(35), S_T(134))]$$

$$= \frac{1}{7036}\left[0.8564 - 0.1103\right] = 0.00010604$$

$$R_{ij}(35,134) = \frac{1}{7036}[S_T(134) - C_{0.01816}(S_W(35), S_T(134))]$$

$$= \frac{1}{7036}\left[0.8564 - 0.0950\right] = 0.00010822$$

<u>พ.ศ. 2551</u>

จากตารางที่ 4.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ .ศ.2551 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ได้ค่า $S_T(143) = 0.8453$

จากตอนที่ 4.2.3 ปี พ.ศ.2551 ได้ค่า

$C_3(S_W(4), S_T(143)) = C_3(0.3899, 0.8453) = 0.3850$

$C_5(S_W(4), S_T(143)) = C_5(0.3899, 0.8453) = 0.3890$

$C_{10}(S_W(4), S_T(143)) = C_{10}(0.3899, 0.8453) = 0.3899$

$C_{0.01005}(S_W(4), S_T(143)) = C_{0.01005}(0.3899, 0.8453) = 0.3301$

แทนค่าในสมการข้างต้น ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$R_{ij}(4,143) = \frac{1}{9645}\left[S_T(143) - C_3(S_W(4), S_T(143))\right]$$

$$= \frac{1}{9645}\left[0.8453 - 0.3850\right] = 0.00004772$$

$$R_{ij}(4,143) = \frac{1}{9645}\left[S_T(143) - C_5(S_W(4), S_T(143))\right]$$

$$= \frac{1}{9645}\left[0.8453 - 0.3890\right] = 0.00004731$$

$$R_{ij}(4,143) = \frac{1}{9645}\left[S_T(143) - C_{10}(S_W(4), S_T(143))\right]$$

$$= \frac{1}{9645}\left[0.8453 - 0.3899\right] = 0.00004721$$

$$R_{ij}(4,143) = \frac{1}{9645}\left[S_T(143) - C_{0.01005}(S_W(4), S_T(143))\right]$$

$$= \frac{1}{9645}\left[0.8453 - 0.3301\right] = 0.00005341$$

<u>พ.ศ. 2552</u>

จากตัวอย่างที่ 5 ได้ค่า $S_T(341) = 0.1098$

จากตอนที่ 4.2.3 ปี พ.ศ.2552 ได้ค่า

$C_3(S_W(66), S_T(341)) = C_3(0.0230, 0.1098) = 0.0229$

$C_5(S_W(66), S_T(341)) = C_5(0.0230, 0.1098) = 0.0230$

$C_{10}(S_W(66), S_T(341)) = C_{10}(0.0230, 0.1098) = 0.0230$

$C_{0.00602}(S_W(66), S_T(341)) = C_{0.00602}(0.0230, 0.1098) = 0.0026$

แทนค่าในสมการข้างต้น ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$R_{ij}(66,341) = \frac{1}{8234}\left[S_T(341) - C_3(S_W(66), S_T(341))\right]$$

$$= \frac{1}{8234}\left[0.1098 - 0.0229\right] = 0.00001056$$

$$R_{ij}(66,341) = \frac{1}{8234}[S_T(341) - C_5(S_W(66), S_T(341))]$$

$$= \frac{1}{8234}\left[0.1098 - 0.0230\right] = 0.00001055$$

$$R_{ij}(66,341) = \frac{1}{8234}[S_T(341) - C_{10}(S_W(66), S_T(341))]$$

$$= \frac{1}{8234}\left[0.1098 - 0.0230\right] = 0.00001055$$

$$R_{ij}(66,341) = \frac{1}{8234}[S_T(341) - C_{0.00602}(S_W(66), S_T(341))]$$

$$= \frac{1}{8234}\left[0.1098 - 0.0026\right] = 0.00001302$$

4.2.5 การประมาณค่าเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน

จากขั้นตอนการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า ฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยเคลย์ตัน คอปปูลา จนถึงตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ทำให้สามารถหาค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการเพื่อพยากรณ์เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปี โดยการนำค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ได้จากตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลานั้นไปเป็นตัวคูณกับขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปี เพื่อให้ได้ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และคำนวณหาค่าเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิ ดรถยนต์นั่ง ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ กัน แสดงในแต่ละปี พ .ศ. ดังต่อไปนี้

พ.ศ.2550 ขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเท่ากับ 81,784,896 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.04323 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 81,784,896 * 1.04323 = 85,320,864 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 5 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.04235 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 81,784,896 * 1.04235 = 85,248,803 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 10 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.04109 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 81,784,896 * 1.04109 = 85,145,166 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ θ = 0.01816 ในเคลย์ตัน คอปปูลา เท่ากับ 1.04896 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 81,784,896 * 1.04896 = 85,789,149 บาท

พ.ศ.2551 ขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเท่ากับ 135,297,857 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.03843 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 135,297,857 * 1.03843 = 140,497,099 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 5 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.03690 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 135,297,857 * 1.03690 = 140,289,689 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 10 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.03516 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 135,297,857 * 1.03516 = 140,054,938 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ θ = 0.01005 ในเคลย์ตัน คอปปูลา เท่ากับ 1.04798 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 135,297,857 * 1.04798 = 141,790,513 บาท

พ.ศ.2552 ขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเท่ากับ 117,954,594 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.28183 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 117,954,594 * 1.28183 = 151,197,167 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 5 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.27321 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 117,954,594 * 1.27321 = 150,181,468 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 10 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.25408 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 117,954,594 * 1.25408 = 147,924,479 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ θ = 0.00602 ในเคลย์ตัน คอปปูลา เท่ากับ 1.29817 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 117,954,594 * 1.29817 = 153,125,236 บาท

ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งของปี พ .ศ.2550 ถึง พ.ศ. 2552 โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับ ค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ กัน ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.9 ถึง ตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.9 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3$

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	85,320,863.83	3,535,968.05
2551	140,497,098.86	5,199,241.67
2552	151,197,166.84	33,242,572.40
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		41,977,782.13

ตารางที่ 4.10 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 5$

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	85,248,802.81	3,463,907.03
2551	140,289,688.89	4,991,831.70
2552	150,181,468.40	32,226,873.96
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		40,682,612.69

ตารางที่ 4.11 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 10$

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	85,145,165.94	3,360,270.16
2551	140,054,937.69	4,757,080.50
2552	147,924,478.69	29,969,884.25
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		38,087,234.91

ตารางที่ 4.12 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในปีต่างๆ

ปีอุบัติเหตุ	ค่าพารามิเตอร์	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	0.01816	85,789,149.34	4,004,253.56
2551	0.01005	141,790,512.89	6,492,655.70
2552	0.00602	153,125,235.83	35,170,641.39
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)			45,667,550.65

จากการคำนวณหาค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนโดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา พบว่า ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 เป็นจำนวนเงินรวมเท่ากับ 41,977,782.13 บาท เมื่อ θ = 5 เป็นจำนวนเงินรวมเท่ากับ 40,682,612.69 บาท และ เมื่อ θ =10 เป็นจำนวนเงินรวมเท่ากับ 38,087,234.91บาท

ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ θ จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งในปี พ .ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552 พบว่าค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน จำนวนเงินรวมเท่ากับ 45,667,550.65 บาท

4.3 การเปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

จากการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยวิธีบันไดลูกโซ่และตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ เท่ากับ 3,5,10 พบว่าวิธีบันไดลูกโซ่จะให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปีเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาทุกระดับค่าพารามิเตอร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น ค่าประ มาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนจะมีค่าลดลง เมื่อใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในแต่ละปีของปี พ .ศ.2550 ถึงปี พ.ศ.2552 พบว่าค่าประมาณเงินสำรองมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง โดยวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

ปี อุบัติเหตุ	ค่าเงินสำรอง (บาท)				
	วิธีบันไดลูกโซ่	ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา			
		$\theta = 3$	$\theta = 5$	$\theta = 10$	ค่า θ ที่ประมาณได้
2550	4,089,245	3,535,968	3,463,907	3,360,270	4,004,254 (θ =0.01816)
2551	6,949,546	5,199,242	4,991,832	4,757,080	6,492,655 (θ =0.01005)
2552	48,035,557	33,242,572	32,226,874	29,969,884	35,170,641 (θ =0.00602)
รวม	59,074,348	41,977,782	40,682,613	38,087,235	45,667,550.65

เมื่อเปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่คำนวณได้จาก ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ เท่ากับ 3,5,10 พบว่า เมื่อค่าพารามิเตอร์ θ มีค่าสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนลดลง ส่วนค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่ใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ ในแต่ละปี จะมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่ ทั้งนี้เพราะระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย $(\tau_{50} = 0.009, \tau_{51} = 0.005, \tau_{52} = 0.003)$

บทที่ 5

ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

ในบทนี้จะแสดงถึงการคำนวณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยวิธีบันไดลูกโซ่ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้การประมาณการจากพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่าย ซึ่งจะนำไปสู่การประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ และเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนต่อไป จากนั้นจะแสดงถึงการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา โดยหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอด การประมาณค่าฟังก์ชัน การอยู่รอดร่วม และการคำนวณค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ระดับค่าพารามิเตอร์ในเคลย์ตัน คอปปูลาที่เกี่ยวข้อง (θ) แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 และค่า θ ที่มีการประมาณค่าขึ้นมาจาก ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ Wและ T

โดยได้รับข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในรูปแบบของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสม ของเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ของแต่ละกรมธรรม์ตามตารางที่ 3.1 ในบทที่ 3 จากนั้นนำข้อมูลมาจัดให้อยู่ ในรูปแบบของตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนสุทธิของแต่ละชนิดกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ คือ การประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ของปีอุบัติเหตุ พ.ศ.2550 ถึง พ.ศ.2552

5.1 วิธีบันไดลูกโซ่

วิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ ได้ใช้ข้อมูลของค่าสินไหมทดแทนจ่ายงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ประเภทที่ 1 ซึ่งจัดอยู่ในรูปแบบของตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสม แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสะสมของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

ปี	ปีก้าวหน้า		
อุบัติเหตุ	2552	2551	2550
2550	4,027,002.73	6,066,391.36	6,115,455.06
2551	6,833,978.75	11,313,098.10	
2552	6,450,799.94		

จากรูปแบบของตารางพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายสุทธิข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2552 มีการจ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีอุบัติเหตุ 2552 เป็นจำนวนเงิน 6,450,799.94 บาท ปีอุบัติเหตุ 2551 เป็นจำนวนเงิน 11,313,098.10 – 6,833,978.75 = 4,479,119.35 บาท ปีอุบัติเหตุ 2550 เป็นจำนวนเงิน 6,115,455.06 – 6,066,391.36 = 49,063.70 บาท ส่วนในปี พ.ศ. 2551 จ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีอุบัติเหตุ 2551 เป็นจำนวนเงิน 6,833,978.75 บาท ปีอุบัติเหตุ 2550 เป็นจำนวนเงิน 6,066,391.36 – 4,027,002.73 = 2,039,388.63 บาท และในปี พ.ศ. 2550 จ่ายค่าสินไหมทดแทนสำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีอุบัติเหตุ 2550 เป็นจำนวนเงิน 4,027,002.73 บาท

ในขั้นตอนต่อไปจะคำนวณหาค่าอัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนสะสม ตามขั้นตอนในบทที่ 2 โดยที่ $\lambda_{j+1|j}$ คือ อัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายในปีก้าวหน้า $j+1$ ต่อค่าสินไหมทดแทนรวมที่จ่ายในปี j คำนวณได้จาก $\dfrac{\sum_{k=1}^{n-j} D_{k,j+1}}{\sum_{k=1}^{n-j} D_{k,j}}, j=1,2,..,n-1$

จากตารางที่ 5.1 สามารถคำนวณหาค่า $\lambda_{j+1|j}$ ได้ดังนี้

$$\lambda_{2|1} = \frac{\sum_{k=1}^{3-1} D_{k,2}}{\sum_{k=1}^{3-1} D_{k,1}} = \frac{D_{1,2} + D_{2,2}}{D_{1,1} + D_{2,1}}$$

$$= \frac{6,066,391.36 + 11,313,098.10}{4,027,002.73 + 6,833,978.75}$$

= 1.5809

$$\lambda_{3|2} = \frac{\sum_{k=1}^{3-2} D_{k,3}}{\sum_{k=1}^{3-2} D_{k,2}} = \frac{D_{1,3}}{D_{1,2}}$$

$$= \frac{6{,}115{,}455.06}{6{,}066391.36} = 1.0081$$

จากนั้นประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ของแต่ละปีเริ่ม โดยนำอัตราส่วนค่าสินไหมทดแทนสะสมมาเป็นตัวคูณหาค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ จากวิธีการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ โดยใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก สามารถทำการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปี ได้ดังนี้

พ.ศ.2550 ได้จำนวนเงินสำรอง 6,421,227.81 – 6,115,455.06 = 305,772.75

พ.ศ.2551 ได้จำนวนเงินสำรอง 11,974,825.87 – 11,313,098.10 = 661,727.77

พ.ศ.2552 ได้จำนวนเงินสำรอง 10,280,703.58 – 6,450,799.94 = 3,829,903.64

ตารางที่ 5.2 การประมาณค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และเงินสำรองที่ได้จากการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยวิธีบันไดลูกโซ่

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	6,421,227.81	305,772.75
2551	11,974,825.87	661,727.77
2552	10,280,703.58	3,829,903.64
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		4,797,404.16

จากการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ โดยใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนจ่ายของกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก พบว่าต้องทำการ

ประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนสำหรับกรมธรรม์ประกันภัยชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก เป็นจำนวนเงินรวม 4,797,404.16บาท

5.2 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเงินสำรองเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทน โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ข้อมูลที่นำมาศึกษานั้นเป็นข้อมูลรายกรมธรรม์ซึ่งแต่ละกรมธรรม์จะต้องมีการรับประกันภัยครบรอบ 3 ปีกรมธรรม์ จะประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้เคลย์ตัน คอปปูลา ระดับค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องจะใช้ค่า θ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 และค่าพารามิเตอร์ θ ที่ประมาณจากค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ของความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดมีค่า 0.10 โดยจะเริ่มจากการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยน ต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม และการคำนวณค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ กัน

5.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย ยี่ห้อรถยนต์ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า อายุรถยนต์ ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ สาขาของบริษัทประกันภัย และจำนวนเงินเอาประกันภัย

5.2.1.1 การตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์

จากการตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Schoenfeld residuals และระยะเวลาจนกระทั่งเกิดเหตุการณ์ที่สนใจที่มีการเรียงอันดับแล้ว หากพบว่าค่า Schoenfeld residuals ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการอยู่รอดร่วมของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นตัวแปรร่วมนั้นสามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ได้ การตรวจสอบข้อสมมติของตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้แบ่งออกเป็นระยะเวลาการอยู่รอดของ W และ T ซึ่งแสดงรายละเอียดของค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมระหว่างปี พ.ศ.2550 ถึง พ.ศ.2552 ดังตารางที่ 5.3 และ ตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.3 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และ ค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

ตัวแปร	พ.ศ. 2550		พ.ศ. 2551		พ.ศ. 2552	
	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value
stveh1	0.008	0.858^{NS}	0.056	0.139^{NS}	0.043	0.297^{NS}
stveh2	0.078	0.064	-0.014	0.712^{NS}	-0.011	0.795^{NS}
stveh3	-0.075	0.077	-0.004	0.922^{NS}	-0.064	0.124^{NS}
make1	0.082	0.052	0.049	0.196^{NS}	0.049	0.233^{NS}
make2	-0.077	0.069	-0.086	0.022	-0.057	0.166^{NS}
cltty	0.052	0.223^{NS}	-0.031	0.411^{NS}	-0.032	0.448^{NS}
year	-0.071	0.092	-0.006	0.882^{NS}	-0.071	0.087
gar	-0.063	0.137^{NS}	0.018	0.642^{NS}	-0.029	0.492^{NS}
branch1	-0.050	0.236^{NS}	-0.126	0.001	-0.069	0.096
branch2	0.031	0.471^{NS}	-0.031	0.405^{NS}	0.040	0.330^{NS}
branch3	0.044	0.300^{NS}	0.019	0.615^{NS}	-0.013	0.756^{NS}
branch4	0.142	0.001	0.102	0.007	0.097	0.019
si	-0.060	0.153^{NS}	0.006	0.879^{NS}	-0.080	0.054

หมายเหตุ 1) NS (Non Significant) หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

2) ชื่อตัวแปรในตารางได้กำหนดไว้ในบทที่ 3

จากตารางที่ 5.3 พบว่ามีตัวแปรร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ของระยะเวลาการอยู่รอด W ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 โดยแบ่งตามปี พ.ศ.ได้ดังนี้

พ.ศ.2550 ได้แก่ stveh1 cltty gar branch1 branch2 branch3 si

พ.ศ.2551 ได้แก่ stveh1 stveh2 stveh3 make1 cltty year gar branch2 branch3 si

พ.ศ.2552 ได้แก่ stveh1 stveh2 stveh3 make1 make2 cltty gar branch2 branch3

ตารางที่ 5.4 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และ ค่า p-value ของแต่ละตัวแปรร่วมจากระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

ตัวแปร	พ.ศ. 2550		พ.ศ. 2551		พ.ศ. 2552	
	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value	Pearson Correlation	p-value
stveh1	-0.049	0.364^{NS}	0.051	0.309^{NS}	-0.093	0.233^{NS}
stveh2	0.042	0.436^{NS}	-0.019	0.711^{NS}	0.065	0.405^{NS}
stveh3	-0.008	0.881^{NS}	-0.026	0.610^{NS}	0.035	0.658^{NS}
make1	0.077	0.153^{NS}	0.070	0.166^{NS}	0.011	0.891^{NS}
make2	-0.060	0.264^{NS}	-0.049	0.330^{NS}	-0.069	0.374^{NS}
cltty	0.026	0.632^{NS}	-0.017	0.737^{NS}	0.019	0.809^{NS}
year	0.070	0.191^{NS}	-0.021	0.669^{NS}	0.073	0.351^{NS}
gar	-0.038	0.483^{NS}	-0.142	0.005	0.060	0.439^{NS}
branch1	-0.018	0.743^{NS}	0.022	0.663^{NS}	-0.024	0.764^{NS}
branch2	-0.002	0.965^{NS}	0.001	0.989^{NS}	0.074	0.341^{NS}
branch3	0.021	0.700^{NS}	0.040	0.430^{NS}	0.030	0.705^{NS}
branch4	0.039	0.472^{NS}	-0.007	0.889^{NS}	0.068	0.387^{NS}
si	-0.043	0.421^{NS}	-0.076	0.13^{NS}	-0.046	0.556^{NS}

หมายเหตุ 1) NS (Non Significant) หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

2) ชื่อตัวแปรในตารางได้กำหนดไว้ในบทที่ 3

จากตารางที่ 5.4 พบว่ามีตัวแปรร่วมที่สามารถใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ของระยะเวลาการอยู่รอด T ที่ระดับนัยสำคัญ โดยแบ่งตามปี พ.ศ. ได้ดังนี้

พ.ศ.2550 ได้แก่ stveh1 stveh2 stveh3 make1 make2 cltty year gar branch1 branch2 branch3 branch4 si

พ.ศ.2551 ได้แก่ stveh1 stveh2 stveh3 make1 make2 cltty year branch1 branch2 branch3 branch4 si

พ.ศ.2552 ได้แก่ stveh1 stveh2 stveh3 make1 make2 cltty year gar branch1 branch2 branch3 branch4 si

5.2.1.2 การใช้ตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

เมื่อตรวจสอบข้อสมมติตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์แล้ว จากนั้นจึงดำเนินการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5.5 และตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.5 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลา การอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551			พ.ศ.2552
ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W	branch1	cllty	gar	branch3	cllty
-2 Log Likehood	6340.348	8281.912	8290.253	8277.66	6409.337
B	0.152	0.246	-0.354	-0.211	0.228
P-value	0.068	0.006	0.000	0.044	0.022

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ได้แก่ สาขาของบริษัทประกันภัยกรุงเทพ

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานค วามเสียหายล่าช้าปี พ .ศ.2551 ได้แก่ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ และสาขาของบริษัทประกันภัยภาคตะวันออก

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ.2552 ได้แก่ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า

ดังนั้น สามารถเขียนในตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้ดังนี้

พ.ศ.2550

$$h(w \mid branch1) = h_0(t)\exp[(0.152)(branch1)]$$

พ.ศ.2551

$$h(w \mid cltty, gar, branch3) = h_0(t)\exp[(0.246)(cltty) + (-0.354)(gar) \\ (-0.211)(branch3)]$$

พ.ศ.2552

$$h(w \mid cltty) = h_0(t)\exp[(0.228)(cltty)]$$

หรือ สามารถเขียนในรูปฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ดังนี้

พ.ศ.2550

$$S(t \mid branch1) = S_0(t)^{\exp[(0.152)(branch1)]}$$

พ.ศ.2551

$$S(t \mid cltty, gar, branch3) = S_0(t)^{\exp[0.246)(cltty)+(-0.354)(gar)+(-0.211)(branch3)]}$$

พ.ศ.2552

$$S(t \mid cltty) = S_0(t)^{\exp[(0.228)(cltty)]}$$

ตารางที่ 5.6 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
ปัจจัยที่มีผลต่อ ระยะเวลาการอยู่รอด T	-	year	si
-2 Log Likehood	-	8218.295	6269.968
B	-	-0.023	-0.372
Sig	-	0.095	0.020

เนื่องจากปี พ .ศ. 2550 ไม่มีปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ.2551 ได้แก่ อายุของรถยนต์

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ .ศ.2552 ได้แก่ จำนวนเงินเอาประกันภัย

ดังนั้น สามารถเขียนในตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ ได้ดังนี้

พ.ศ.2551

$$h(t \mid year) = h_0(t)\exp[(-0.023)(year)]$$

พ.ศ.2552

$$h(t \mid si) = h_0(t)\exp[(-0.372)(si)]$$

หรือ สามารถเขียนในรูปฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ดังนี้

พ.ศ.2551

$$S(t \mid year) = S_0(t)^{\exp[(-0.023)(year)]}$$

พ.ศ.2552

$$S(t \mid si) = S_0(t)^{\exp[(-0.372)(si)]}$$

โดยฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน ของปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

5.2.2 **ฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T**

จากตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ที่ได้ สามารถหาฟังก์ชันการอยู่รอดได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างที่ 6</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2550 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก สาขาของบริษัทประกันภัยคือกรุงเทพ ที่ระยะเวลาการอยู่รอด W เท่ากับ 6 วัน

S(w=6 | สาขากรุงเทพ) = $S_0(6)^{\exp[(0.152)(branch1)]}$

โดยค่า $S_0(6) = 0.3624$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

branch1 = 1

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

$$S(w=6 \mid \text{กรุงเทพ}) = 0.3624^{\exp[(0.152)(1)]}$$

$$= 0.3068$$

สำหรับฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2550 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ซึ่งไม่มีปัจจัยใดที่สามารถใช้ร่วมกับตัวแบบภาวะภัยแบบสัดส่วนของค็อกซ์ สามารถประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอด ได้ด้วยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ .ศ.2550 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
8	0.9983	74	0.9623	108	0.9160
15	0.9966	75	0.9605	112	0.9142
23	0.9949	76	0.9571	113	0.9125
30	0.9931	77	0.9554	116	0.9108
33	0.9914	78	0.9520	119	0.9074
34	0.9897	81	0.9468	120	0.9039
35	0.9880	83	0.9451	122	0.8971
36	0.9863	85	0.9417	124	0.8885
38	0.9828	87	0.9400	126	0.8851
43	0.9811	88	0.9383	127	0.8834
55	0.9794	89	0.9348	128	0.8816
57	0.9777	92	0.9331	129	0.8799
60	0.9760	97	0.9314	130	0.8731
62	0.9726	98	0.9262	132	0.8696
63	0.9708	99	0.9228	133	0.8679
65	0.9691	100	0.9211	134	0.8662
69	0.9674	104	0.9194	135	0.8628
71	0.9640	106	0.9177	137	0.8593

ตารางที่ 5.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ .ศ.2550 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
139	0.8542	180	0.7684	211	0.6604
141	0.8525	182	0.7667	212	0.6569
142	0.8508	183	0.7633	213	0.6552
146	0.8473	184	0.7616	214	0.6518
147	0.8439	185	0.7547	215	0.6501
148	0.8422	186	0.7530	216	0.6432
151	0.8405	187	0.7496	217	0.6398
152	0.8388	188	0.7444	220	0.6364
153	0.8353	189	0.7410	221	0.6329
154	0.8319	190	0.7324	222	0.6295
155	0.8302	191	0.7290	225	0.6226
157	0.8268	192	0.7256	226	0.6175
158	0.8250	194	0.7221	227	0.6158
160	0.8233	195	0.7204	229	0.6141
161	0.8216	196	0.7187	230	0.6123
162	0.8182	198	0.7170	231	0.6072
163	0.8148	199	0.7118	232	0.6055
165	0.8130	200	0.7084	234	0.5986
166	0.8113	201	0.7033	235	0.5969
167	0.8045	202	0.6998	236	0.5883
168	0.8010	203	0.6930	237	0.5832
169	0.7942	204	0.6861	238	0.5815
170	0.7907	205	0.6844	239	0.5763
171	0.7873	206	0.6810	240	0.5746
172	0.7856	207	0.6792	241	0.5712
173	0.7839	208	0.6775	242	0.5695
175	0.7822	209	0.6690	243	0.5660
176	0.7736	210	0.6638	244	0.5643

ตารางที่ 5.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2550 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
245	0.5609	276	0.4477	305	0.3070
246	0.5592	277	0.4460	306	0.3002
248	0.5557	278	0.4425	308	0.2967
249	0.5489	280	0.4340	309	0.2950
250	0.5472	281	0.4305	310	0.2933
251	0.5420	282	0.4220	311	0.2899
252	0.5403	283	0.4185	312	0.2847
253	0.5352	284	0.4168	313	0.2813
255	0.5317	285	0.4117	314	0.2744
256	0.5283	286	0.4048	315	0.2676
257	0.5214	287	0.3962	316	0.2642
258	0.5180	288	0.3877	318	0.2573
259	0.5146	289	0.3859	319	0.2521
260	0.5129	290	0.3825	320	0.2384
261	0.5026	291	0.3756	321	0.2316
262	0.4991	292	0.3688	322	0.2281
263	0.4940	293	0.3654	323	0.2247
264	0.4889	294	0.3636	324	0.2196
265	0.4871	295	0.3551	325	0.2161
267	0.4820	296	0.3482	326	0.2127
268	0.4803	297	0.3431	327	0.2007
269	0.4786	298	0.3362	328	0.1973
270	0.4751	299	0.3345	329	0.1938
271	0.4734	300	0.3328	330	0.1852
272	0.4631	301	0.3276	331	0.1818
273	0.4597	302	0.3225	332	0.1784
274	0.4528	303	0.3173	333	0.1732
275	0.4494	304	0.3139	334	0.1681

ตารางที่ 5.7 (ต่อ) ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2550 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้

เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด	เวลา (วัน)	ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอด
335	0.1664	345	0.1012	356	0.0532
336	0.1612	346	0.0926	357	0.0480
337	0.1527	347	0.0892	358	0.0412
338	0.1458	349	0.0858	359	0.0360
339	0.1372	350	0.0823	360	0.0257
340	0.1286	351	0.0789	361	0.0240
341	0.1201	352	0.0720	362	0.0223
342	0.1166	353	0.0703	363	0.0137
343	0.1081	354	0.0669	364	0.0069
344	0.1046	355	0.0617		

<u>ตัวอย่างที่ 7</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ.ศ.2551 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ใช้เพื่อส่วนบุคคล ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป สาขาของบริษัทประกันภัยคือภาคตะวันออก ที่ระยะเวลาการอยู่รอด W เท่ากับ 21 วัน

S(w=21 | ใช้เพื่อส่วนบุคคล ซ่อมรถยนต์ใช้อู่ทั่วไป สาขาภาคตะวันออก)

$= S_0(21)^{\exp[(0.246)(cltty)+(-0.354)(gar)+(-0.211)(branch3)]}$

โดย ค่า $S_0(21) = 0.0921$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

cltty = 0

gar = 1

branch3 = 1

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(w=21 | ส่วนบุคคล อยู่ทั่วไป ภาคตะวันออก)

$= 0.0921^{\exp[(0.246)(0)+(-0.354)(1)+(-0.211)(1)]}$

$= 0.2578$

<u>ตัวอย่างที่ 8</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2551 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก อายุของรถยนต์ 3 ปี ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T เท่ากับ 51 วัน

S(t=51 | อายุรถยนต์ 3 ปี) = $S_0(51)^{\exp[(-0.023)(year)]}$

โดย ค่า $S_0(51) = 0.9675$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

year = 3

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(t=51 | 3 ปี) = $0.9675^{\exp[(-0.023)(3)]}$

$= 0.9697$

<u>ตัวอย่างที่ 9</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ .ศ.2552 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ใช้เพื่อการส่วนบุคคล ที่ระยะเวลาการอยู่รอด W เท่ากับ 22 วัน

S(w=22 | ใช้ส่วนบุคคล) = $S_0(22)^{\exp[(0.228)(cltty)]}$

โดย ค่า $S_0(22) = 0.1392$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก ข

cltty = 0

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(w=22 | ส่วนบุคคล) = $0.1392^{\exp[(0.228)(0)]}$

$= 0.1392$

<u>ตัวอย่างที่ 10</u> ฟังก์ชันการอยู่รอดปี พ.ศ.2552 ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก มีจำนวนเงินเอาประกันภัยน้อยกว่า 1,000,000 บาท ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T เท่ากับ 226 วัน

S(t=226 | จำนวนเงินเอาประกันภัยน้อยกว่า 1,000,000 บาท) = $S_0(226)^{\exp[(-0.0372)(si)]}$

โดย ค่า $S_0(226) = 0.6047$ ได้จากตารางฟังก์ชันสภาวะการอยู่รอดพื้นฐานในภาคผนวก

si = 1

แทนค่าในสมการข้างต้นได้ดังนี้

S(t=226 | น้อยกว่า 1,000,000 บาท) = $0.6047^{\exp[(-0.0372)(1)]}$

= 0.7070

5.2.3 **ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม**

จากหัวข้อ 5.2.2 จะได้ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T ในแต่ละปี ซึ่งจะนำค่าฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T มาประมาณเป็นค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของแต่ละกรมธรรม์ แต่ละการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์นั้นในแต่ละปี โดยใช้ฟังก์ชันเคลย์ตัน คอปปูลาในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม มีรูปแบบดังนี้

$$C_\theta(\ S_W(w), S_T(t)\ ) = \left[S_W(w)^{-\theta} + S_T(t)^{-\theta} - 1\right]^{-1/\theta}$$

ซึ่งจะเสนอค่าพารามิเตอร์ θ ในเคลย์ตัน คอปปูลา ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือค่าพารามิเตอร์ θ ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเองได้แก่ 3,5,10 ส่วนที่สอง คือค่าพารามิเตอร์ θ ที่มีการประมาณค่าขึ้นมาจากความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้า W และ T ซึ่งจะแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ θ ได้ในขั้นตอนต่อไป

5.2.3.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ

ค่าพารามิเตอร์ θ ในเคลย์ตัน คอปปูลา ได้ทำการประมาณขึ้นจากค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ มีรูปแบบดังนี้

$$\theta = \frac{2\tau}{1-\tau}$$

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในงานวิจัยนี้ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ T และ W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ในปี พ.ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552 ซึ่งจะแสดงผลในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ และค่าพารามิเตอร์ θ ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกในปี พ.ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552

	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
Kendall's tau (τ) Correlation Coefficient	0.001	0.004	0.033
ค่าพารามิเตอร์ θ	0.002002	0.008032	0.068252

ในขั้นตอนต่อไปจะนำค่า θ ที่ได้กำหนดในงานวิจัย ได้แก่ 3,5,10 และค่า θ ที่ประมาณได้ในแต่ละปี พ.ศ. แทนค่าลงในเคลย์ตัน คอปปูลา เพื่อทำการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในแต่ละปี พ.ศ. ได้ดังนี้

<u>พ.ศ. 2550</u>

$$C_\theta(S_W(6), S_T(171)) = \left[S_W(6)^{-\theta} + S_T(171)^{-\theta}\right]^{-1/\theta}$$

จากตัวอย่างที่ 6 ได้ค่า $S_W(6) = 0.3068$

และจากตารางที่ 5.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ.ศ.2550 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ได้ค่า $S_T(171) = 0.7873$

เมื่อนำค่า $S_W(6)$ และ $S_T(171)$ แทนค่าในสมการข้างต้นที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3,5,10$ และค่า θ ที่ประมาณได้เท่ากับ 0.002002 ได้ดังนี้

$$C_3(0.3068, 0.7873) = \left[(0.3068)^{-3} + (0.7873)^{-3} - 1\right]^{-1/3}$$

= 0.30374397

$$C_5(0.3068, 0.7873) = \left[(0.3068)^{-5} + (0.7873)^{-5} - 1\right]^{-1/5}$$

= 0.30639752

$$C_{10}(0.3068, 0.7873) = \left[(0.3068)^{-10} + (0.7873)^{-10} - 1\right]^{-1/10}$$

= 0.30677829

$$C_{0.002002}(0.3068,0.7873) = \left[(0.3068)^{-0.002002} + (0.7873)^{-0.002002} - 1\right]^{-1/0.002002}$$

$$= 0.24166480$$

<u>พ.ศ. 2551</u>

$$C_{\theta}(S_W(21), S_T(51)) = [S_W(21)^{-\theta} + S_T(51)^{-\theta} - 1]^{-1/\theta}$$

จากตัวอย่างที่ 7 ได้ค่า $S_W(21) = 0.2578$

และตัวอย่างที่ 8 ได้ค่า $S_T(51) = 0.9697$

เมื่อนำค่า $S_W(21)$ และ $S_T(51)$ แทนค่าในสมการข้างต้นที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3,5,10$ และค่า θ ที่ประมาณได้เท่ากับ 0.008032 ได้ดังนี้

$$C_3(0.2578,0.9697) = \left[(0.2578)^{-3} + (0.9697)^{-3} - 1\right]^{-1/3}$$

$$= 0.25766592$$

$$C_5(0.2578,0.9697) = \left[(0.2578)^{-5} + (0.9697)^{-5} - 1\right]^{-1/5}$$

$$= 0.25779854$$

$$C_{10}(0.2578,0.9697) = \left[(0.2578)^{-10} + (0.9697)^{-10} - 1\right]^{-1/10}$$

$$= 0.25780830$$

$$C_{0.008032}(0.2578,0.9697) = \left[(0.2578)^{-0.008032} + (0.9697)^{-0.008032} - 1\right]^{-1/0.008032}$$

$$= 0.25007229$$

<u>พ.ศ. 2552</u>

$$C_{\theta}(S_W(22), S_T(226)) = [S_W(22)^{-\theta} + S_T(226)^{-\theta} - 1]^{-1/\theta}$$

จากตัวอย่างที่ 9 ได้ค่า $S_W(22) = 0.1392$

และตัวอย่างที่ 10 ได้ค่า $S_T(226) = 0.7070$

เมื่อนำค่า $S_W(22)$ และ $S_T(226)$ แทนค่าในสมการข้างต้นที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3,5,10$ และค่า θ ที่ประมาณได้เท่ากับ 0.068252 ได้ดังนี้

$$C_3(0.1392,0.7070) = \left[(0.1392)^{-3} + (0.7070)^{-3} - 1\right]^{-1/3}$$

$$= 0.13895010$$

$$C_5(0.1392,0.7070) = \left[(0.1392)^{-5} + (0.7070)^{-5} - 1\right]^{-1/5}$$

$$= 0.13917145$$

$$C_{10}(0.1392,0.7070) = \left[(0.1392)^{-10} + (0.7070)^{-10} - 1\right]^{-1/10}$$

$$= 0.13917822$$

$$C_{0.068252}(0.1392,0.7070) = \left[(0.1392)^{-0.068252} + (0.7070)^{-0.068252} - 1\right]^{-1/0.068252}$$

$$= 0.10274253$$

5.2.4 ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

เมื่อได้ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของแต่ละกรมธรรม์ แต่ละการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปีแล้วนั้น สามารถนำค่าดังกล่าวเข้าสู่ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา มีรูปแบบดังนี้

$$R_{ij}(w,t) = \Pr\left\{W_{ij} \le w, b - T_{ij} > t \mid b - T_{ij} > W_{ij}\right\}$$
$$= \frac{1}{d_{ij}}\left[S_T(t) - C\left\{S_{W_{ij}}(w), S_T(t)\right\}\right] \quad , \; t \ge w$$

เนื่องจาก $I\left(W_{ij} \le b - T_{ij}\right) = \begin{cases} 1 & , W_{ij} \le b - T_{ij} \\ 0 & , other \end{cases}$

โดยที่ $I(W_{ij} \le b - T_{ij})$ เป็นตัวแปรทวินาม ดังนั้น $E[I(W_{ij} \le b - T_{ij})] = nq$

เมื่อ $E[I(W_{ij} \le b - T_{ij})]$ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรทวินาม

q คือ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ระยะเวลาการอยู่รอด $W_{ij} \le b - T_{ij}$

n คือ จำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

จะได้ว่า $E[I(W_{ij} \le b - T_{ij})] = d_{ij}$

แสดงให้เห็นตัวอย่างในแต่ละปี ดังนี้

<u>พ.ศ. 2550</u>

จากตารางที่ 5.7 ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระยะเวลาการอยู่รอด T ในปี พ .ศ.2550 โดยวิธีประมาณค่าแบบขีดจำกัดผลได้ ได้ค่า $S_T(171) = 0.7873$
จากตอนที่ 5.2.3 ปี พ.ศ.2550 ได้ค่า

$$C_3(S_W(6), S_T(171)) = C_3(0.3068, 0.7873) = 0.3037$$

$$C_5(S_W(6), S_T(171)) = C_5(0.3068, 0.7873) = 0.3064$$

$$C_{10}(S_W(6), S_T(171)) = C_{10}(0.3068, 0.7873) = 0.3068$$

$$C_{0.002002}(S_W(6), S_T(171)) = C_{0.002002}(0.3068, 0.7873) = 0.2417$$

แทนค่าในสมการข้างต้น ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$R_{ij}(6,171) = \frac{1}{583}[S_T(171) - C_3(S_W(6), S_T(171))]$$

$$= \frac{1}{583}[0.7873 - 0.3037] = 0.00082943$$

$$R_{ij}(6,171) = \frac{1}{583}[S_T(171) - C_5(S_W(6), S_T(171))]$$

$$= \frac{1}{583}[0.7873 - 0.3064] = 0.00082488$$

$$R_{ij}(6,171) = \frac{1}{583}[S_T(171) - C_{10}(S_W(6), S_T(171))]$$

$$= \frac{1}{583}[0.7873 - 0.3068] = 0.00082422$$

$$R_{ij}(6,171) = \frac{1}{583}\left[S_T(171) - C_{0.002002}(S_W(6), S_T(171))\right]$$

$$= \frac{1}{583}\left[0.7873 - 0.2417\right] = 0.00093591$$

<u>พ.ศ. 2551</u>

จากตัวอย่างที่ 8 ได้ค่า $S_T(51) = 0.9697$

จากตอนที่ 5.2.3 ปี พ.ศ.2551 ได้ค่า

$$C_3(S_W(21), S_T(51)) = C_3(0.2578,0.9697) = 0.2577$$

$$C_5(S_W(21), S_T(51)) = C_5(0.2578,0.9697) = 0.2578$$

$$C_{10}(S_W(21), S_T(51)) = C_{10}(0.2578,0.9697) = 0.2578$$

$$C_{0.008032}(S_W(21), S_T(51)) = C_{0.008032}(0.2578,0.9697) = 0.2501$$

แทนค่าในสมการข้างต้น ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$R_{ij}(21,51) = \frac{1}{732}\left[S_T(51) - C_3(S_W(21), S_T(51))\right]$$

$$= \frac{1}{732}\left[0.9697 - 0.2577\right] = 0.00097268$$

$$R_{ij}(21,51) = \frac{1}{732}\left[S_T(51) - C_5(S_W(21), S_T(51))\right]$$

$$= \frac{1}{732}\left[0.9697 - 0.2578\right] = 0.00097250$$

$$R_{ij}(21,51) = \frac{1}{732}\left[S_T(51) - C_{10}(S_W(21), S_T(51))\right]$$

$$= \frac{1}{732}\left[0.9697 - 0.2578\right] = 0.00097249$$

$$R_{ij}(21,51) = \frac{1}{732}\left[S_T(51) - C_{0.008032}(S_W(21), S_T(51))\right]$$

$$= \frac{1}{732}\left[0.9697 - 0.2501\right] = 0.00098306$$

<u>พ.ศ. 2552</u>

จากตัวอย่างที่ 10 ได้ค่า $S_T(226) = 0.7070$

จากตอนที่ 5.2.3 ปี พ.ศ.2552 ได้ค่า

$$C_3(S_W(22), S_T(226)) = C_3(0.1392, 0.7070) = 0.1390$$

$$C_5(S_W(22), S_T(226)) = C_5(0.1392, 0.7070) = 0.1392$$

$$C_{10}(S_W(22), S_T(226)) = C_{10}(0.1392, 0.7070) = 0.1392$$

$$C_{0.068252}(S_W(22), S_T(226)) = C_{0.068252}(0.1392, 0.7070) = 0.1027$$

แทนค่าในสมการข้างต้น ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$R_{ij}(22,226) = \frac{1}{582}\left[S_T(226) - C_3(S_W(22), S_T(226))\right]$$

$$= \frac{1}{582}\left[0.7070 - 0.1390\right] = 0.00097601$$

$$R_{ij}(22,226) = \frac{1}{582}\left[S_T(226) - C_5(S_W(22), S_T(226))\right]$$

$$= \frac{1}{582}\left[0.7070 - 0.1392\right] = 0.00097563$$

$$R_{ij}(22,226) = \frac{1}{582}\left[S_T(226) - C_{10}(S_W(22), S_T(226))\right]$$

$$= \frac{1}{582}\left[0.7070 - 0.1392\right] = 0.00097561$$

$$R_{ij}(22,226) = \frac{1}{582}\left[S_T(226) - C_{0.068252}(S_W(22), S_T(226))\right]$$

$$= \frac{1}{582}\left[0.7070 - 0.1027\right] = 0.00103822$$

5.2.5 การประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน

จากขั้นตอนการหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า ฟังก์ชันการอยู่รอดของระยะเวลา W และ T ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยเคลย์ตัน คอปปูลา จนถึงตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ทำให้สามารถหาค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการเพื่อพยากรณ์เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปี โดยจะนำค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ได้จากตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลานั้นไปเป็นตัวคูณกับขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปี เพื่อให้ได้ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และคำนวณหาค่าเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ กัน แสดงในแต่ละปี พ.ศ. ดังต่อไปนี้

<u>พ.ศ.2550</u> ขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเท่ากับ 6,115,455 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.04922 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 6,115,455 * 1.04922 = 6,416,487 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 5 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.04777 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 6,115,455 * 1.04777 = 6,407,613 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 10 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.03524 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 6,115,455 * 1.03524 = 6,330,939 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ θ = 0.002002 ในเคลย์ตัน คอปปูลา เท่ากับ 1.06380 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 6,115,455 * 1.06380 = 6,505,628 บาท

<u>พ.ศ.2551</u> ขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเท่ากับ 11,313,098 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.06049 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 11,313,098 * 1.06049 = 11,997,417 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 5 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.05896 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 11,313,098 * 1.05896 = 11,980,147 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 10 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.05473 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์ เท่ากับ 11,313,098 * 1.05473 = 11,932,278 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ θ = 0.008032 ในเคลย์ตัน คอปปูลา เท่ากับ 1.06494 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 11,313,098 * 1.06494 = 12,047,783 บาท

<u>พ.ศ.2552</u> ขนาดของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนเท่ากับ 6,450,800 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 3 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.31894 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 6,450,800 * 1.31894 = 8,508,213 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ = 5 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.29423 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 6,450,800 * 1.29423 = 8,348,831 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่ระดับค่าพารามิ เตอร์ θ = 10 ในเคลย์ตัน คอปปูลาเท่ากับ 1.19589 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 6,450,800 * 1.19589 = 7,714,426 บาท

ค่าประมาณปัจจัยพัฒนาการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ θ = 0.068252 ในเคลย์ตัน คอปปูลา เท่ากับ 1.39113 ดังนั้นค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์เท่ากับ 6,450,800 * 1.39113 = 8,973,884 บาท

ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยร ถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์นั่งของปี พ .ศ.2550 ถึง พ.ศ. 2552 โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ ต่างๆ กัน ดังแสดงค่าในตารางที่ 5.9 ถึง ตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.9 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 3$

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	6,416,486.62	301,031.56
2551	11,997,417.37	684,319.27
2552	8,508,213.07	2,057,413.13
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		3,042,763.97

ตารางที่ 5.10 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 5$

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	6,407,613.35	292,158.29
2551	11,980,146.77	667,048.67
2552	8,348,830.61	1,898,030.67
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		2,857,237.63

ตารางที่ 5.11 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่ระดับค่าพารามิเตอร์ $\theta = 10$

ปีอุบัติเหตุ	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	6,330,938.95	215,483.89
2551	11,932,277.77	619,179.67
2552	7,714,426.41	1,263,626.47
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)		2,098,290.03

ตารางที่ 5.12 ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์และค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในปีต่างๆ

ปีอุบัติเหตุ	ค่าพารามิเตอร์	ค่าสินไหมทดแทนสมบูรณ์	เงินสำรอง
2550	0.002002	6,505,628.18	390,173.12
2551	0.008032	12,047,783.41	734,685.31
2552	0.068252	8,973,884.05	2,523,084.11
จำนวนเงินสำรองรวม (บาท)			3,647,942.55

จากการคำนวณหาค่าเงินสำรองสินไหมทดแทนโดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา พบว่า ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ=3 เป็นจำนวนเงินรวมเท่ากับ 3,042,763.97 บาท เมื่อ θ=5 เป็นจำนวนเงินรวมเท่ากับ 2,857,237.63 บาท และ เมื่อ θ=10 เป็นจำนวนเงินรวมเท่ากับ 2,098,290.03บาท

ค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีก ารประมาณค่าพารามิเตอร์ θ จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกในปี พ .ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2552 พบว่าค่าประมาณเงินสำรอ งสำหรับค่าสินไหมทดแทน เท่ากับ จำนวนเงินรวม 3,647,942.55 บาท

5.3 การเปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก

จากการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยวิธีบันไดลูกโซ่และตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ เท่ากับ 3,5,10 พบว่าวิธีบันไดลูกโซ่จะให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปีเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาทุกระดับค่าพารามิเตอร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนจะมีค่าลดลง เมื่อใช้ค่าประมาณพารา มิเตอร์ θ จากสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ในแต่ละปี พ.ศ.2550 ถึงปี พ .ศ.2552 พบว่าค่าประมาณเงินสำรองมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 เปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

ปี อุบัติเหตุ	ค่าเงินสำรอง (บาท)				
	วิธีบันไดลูกโซ่	ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา			
		θ =3	θ = 5	θ =10	ค่า θ ที่ประมาณได้
2550	305,773	301,032	292,158	215,484	390,173 (θ =0.002002)
2551	661,728	684,319	667,049	619,180	734,685 (θ =0.008032)
2552	3,829,904	2,057,413	1,898,031	1,263,626	2,523,084 (θ =0.068252)
รวม	4,797,404	3,042,764	2,857,238	2,098,290	3,647,943

เมื่อเปรียบเทียบค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่คำนวณได้จาก ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ θ เท่ากับ 3,5,10 พบว่า เมื่อค่าพารามิเตอร์ θ มีค่าสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมท ดแทนลดลง ส่วนค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่ใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ ในแต่ละปี จะมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่ ทั้งนี้เพราะระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย $(\tau_{50} = 0.001, \tau_{51} = 0.004, \tau_{52} = 0.033)$

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการหาค่าประมาณเงินสำรองเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา อีกทั้งได้เปรียบเทียบผลการประมาณค่าเงินสำรอง สำหรับการจ่ายค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ระหว่างวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนของการประกันภัยรถยนต์ กรมธรรม์ประเภทที่ 1 ประกอบไปด้วยชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก โดยใช้ข้อมูลของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบกิจการอยู่ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ.2550 ถึงปี พ.ศ.2552 ข้อมูลที่นำมาศึกษานั้นเป็นข้อมูลรายกรมธรรม์ซึ่งแต่ละกรมธรรม์จะต้องมีการรับประกันภัยครบรอบ 3 ปีกรมธรรม์ คือ ผู้เอาประกัน ภัยที่ทำประกันภัยกับบริษัทประกันภัยจะต้องเป็นลูกค้าต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 3 ปีกรมธรรม์ หรือ 12 ไตรมาส ปัจจัยร่วมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกฎหมาย ยี่ห้อรถยนต์ ลักษณะการใช้รถยนต์ตามกลุ่มลูกค้า อายุรถยนต์ ประเภทของอู่ซ่อมรถยนต์ สาขาของบริษัทประกันภัย และจำนวนเงินเอาประกันภัย ส่วนการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้เคลย์ตัน คอปปูลา กำหนดระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดมีค่าเท่ากับ 0.10 ระดับค่าพารามิเตอร์ในเคลย์ตัน คอปปูลา (θ) ที่เกี่ยวข้องได้กำหนดเป็น 3 ระดับคือ 3,5,10 และค่า θ ประมาณค่าจากความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1 กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง

เมื่อทำการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่คำนวณได้จากวิธีบันไดลูกโซ่มีจำนวนเงินรวมมากกว่าค่าประมาณเงินสำรองที่คำนวณได้จากตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาทุกระดับค่าพารามิเตอร์ของเคลย์ตัน คอปปูลา

(θ) ที่กำหนด และเมื่อค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนมีค่าลดลง เมื่อใช้ค่า θ ประมาณจากค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนรวมมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่

6.1.2 **กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก**

เมื่อทำการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยวิธีบันไดลูกโซ่ กับ ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนที่คำนวณได้จากวิธีบันไดลูกโซ่มีจำนวนเงินรวมมากกว่าค่าประมาณเงินสำรองที่ คำนวณได้จากตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาทุกระดับค่าพารามิเตอร์ของเคลย์ตัน คอปปูลา (θ) ที่กำหนด และเมื่อค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนมีค่าลดลง เมื่อใช้ค่า θ ประมาณจากค่าสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนรวมมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่

จากการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยส ารและรถยนต์บรรทุกในงานวิจัยนี้ พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยวิธีบันไดลูกโซ่ และตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ที่ระดับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ กันให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เงินสำรองค่าสินไหมทดแทนจะเพิ่มขึ้นในแต่ละปี สำหรับตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา เมื่อค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้นเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนจะลดลง และวิธีบันไดลูกโซ่ให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนรวม มากกว่าตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาในทุกระดับค่าพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งเมื่อใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของเคลย์ตัน คอปปปูลา จาก สัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T พบว่าค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนรวมน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่ การคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนโดยใช้วิธีบันไดลูกโซ่นั้น จะใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในอดีตที่จัดอยู่ในรูปตารางการพัฒ นาการของค่าสินไหมทดแทนรูปสามเหลี่ยมเพียงอย่างเดียว และให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนเพียงค่าเดียว ซึ่งต่างจากการใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่จะนำตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนมาคำนวณด้วย รวมทั้งระยะเวลาการรายงานความเสี ยหายล่าช้าที่ถือว่ามีผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนอย่างมาก และให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนได้หลาย

ค่าขึ้นอยู่กับการกำหนดระดับค่าพารามิเตอร์ในเคลย์ตัน คอปปูลา นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของเคลย์ตัน คอปปูลา จากค่าสัมประ สิทธิ์ของเคนดอลล์ระหว่างระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T ซึ่งค่าประมาณพารามิเตอร์ θ ที่ได้นั้นมาจากข้อมูลโดยตรง ทำให้ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนได้สะท้อนกับประสบการณ์จริงมากกว่าการกำหนดค่าพารามิเตอร์ขึ้นเอง ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ ที่ประมาณได้ในงานวิจัยนี้มีค่าค่อนข้างเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งแสดงว่าระยะเวลาการรายงานค วามเสียหายล่าช้าของ W และ T มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย จึงส่งผลทำให้ค่าประมาณเงินสำรองทดแทนมีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

ค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ทั้ง 2 ประเภทรถยนต์ โดยใช้วิธีบันไดลูกโซ่ให้ค่าประม าณเงินสำรองมากกว่าเมื่อใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาทุกระดับค่าพารามิเตอร์ และค่าประมาณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน เมื่อใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของเคลย์ตัน คอปปูลาในตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลามีค่าน้อยกว่าวิธีบันไดลูกโซ่ เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณไ ด้นั้นมีค่าค่อนข้างเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งแสดงว่าระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย ดังนั้นเมื่อระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T มีความสัมพันธ์กันมาก การประมาณค่าเงินสำรองควรใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา แต่ถ้าระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าของ W และ T มีความสัมพันธ์กันน้อย ไม่ควรใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ทั้งนี้เพราะใช้เวลามากในการดำเนินงาน และให้ค่าไม่แตกต่างจากวิธีบันไดลูกโซ่มากนัก วิธีบันไดลูกโซ่เป็นวิธีที่นิยมใช้กัน โดยเริ่มต้นด้วยการจัดกลุ่ มข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในอดีตให้อยู่ในรูปแบบตารางสามเหลี่ยมจากนั้นประมาณการค่าสินไหมทดแทนซึ่งยังไม่เป็นค่าที่สมบูรณ์ ให้เป็นค่าที่สมบูรณ์ โดยการประมาณดังกล่าวจะตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า ค่าสินไหมทดแทนในแต่ละปีจะพัฒนาไปในรูปแบบที่เหมือนกับพัฒนาการที่เกิดขึ้น ในอดีต วิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วในการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน และใช้ข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในอดีตเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงนั้นข้อมูลการรับประกันภัยของแต่ละกรมธรรม์ ข้อมูลการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมีผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแท นอาจมีความแตกต่างกัน ซึ่งในตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา ได้มีการนำข้อมูลข้างต้นมาเป็นปัจจัยร่วมในการประมาณค่าเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทน นอกจากนี้การจัดรูปแบบข้อมูลค่าสินไหมทดแทนในอดีตให้อยู่ในรูปตารางการพัฒนาการของค่าสินไหมทดแทนรูปสามเหลี่ยม ไม่ได้ครอบคลุมถึงปัญหาของการไม่

เป็นอิสระซึ่งกันและกันของเหตุการณ์ในแต่ละครั้ง และเมื่อเวลาผ่านไปพัฒนาการของความเสียหายจะเริ่มปรากฏชัดเจนมากขึ้นและทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นแต่ยังไม่ได้รายงานก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน

การศึกษาของ Zhao และ Zhou (2009) ได้มีการเสนอการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา แต่ไม่ได้มีการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนออกมา เพียงแต่มีการจำลองค่าฟังก์ชันในตัวแบบเท่านั้น ส่วนการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการประมาณค่าเงินสำรองโดยใช้ตัวแบบกึ่งการอยู่แบบคอปปู ลา และจากการศึกษาของ Taylor et al. (2008) ได้มีการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยใช้ตัวแบบการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนรายบุคคล ร่วมกับระยะเวลาที่เกี่ยวข้อง (Operation time) เปรียบเทียบกับวิธีบันไดลูกโซ่ ซึ่งพบว่าวิธีบันไดลูกโซ่จะให้ค่าประมาณเงินสำรองค่ าสินไหมทดแทนรวม มากกว่าตัวแบบการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนรายบุคคล แต่ระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าใช้เพียงแค่ระยะเวลาเดียว ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่ตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลาที่นำเสนอระยะเวลาการอยู่รอดของ W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ซึ่งมีการรายงานความเสียหายล่าช้า และสามารถประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยเคลย์ตัน คอปปูลาได้ด้วย

6.3 **ข้อเสนอแนะ**

ข้อมูลกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่ง กับ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกของบริษัทประกันวินาศภัยแห่งหนึ่งที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีจำนวนข้อมูลไม่มาก ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนได้ และกรมธรรม์ที่ใช้ในการศึกษาคือ กรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์เท่านั้น ซึ่งข้อจำกัดของการประกันภัยรถยนต์คือมีระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้าน้อย ทำให้ส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ในงานวิจัยนี้ ดั งนั้นการศึกษาต่อไปควรใช้แบบของกรมธรรม์อื่นๆ ที่มีระยะเวลาการายงานความเสียหายล่าช้ามากขึ้น เช่น กรมธรรม์ประกันภัยทางทะเลและขนส่ง เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ นอกจากนี้ระยะเวลาในการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนในงานวิจัยนี้ใช้เพียง 3 ปี ในการศึกษาต่อไปอาจเพิ่มระยะเวลาที่ศึกษาให้นานขึ้น เพื่อสะท้อนถึงปัญหาของระยะเวลาการรายงายความเสียหายล่าช้าได้ดีขึ้น

การใช้ฟังก์ชันในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม อาจทำการศึกษาโดยใช้ฟังก์ชันคอปูลาอื่นๆ เช่น แฟรงก์ คอปปูลา กัมเบล คอปปูลา เป็นต้น การศึกษาของปัจจัยภายนอกตัวอื่น ๆ ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งมีผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนนับเป็นเรื่องที่น่าสนใจ แม้ว่าการคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน โดยตัวแบบกึ่งการอยู่รอดแบบคอปปูลา

จะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและซับซ้อน แต่ก็เป็นวิธีการที่นำตัวแปรร่วมที่น่าจะส่งผลต่อการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน และระยะเวลาการรายงานความเสียหายล่าช้ามาใช้อย่างเต็มที่ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เพียงโปรแกรมทางสถิติ SPSS และ Microsoft excel ช่วยในการคำนวณ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานค่อนข้างนาน ดังนั้นหากมีการเขียนรหัส (Code) ในโปรแกรมสำเร็จรูปอาจช่วยให้การดำเนินงานมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้นได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

บุษยมาส นันตสุคนธ์ . (2540). *การประมาณค่าฟังก์ชันอัตราภาวะภัยสำหรับข้อมูลสมบูรณ์* . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาการประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพรวุฒิ อชินีทองคำ. (2553). *ค่าความคลาดเคลื่อนพยากรณ์ของบอร์นฮูตเตอร์ เฟอร์กูซัน โดยใช้วิธีบูตสแตรป* . วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต . สาขาการประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มัณฑณา ฉิมม่วง. (2550). *การประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทนด้วยวิธีสมการถดถอยฟัซซี*. โครงงานพิเศษปริญญามหาบัณฑิต สาขาการประกันภัย คณะ พาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มานพ วราภักดิ์. (2550). *การประมาณเงินสำรองสำหรับค่าสินไหมทดแทนคงค้างด้วยวิธีบันไดลูกโซ่*. วารสารจุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์ 29, 111 (มกราคม-มีนาคม 2550).

วิภาวรรณ จันทร์คำ. (2550). *ตัวแบบ Bayesian Generalized Linear สำหรับวิธี Chain Ladder ในการประมาณค่าเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน* . โครงงานพิเศษปริญญามหาบัณฑิต สาขาการประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ . (2548). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการคำนวณและจำลองเชิงแบบสถิติ 2603642*: คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัยและสำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย สำนักงาน ., (2551). *การคำนวณเงินสำรองค่าสินไหมทดแทน (Loss reserving)*.

อภัยฑูรย์ สุวรรณชูจิต . (2551). *การแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของสภาพน้ำหลากในลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยวิธี Copula*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Chaieb-Lakhal, L., Rivest, L.P., Abdous, B. (2006). *Estimating survival under a dependent truncation*. Biometrika 93: 655-669.

Clayton, D.G. (1978). *A model for association in bivariate life tables and its application in epidemiological studies of familial tendency chronic disease incidence*. Biometrika 65: 141-151.

Hesselager, O., Witting, T. (1988). *A credibility model with random fluctuations in delay probabilities for the prediction of IBNR claims*. Astin Bulletin 18: 79-90.

Jewell, W. (1990). *Predicting IBNYR events and delays, part II discrete time*. Astin Bulletin 20: 93-111.

Kaplan, E., Meier, T. (1958). *Nonparametric estimation from incomplete observation.* Journal of the American Statistical Association 53: 457-481.

Klein, J.P. and Moeschberger, M.L. (1997). *Survival Analysis : Techniques for Censored and Truncated Data*. New York : Springer – Verlag.

Kleinbaum, D.G. and Klein, M. (2005). *Statistics for Biology and Health : A Self – Learning Text*. 2nd ed. New York : Springer Science + Business Media.

Landau and Everitt, B.S.A. (2004). *A Handbook of Statistical Analyses using SPSS*. New York : Chapman & Hall.

Larsen, C.R. (2007). *An individual claims reserving model*. Astin Bulletin 37: 113-132.

Lee, E.T. (1980). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. Belmot, California : Lifetime Learning.

Nelsen R.B. (1999). *An Introduction to Copulas.* Lecture Notes in Statistics, No.139, Springer & Verlag, NY.

Peng, L.M., Fine, J.P. (2006). *Nonparametric estimation with left-truncated semi-competing risks data*. Biometrika 93: 367-383.

Pettere, G., Kollo,T. (2006). *Modelling claim size time via copulas*. In: Transactions of 28th International Congress of Actuaries. N206.

Taylor, G., McGuire, G., Sullivan, J. (2008). *Individual claim loss reserving conditioned by case estimates*. Annals of Actuarial Science 3: 215-256.

Xiao Bing Zhao, Xian Zhou. (2009). *Applying copula models to individual claim loss reserving methods*. Insurance : Mathematics and Economics 46: 290-299.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมทางสถิติ SPSS

ตาราง ก.1 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.990	1	.320
CLTTY1	.328	1	.567
GAR1	7.397	1	.007
SI	.305	1	.581

a Residual Chi Square = 7.668 with 4 df Sig. = .105

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(b,c)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	111607.619	7.397	1	.007	7.438	1	.006	7.438	1	.006

a Variable(s) Entered at Step Number 1: GAR
b Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 111615.058
c Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
							Lower	Upper
Step 1 GAR	-.068	.025	7.394	1	.007	.935	.890	.981

Model if Term Removed

Term Removed	Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1 GAR	7.438	1	.006

ตาราง ก.2 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2551 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.055	1	.814
STVEH2	.055	1	.815
CLTTY	2.824	1	.093
YEAR	2.216	1	.137
GAR	7.864	1	.005

a Residual Chi Square = 11.175 with 5 df Sig. = .048

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(c,d)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	159152.207	7.864	1	.005	7.927	1	.005	7.927	1	.005
2(b)	159149.365	10.744	2	.005	2.842	1	.092	10.768	2	.005

a Variable(s) Entered at Step Number 1: GAR
b Variable(s) Entered at Step Number 2: CLTTY
c Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 159160.133
d Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
								Lower	Upper
Step 1	GAR	-.062	.022	7.862	1	.005	.940	.899	.981
Step 2	CLTTY	.053	.031	2.880	1	.090	1.055	.992	1.121
	GAR	-.063	.022	7.916	1	.005	.939	.899	.981

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	GAR	7.927	1	.005
Step 2	CLTTY	2.842	1	.092
	GAR	7.982	1	.005

ตาราง ก.3 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.002	1	.965
STVEH2	.211	1	.646
MAKE2	1.619	1	.203
MAKE3	.905	1	.341
CLTTY	1.355	1	.244
YEAR	1.649	1	.199
GAR	.816	1	.366
BRANCH3	7.338	1	.007

a Residual Chi Square = 14.551 with 8 df Sig. = .068

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(b,c)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	136286.503	7.338	1	.007	7.536	1	.006	7.536	1	.006

a Variable(s) Entered at Step Number 1: BRANCH3

b Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 136294.039

c Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
								Lower	Upper
Step 1	BRANCH3	-.102	.038	7.331	1	.007	.903	.839	.972

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	BRANCH3	7.536	1	.006

ตาราง ก.4 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่ง ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.842	1	.359
STVEH2	.037	1	.847
MAKE1	.938	1	.333
MAKE2	2.318	1	.128
MAKE3	1.808	1	.179
CLTTY	1.038	1	.308
YEAR	2.478	1	.115
GAR	.081	1	.775
BRANCH1	.843	1	.359
BRANCH2	.028	1	.866
BRANCH3	.008	1	.930
BRANCH4	.802	1	.371
SI	2.787	1	.095

a Residual Chi Square = 17.393 with 13 df Sig. = .182

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(c,d)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	110839.829	2.787	1	.095	2.744	1	.098	2.744	1	.098
2(b)	110834.882	7.698	2	.021	4.947	1	.026	7.691	2	.021

a Variable(s) Entered at Step Number 1: SI

b Variable(s) Entered at Step Number 2: MAKE2

c Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 110842.573

d Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
								Lower	Upper
Step 1	SI	-.061	.036	2.786	1	.095	.941	.877	1.011
	MAKE2	.069	.031	4.888	1	.027	1.072	1.008	1.140
Step 2									
	SI	-.090	.039	5.449	1	.020	.914	.847	.986

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	SI	2.744	1	.098
Step 2	MAKE2	4.947	1	.026
	SI	5.352	1	.021

ตาราง ก.5 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2551 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.020	1	.889
STVEH2	.002	1	.967
MAKE2	1.405	1	.236
CLTTY	.003	1	.953
YEAR	.311	1	.577
BRANCH1	.041	1	.839
BRANCH2	.019	1	.890
BRANCH3	.027	1	.870
BRANCH4	.004	1	.953

a Residual Chi Square = 2.280 with 9 df Sig. = .986

ตาราง ก.6 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.036	1	.849
STVEH2	.492	1	.483
MAKE2	3.842	1	.050
MAKE3	.023	1	.880
GAR	.788	1	.375
BRANCH1	3.562	1	.059
BRANCH3	5.563	1	.018
BRANCH4	3.451	1	.063

a Residual Chi Square = 15.314 with 8 df Sig. = .053

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(c,d)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	134286.103	5.563	1	.018	5.694	1	.017	5.694	1	.017
2(b)	134282.166	9.545	2	.008	3.937	1	.047	9.631	2	.008

a Variable(s) Entered at Step Number 1: BRANCH3
b Variable(s) Entered at Step Number 2: MAKE2
c Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 134291.797
d Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
								Lower	Upper
Step 1	BRANCH3	-.089	.038	5.559	1	.018	.915	.850	.985
Step 2	MAKE2	-.056	.028	3.983	1	.046	.945	.895	.999
	BRANCH3	-.090	.038	5.694	1	.017	.914	.849	.984

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	BRANCH3	5.694	1	.017
Step 2	MAKE2	3.937	1	.047
	BRANCH3	5.834	1	.016

ตาราง ก.7 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 โดยใช้วิธีForward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.011	1	.918
CLTTY1	.898	1	.343
GAR	.381	1	.537
BRANCH1	3.338	1	.068
BRANCH2	.763	1	.382
BRANCH3	.825	1	.364
SI	.204	1	.652

a Residual Chi Square = 4.212 with 7 df Sig. = .755

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(b,c)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	6340.348	3.338	1	.068	3.326	1	.068	3.326	1	.068

a Variable(s) Entered at Step Number 1: BRANCH1
b Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 6343.674
c Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
								Lower	Upper
Step 1	BRANCH1	.152	.083	3.331	1	.068	1.164	.989	1.371

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	BRANCH1	3.326	1	.068

ตาราง ก.8 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2551 โดยใช้วิธีForward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.009	1	.924
STVEH2	2.089	1	.148
STVEH3	3.335	1	.068
MAKE1	2.187	1	.139
CLTTY	12.550	1	.000
YEAR	4.385	1	.036
GAR	16.005	1	.000
BRANCH2	.006	1	.937
BRANCH3	3.549	1	.060
SI	9.309	1	.002

a Residual Chi Square = 34.765 with 10 df Sig. = .000

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(d,e)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	8290.253	16.005	1	.000	14.679	1	.000	14.679	1	.000
2(b)	8281.912	25.015	2	.000	8.342	1	.004	23.020	2	.000
3(c)	8277.660	28.971	3	.000	4.252	1	.039	27.272	3	.000

a Variable(s) Entered at Step Number 1: GAR
b Variable(s) Entered at Step Number 2: CLTTY
c Variable(s) Entered at Step Number 3: BRANCH3
d Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 8304.932
e Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
								Lower	Upper
Step 1	GAR	-.374	.094	15.823	1	.000	.688	.572	.827
Step 2	CLTTY	.262	.089	8.715	1	.003	1.299	1.092	1.546
	GAR	-.330	.095	11.953	1	.001	.719	.597	.867
Step 3	CLTTY	.246	.089	7.651	1	.006	1.279	1.074	1.522
	GAR	-.354	.096	13.605	1	.000	.702	.582	.847
	BRANCH3	-.211	.105	4.061	1	.044	.809	.659	.994

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	GAR	14.679	1	.000
Step 2	CLTTY	8.342	1	.004
	GAR	11.226	1	.001
Step 3	CLTTY	7.348	1	.007
	GAR	12.731	1	.000
	BRANCH3	4.252	1	.039

ตาราง ก.9 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด W ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธีForward:LR

Variables not in the Equation (a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	1.148	1	.284
STVEH2	1.534	1	.215
STVEH3	.098	1	.754
MAKE1	.702	1	.402
MAKE2	1.020	1	.313
CLTTY1	5.237	1	.022
GAR1	.005	1	.946
BRANCH2	.147	1	.701
BRANCH3	2.494	1	.114

a Residual Chi Square = 9.724 with 9 df Sig. = .373

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(b,c)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	6409.337	5.237	1	.022	5.002	1	.025	5.002	1	.025

a Variable(s) Entered at Step Number 1: CLTTY

b Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 6414.339

c Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
							Lower	Upper
Step 1 CLTTY	.228	.100	5.215	1	.022	1.256	1.033	1.528

Model if Term Removed

Term Removed	Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1 CLTTY	5.002	1	.025

ตาราง ก.10 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2550 โดยใช้วิธีForward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	1.217	1	.270
STVEH2	1.823	1	.177
STVEH3	.068	1	.794
MAKE1	1.014	1	.314
MAKE2	.039	1	.844
CLTTY	.579	1	.447
YEAR	1.061	1	.303
GAR	1.546	1	.214
BRANCH1	.015	1	.902
BRANCH2	.491	1	.483
BRANCH3	1.471	1	.225
BRANCH4	.914	1	.339
SI	.037	1	.847

a Residual Chi Square = 12.678 with 13 df Sig. = .473

ตาราง ก.11 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2551 โดยใช้วิธีForward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.984	1	.321
STVEH2	.827	1	.363
STVEH3	2.091	1	.148
MAKE1	.048	1	.827
MAKE2	1.734	1	.188
CLTTY	.660	1	.417
YEAR	2.790	1	.095
BRANCH1	.002	1	.963
BRANCH2	.064	1	.800
BRANCH3	.126	1	.723
BRANCH4	.140	1	.708
SI	2.169	1	.141

a Residual Chi Square = 14.342 with 12 df Sig. = .279

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(b,c)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	8218.295	2.790	1	.095	2.889	1	.089	2.889	1	.089

a Variable(s) Entered at Step Number 1: YEAR

b Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 8221.184

c Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
							Lower	Upper
Step 1 YEAR	-.023	.014	2.788	1	.095	.977	.951	1.004

Model if Term Removed

Term Removed		Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1	YEAR	2.889	1	.089

ตาราง ก.12 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการอยู่รอด T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุกมีการรายงานความเสียหายล่าช้าปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี Forward:LR

Variables not in the Equation(a)

	Score	df	Sig.
STVEH1	.111	1	.739
STVEH2	2.707	1	.100
STVEH3	.275	1	.600
MAKE1	5.126	1	.024
MAKE2	.218	1	.641
CLTTY	.252	1	.616
YEAR	.827	1	.363
GAR	4.199	1	.040
BRANCH1	1.746	1	.186
BRANCH2	.011	1	.918
BRANCH3	2.266	1	.132
BRANCH4	.030	1	.863
SI	5.516	1	.019

a Residual Chi Square = 14.828 with 13 df Sig. = .318

Block 1: Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Omnibus Tests of Model Coefficients(b,c)

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1(a)	6269.968	5.516	1	.019	4.923	1	.027	4.923	1	.027

a Variable(s) Entered at Step Number 1: SI

b Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 6274.890

c Beginning Block Number 1. Method = Forward Stepwise (Likelihood Ratio)

Variables in the Equation

	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% CI for Exp(B)	
							Lower	Upper
Step 1 SI	-.372	.159	5.454	1	.020	.689	.505	.942

Model if Term Removed

Term Removed	Loss Chi-square	df	Sig.
Step 1 SI	4.923	1	.027

ภาคผนวก ข

ตาราง ข.1 ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน ของระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ ประกันภัยรถยนต์ ชนิดรถยนต์นั่งที่มีการ รายงานค วามเสียหาย ล่าช้า ปี พ.ศ.2550 ถึง พ.ศ.2552

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
0	0.9418	0.80252	0.5718	1.0000	0.9970
1	0.7320	0.5999	0.4635	1.0000	0.9950
2	0.5667	0.4877	0.4062	1.0000	0.9930
3	0.4498	0.4082	0.3613	1.0000	0.9900
4	0.3848	0.3668	0.3237	1.0000	0.9871
5	0.3475	0.3410	0.2938	1.0000	0.9851
6	0.3214	0.3173	0.2690	0.9990	0.9831
7	0.3000	0.2997	0.2496	0.9990	0.9812
8	0.2783	0.2800	0.2313	0.9990	0.9792
9	0.2600	0.2655	0.2150	0.9990	0.9782
10	0.2464	0.2506	0.2025	0.9980	0.9753
11	0.2336	0.2355	0.1901	0.9980	0.9743
12	0.2242	0.2258	0.1809	0.9970	0.9724
13	0.2131	0.2159	0.1724	0.9970	0.9704
14	0.2052	0.2074	0.1619	0.9970	0.9685
15	0.1983	0.1975	0.1540	0.9970	0.9675
16	0.1879	0.1879	0.1456	0.9970	0.9656
17	0.1805	0.1805	0.1397	0.9970	0.9637
18	0.1722	0.1734	0.1325	0.9960	0.9627
19	0.1641	0.1668	0.1262	0.9960	0.9618
20	0.1565	0.1604	0.1234	0.9950	0.9598
21	0.1500	0.1537	0.1174	0.9950	0.9579
22	0.1449	0.1468	0.1133	0.9940	0.9560
23	0.1399	0.1418	0.1082	0.9940	0.9541
24	0.1356	0.1355	0.1053	0.9940	0.9522
25	0.1316	0.1305	0.1005	0.9930	0.9512
26	0.1259	0.1246	0.0963	0.9920	0.9503
27	0.1209	0.1205	0.0911	0.9920	0.9484
28	0.1164	0.1166	0.0872	0.9910	0.9465
29	0.1124	0.1123	0.0843	0.9910	0.9446
30	0.1092	0.1084	0.0810	0.9910	0.9436
31	0.1053	0.1049	0.0772	0.9900	0.9418

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_o(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
32	0.1016	0.1007	0.0738	0.9891	0.9399
33	0.0988	0.0970	0.0705	0.9881	0.9380
34	0.0972	0.0940	0.0676	0.9871	0.9352
35	0.0944	0.0902	0.0649	0.9871	0.9333
36	0.0916	0.0866	0.0625	0.9861	0.9324
37	0.0895	0.0837	0.0612	0.9861	0.9305
38	0.0856	0.0806	0.0576	0.9851	0.9287
39	0.0836	0.0778	0.0554	0.9851	0.9259
40	0.0799	0.0753	0.0529	0.9851	0.9250
41	0.0772	0.0729	0.0507	0.9841	0.9231
42	0.0752	0.0709	0.0491	0.9841	0.9213
43	0.0729	0.0688	0.0475	0.9831	0.9194
44	0.0711	0.0659	0.0454	0.9831	0.9176
45	0.0695	0.0641	0.0442	0.9822	0.9158
46	0.0662	0.0619	0.0426	0.9812	0.9139
47	0.0642	0.0608	0.0414	0.9802	0.9112
48	0.0624	0.0594	0.0405	0.9792	0.9103
49	0.0616	0.0578	0.0394	0.9782	0.9076
50	0.0604	0.0559	0.0382	0.9773	0.9057
51	0.0578	0.0541	0.0371	0.9773	0.9048
52	0.0568	0.0535	0.0362	0.9753	0.9039
53	0.0557	0.0522	0.0358	0.9753	0.9021
54	0.0548	0.0513	0.0344	0.9753	0.9003
55	0.0536	0.0497	0.0333	0.9743	0.8976
56	0.0527	0.0486	0.0321	0.9743	0.8958
57	0.0514	0.0476	0.0304	0.9724	0.8932
58	0.0506	0.0464	0.0293	0.9714	0.8914
59	0.0492	0.0447	0.0283	0.9704	0.8905
60	0.0471	0.0438	0.0274	0.9704	0.8887
61	0.0460	0.0424	0.0266	0.9685	0.8860
62	0.0450	0.0417	0.0259	0.9666	0.8834
63	0.0433	0.0405	0.0247	0.9646	0.8816
64	0.0425	0.0392	0.0244	0.9637	0.8799
65	0.0422	0.0376	0.0237	0.9618	0.8781
66	0.0413	0.0368	0.0230	0.9618	0.8772

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
67	0.0405	0.0361	0.0221	0.9608	0.8746
68	0.0398	0.0344	0.0218	0.9598	0.8720
69	0.0393	0.0335	0.0215	0.9589	0.8694
70	0.0390	0.0326	0.0211	0.9579	0.8685
71	0.0382	0.0320	0.0202	0.9570	0.8668
72	0.0370	0.0316	0.0195	0.9550	0.8642
73	0.0364	0.0308	0.0191	0.9531	0.8624
74	0.0357	0.0300	0.0185	0.9512	0.8607
75	0.0351	0.0295	0.0181	0.9503	0.8598
76	0.0339	0.0292	0.0171	0.9484	0.8573
77	0.0330	0.0280	0.0167	0.9474	0.8556
78	0.0323	0.0272	0.0162	0.9465	0.8530
79	0.0312	0.0260	0.0158	0.9446	0.8513
80	0.0308	0.0255	0.0156	0.9436	0.8496
81	0.0303	0.0249	0.0151	0.9427	0.8470
82	0.0297	0.0245	0.0148	0.9399	0.8454
83	0.0291	0.0240	0.0148	0.9380	0.8428
84	0.0284	0.0237	0.0146	0.9371	0.8411
85	0.0282	0.0230	0.0145	0.9361	0.8386
86	0.0274	0.0223	0.0142	0.9352	0.8369
87	0.0267	0.0220	0.0139	0.9333	0.8344
88	0.0266	0.0211	0.0136	0.9324	0.8319
89	0.0262	0.0208	0.0133	0.9305	0.8303
90	0.0262	0.0204	0.0130	0.9287	0.8278
91	0.0259	0.0197	0.0123	0.9287	0.8261
92	0.0256	0.0194	0.0117	0.9259	0.8237
93	0.0251	0.0191	0.0113	0.9250	0.8220
94	0.0247	0.0190	0.0108	0.9231	0.8195
95	0.0246	0.0188	0.0104	0.9213	0.8179
96	0.0240	0.0185	0.0100	0.9204	0.8155
97	0.0231	0.0182	0.0098	0.9185	0.8122
98	0.0228	0.0180	0.0095	0.9176	0.8098
99	0.0223	0.0177	0.0094	0.9158	0.8090
100	0.0220	0.0171	0.0092	0.9139	0.8073
101	0.0214	0.0166	0.0090	0.9130	0.8049

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_o(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
102	0.0210	0.0160	0.0087	0.9112	0.8025
103	0.0207	0.0157	0.0086	0.9094	0.8001
104	0.0204	0.0152	0.0085	0.9076	0.7977
105	0.0200	0.0151	0.0085	0.9066	0.7953
106	0.0200	0.0150	0.0084	0.9048	0.7929
107	0.0198	0.0148	0.0080	0.9030	0.7906
108	0.0195	0.0144	0.0080	0.9003	0.7882
109	0.0191	0.0141	0.0078	0.8985	0.7858
110	0.0190	0.0138	0.0076	0.8967	0.7843
111	0.0181	0.0138	0.0073	0.8949	0.7811
112	0.0179	0.0134	0.0072	0.8932	0.7796
113	0.0177	0.0132	0.0071	0.8923	0.7765
114	0.0177	0.0129	0.0069	0.8914	0.7741
115	0.0174	0.0127	0.0068	0.8896	0.7718
116	0.0165	0.0125	0.0065	0.8887	0.7695
117	0.0165	0.0121	0.0065	0.8860	0.7672
118	0.0158	0.0118	0.0063	0.8843	0.7641
119	0.0157	0.0114	0.0063	0.8825	0.7611
120	0.0154	0.0111	0.0060	0.8807	0.7581
121	0.0152	0.0105	0.0057	0.8790	0.7550
122	0.0150	0.0105	0.0056	0.8772	0.7528
123	0.0150	0.0105	0.0055	0.8763	0.7505
124	0.0150	0.0103	0.0049	0.8728	0.7490
125	0.0147	0.0101	0.0047	0.8720	0.7483
126	0.0145	0.0099	0.0047	0.8702	0.7460
127	0.0143	0.0098	0.0047	0.8685	0.7430
128	0.0141	0.0096	0.0044	0.8676	0.7416
129	0.0137	0.0095	0.0044	0.8650	0.7386
130	0.0136	0.0094	0.0044	0.8624	0.7364
131	0.0132	0.0093	0.0041	0.8598	0.7334
132	0.0127	0.0092	0.0041	0.8590	0.7320
133	0.0124	0.0087	0.0039	0.8573	0.7305
134	0.0122	0.0086	0.0039	0.8564	0.7269
135	0.0120	0.0083	0.0038	0.8530	0.7240
136	0.0118	0.0082	0.0038	0.8521	0.7211

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
137	0.0115	0.0077	0.0038	0.8504	0.7182
138	0.0114	0.0075	0.0037	0.8487	0.7153
139	0.0113	0.0072	0.0036	0.8479	0.7132
140	0.0110	0.0072	0.0035	0.8454	0.7111
141	0.0110	0.0071	0.0035	0.8428	0.7082
142	0.0107	0.0071	0.0035	0.8411	0.7061
143	0.0101	0.0069	0.0032	0.8395	0.7026
144	0.0101	0.0068	0.0030	0.8369	0.6991
145	0.0098	0.0064	0.0027	0.8344	0.6970
146	0.0097	0.0063	0.0027	0.8328	0.6949
147	0.0097	0.0061	0.0026	0.8303	0.6935
148	0.0094	0.0061	0.0024	0.8286	0.6914
149	0.0094	0.0060	0.0023	0.8253	0.6887
150	0.0094	0.0060	0.0022	0.8237	0.6866
151	0.0092	0.0060	0.0022	0.8220	0.6845
152	0.0088	0.0059	0.0022	0.8187	0.6825
153	0.0087	0.0059	0.0022	0.8163	0.6805
154	0.0085	0.0058	0.0021	0.8122	0.6777
155	0.0084	0.0058	0.0021	0.8090	0.6757
156	0.0083	0.0056	0.0020	0.8073	0.6737
157	0.0080	0.0054	0.0019	0.8049	0.6710
158	0.0076	0.0053	0.0018	0.8017	0.6683
159	0.0072	0.0053	0.0017	0.7993	0.6670
160	0.0072	0.0051	0.0017	0.7985	0.6643
161	0.0072	0.0050	0.0015	0.7961	0.6617
162	0.0071	0.0049	0.0015	0.7945	0.6603
163	0.0070	0.0049	0.0015	0.7929	0.6577
164	0.0066	0.0048	0.0015	0.7914	0.6557
165	0.0066	0.0045	0.0015	0.7882	0.6518
166	0.0065	0.0045	0.0014	0.7858	0.6492
167	0.0063	0.0045	0.0013	0.7835	0.6466
168	0.0061	0.0043	0.0013	0.7811	0.6447
169	0.0057	0.0042	0.0013	0.7780	0.6427
170	0.0056	0.0041	0.0012	0.7765	0.6395
171	0.0054	0.0041	0.0011	0.7726	0.6376

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
172	0.0053	0.0040	0.0011	0.7687	0.6364
173	0.0053	0.0039	0.0011	0.7672	0.6338
174	0.0052	0.0039	0.0010	0.7657	0.6313
175	0.0051	0.0039	0.0009	0.7634	0.6281
176	0.0049	0.0038	0.0009	0.7603	0.6256
177	0.0049	0.0037	0.0009	0.7573	0.6231
178	0.0048	0.0037	0.0007	0.7558	0.6206
179	0.0048	0.0035	0.0007	0.7535	0.6188
180	0.0048	0.0034	0.0005	0.7513	0.6169
181	0.0048	0.0034	0.0005	0.7490	0.6139
182	0.0048	0.0033	0.0005	0.7453	0.6120
183	0.0048	0.0033	0.0005	0.7408	0.6090
184	0.0047	0.0033	0.0004	0.7386	0.6047
185	0.0047	0.0033	0.0004	0.7364	0.6023
186	0.0047	0.0033	0.0003	0.7342	0.6005
187	0.0046	0.0033	0.0003	0.7305	0.5975
188	0.0046	0.0033	0.0003	0.7276	0.5945
189	0.0046	0.0033	0.0003	0.7247	0.5927
190	0.0046	0.0033	0.0003	0.7218	0.5892
191	0.0046	0.0032	0.0003	0.7182	0.5874
192	0.0044	0.0032	0.0003	0.7146	0.5851
193	0.0044	0.0031	0.0003	0.7125	0.5827
194	0.0043	0.0031	0.0003	0.7103	0.5798
195	0.0043	0.0031	0.0003	0.7047	0.5758
196	0.0043	0.0031	0.0003	0.7033	0.5718
197	0.0043	0.0030	0.0003	0.6991	0.5684
198	0.0042	0.0029	0.0003	0.6956	0.5661
199	0.0042	0.0028	0.0003	0.6921	0.5633
200	0.0042	0.0028	0.0003	0.6887	0.5582
201	0.0040	0.0028	0.0003	0.6859	0.5554
202	0.0038	0.0028	0.0003	0.6845	0.5527
203	0.0038	0.0027	0.0003	0.6811	0.5499
204	0.0038	0.0027	0.0003	0.6784	0.5461
205	0.0037	0.0025	0.0003	0.6744	0.5412
206	0.0035	0.0025	0.0003	0.6710	0.5390

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
207	0.0034	0.0024	0.0003	0.6683	0.5363
208	0.0034	0.0023	0.0003	0.6656	0.5321
209	0.0033	0.0022	0.0003	0.6623	0.5283
210	0.0032	0.0022	0.0003	0.6603	0.5257
211	0.0030	0.0022	0.0003	0.6570	0.5231
212	0.0030	0.0022	0.0003	0.6531	0.5205
213	0.0029	0.0022	0.0003	0.6505	0.5169
214	0.0029	0.0022	0.0003	0.6473	0.5132
215	0.0028	0.0022	0.0003	0.6440	0.5107
216	0.0028	0.0022	0.0003	0.6408	0.5066
217	0.0027	0.0022	0.0003	0.6383	0.5041
218	0.0024	0.0022	0.0003	0.6364	0.5011
219	0.0024	0.0021	0.0003	0.6325	0.4991
220	0.0024	0.0020	0.0003	0.6294	0.4966
221	0.0023	0.0019	0.0003	0.6263	0.4926
222	0.0023	0.0019	0.0003	0.6219	0.4897
223	0.0022	0.0019	0.0003	0.6194	0.4877
224	0.0022	0.0017	0.0003	0.6169	0.4858
225	0.0022	0.0017	0.0003	0.6132	0.4834
226	0.0022	0.0017	0.0003	0.6102	0.4790
227	0.0022	0.0017	0.0003	0.6071	0.4766
228	0.0020	0.0016	0.0003	0.6047	0.4747
229	0.0019	0.0016	0.0003	0.6005	0.4719
230	0.0019	0.0016	0.0003	0.5969	0.4681
231	0.0018	0.0016	0.0003	0.5927	0.4635
232	0.0016	0.0015	0.0003	0.5892	0.4602
233	0.0016	0.0015	0.0003	0.5863	0.4584
234	0.0016	0.0014	0.0002	0.5827	0.4552
235	0.0016	0.0014	0.0002	0.5787	0.4525
236	0.0016	0.0014	0.0002	0.5752	0.4484
237	0.0014	0.0013	0.0002	0.5718	0.4462
238	0.0014	0.0012	0.0002	0.5684	0.4426
239	0.0014	0.0012	0.0002	0.5644	0.4413
240	0.0014	0.0012	0.0002	0.5610	0.4378
241	0.0014	0.0012	0.0002	0.5582	0.4343

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_o(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
242	0.0013	0.0011	0.0002	0.5543	0.4317
243	0.0013	0.0011	0.0002	0.5521	0.4296
244	0.0013	0.0010	0.0002	0.5477	0.4274
245	0.0013	0.0010	0.0002	0.5434	0.4223
246	0.0013	0.0010	0.0002	0.5396	0.4198
247	0.0013	0.0010	0.0002	0.5369	0.4169
248	0.0013	0.0010	0.0002	0.5331	0.4152
249	0.0013	0.0010	0.0002	0.5289	0.4131
250	0.0013	0.0010	0.0002	0.5247	0.4102
251	0.0012	0.0010	0.0002	0.5210	0.4078
252	0.0011	0.0010	0.0002	0.5184	0.4054
253	0.0011	0.0010	0.0002	0.5153	0.4025
254	0.0011	0.0009	0.0002	0.5122	0.3997
255	0.0010	0.0009	0.0002	0.5086	0.3969
256	0.0010	0.0009	0.0002	0.5036	0.3910
257	0.0010	0.0009	0.0000	0.4996	0.3883
258	0.0010	0.0009	0.0000	0.4951	0.3856
259	0.0010	0.0009	0.0000	0.4926	0.3829
260	0.0010	0.0009	0.0000	0.4892	0.3798
261	0.0010	0.0009	0.0000	0.4858	0.3753
262	0.0010	0.0008	0.0000	0.4834	0.3719
263	0.0010	0.0008	0.0000	0.4795	0.3686
264	0.0010	0.0008	0.0000	0.4766	0.3664
265	0.0010	0.0008	0.0000	0.4733	0.3642
266	0.0010	0.0008	0.0000	0.4686	0.3602
267	0.0010	0.0008	0.0000	0.4639	0.3577
268	0.0010	0.0008	0.0000	0.4598	0.3538
269	0.0010	0.0006	0.0000	0.4570	0.3503
270	0.0010	0.0006	0.0000	0.4538	0.3475
271	0.0010	0.0006	0.0000	0.4489	0.3451
272	0.0010	0.0006	0.0000	0.4444	0.3430
273	0.0008	0.0005	0.0000	0.4391	0.3396
274	0.0007	0.0005	0.0000	0.4356	0.3372
275	0.0007	0.0005	0.0000	0.4291	0.3322
276	0.0007	0.0005	0.0000	0.4236	0.3296

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_o(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
277	0.0007	0.0005	0.0000	0.4185	0.3256
278	0.0006	0.0005	0.0000	0.4156	0.3217
279	0.0006	0.0005	0.0000	0.4119	0.3179
280	0.0006	0.0005	0.0000	0.4074	0.3157
281	0.0006	0.0005	0.0000	0.4037	0.3132
282	0.0006	0.0005	0.0000	0.3985	0.3104
283	0.0006	0.0005	0.0000	0.3942	0.3082
284	0.0006	0.0005	0.0000	0.3906	0.3042
285	0.0006	0.0005	0.0000	0.3867	0.3006
286	0.0006	0.0005	0.0000	0.3829	0.2976
287	0.0005	0.0005	0.0000	0.3776	0.2932
288	0.0005	0.0005	0.0000	0.3731	0.2903
289	0.0005	0.0005	0.0000	0.3682	0.2882
290	0.0005	0.0005	0.0000	0.3642	0.2854
291	0.0005	0.0005	0.0000	0.3595	0.2814
292	0.0005	0.0005	0.0000	0.3549	0.2769
293	0.0005	0.0005	0.0000	0.3506	0.2736
294	0.0005	0.0005	0.0000	0.3468	0.2704
295	0.0005	0.0005	0.0000	0.3420	0.2669
296	0.0005	0.0005	0.0000	0.3389	0.2647
297	0.0005	0.0005	0.0000	0.3332	0.2595
298	0.0005	0.0005	0.0000	0.3292	0.2556
299	0.0005	0.0005	0.0000	0.3247	0.2526
300	0.0004	0.0005	0.0000	0.3195	0.2491
301	0.0004	0.0005	0.0000	0.3160	0.2451
302	0.0004	0.0005	0.0000	0.3104	0.2407
303	0.0002	0.0005	0.0000	0.3061	0.2372
304	0.0002	0.0005	0.0000	0.3006	0.2320
305	0.0002	0.0005	0.0000	0.2964	0.2274
306	0.0002	0.0005	0.0000	0.2903	0.2214
307	0.0002	0.0005	0.0000	0.2871	0.2178
308	0.0002	0.0005	0.0000	0.2825	0.2137
309	0.0002	0.0005	0.0000	0.2783	0.2106
310	0.0002	0.0005	0.0000	0.2723	0.2070
311	0.0002	0.0005	0.0000	0.2677	0.2045

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
312	0.0002	0.0005	0.0000	0.2650	0.2013
313	0.0002	0.0005	0.0000	0.2603	0.1985
314	0.0002	0.0005	0.0000	0.2554	0.1950
315	0.0002	0.0005	0.0000	0.2496	0.1901
316	0.0002	0.0005	0.0000	0.2439	0.1873
317	0.0002	0.0005	0.0000	0.2395	0.1851
318	0.0002	0.0005	0.0000	0.2334	0.1821
319	0.0002	0.0005	0.0000	0.2272	0.1785
320	0.0002	0.0005	0.0000	0.2209	0.1757
321	0.0001	0.0005	0.0000	0.2157	0.1719
322	0.0001	0.0005	0.0000	0.2112	0.1686
323	0.0001	0.0005	0.0000	0.2062	0.1651
324	0.0001	0.0005	0.0000	0.2025	0.1625
325	0.0001	0.0005	0.0000	0.1971	0.1582
326	0.0001	0.0005	0.0000	0.1917	0.1544
327	0.0001	0.0005	0.0000	0.1886	0.1518
328	0.0001	0.0005	0.0000	0.1845	0.1475
329	0.0001	0.0005	0.0000	0.1801	0.1440
330	0.0001	0.0005	0.0000	0.1750	0.1396
331	0.0001	0.0005	0.0000	0.1700	0.1372
332	0.0001	0.0005	0.0000	0.1628	0.1332
333	0.0001	0.0005	0.0000	0.1580	0.1272
334	0.0001	0.0005	0.0000	0.1520	0.1228
335	0.0001	0.0005	0.0000	0.1457	0.1190
336	0.0001	0.0005	0.0000	0.1414	0.1146
337	0.0001	0.0005	0.0000	0.1372	0.1106
338	0.0001	0.0004	0.0000	0.1307	0.1068
339	0.0001	0.0004	0.0000	0.1246	0.1031
340	0.0001	0.0004	0.0000	0.1203	0.0999
341	0.0001	0.0004	0.0000	0.1170	0.0967
342	0.0001	0.0004	0.0000	0.1123	0.0940
343	0.0001	0.0004	0.0000	0.1071	0.0901
344	0.0001	0.0004	0.0000	0.1030	0.0869
345	0.0001	0.0004	0.0000	0.0990	0.0838
346	0.0001	0.0004	0.0000	0.0941	0.0786

ตาราง ข.1 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2550	พ.ศ.2552
347	0.0001	0.0004	0.0000	0.0904	0.0753
348	0.0000	0.0004	0.0000	0.0858	0.0715
349	0.0000	0.0004	0.0000	0.0818	0.0686
350	0.0000	0.0004	0.0000	0.0789	0.0657
351	0.0000	0.0004	0.0000	0.0722	0.0602
352	0.0000	0.0003	0.0000	0.0675	0.0574
353	0.0000	0.0003	0.0000	0.0618	0.0539
354	0.0000	0.0001	0.0000	0.0569	0.0502
355	0.0000	0.0001	0.0000	0.0501	0.0459
356	0.0000	0.0001	0.0000	0.0451	0.0385
357	0.0000	0.0001	0.0000	0.0402	0.0340
358	0.0000	0.0001	0.0000	0.0346	0.0304
359	0.0000	0.0001	0.0000	0.0303	0.0262
360	0.0000	0.0001	0.0000	0.0254	0.0229
361	0.0000	0.0001	0.0000	0.0202	0.0174
362	0.0000	0.0001	0.0000	0.0152	0.0135
363	0.0000	0.0001	0.0000	0.0093	0.0094
364	0.0000	0.0001	0.0000	0.0048	0.0040

ตาราง ข.2 ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน ของระยะเวลาการอยู่รอด W และ T ของกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ชนิดรถยนต์โดยสารและรถยนต์บรรทุก ที่มีการรายงานความเสียหายล่าช้า ปี พ.ศ.2550 ถึง พ.ศ.2552

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
0	0.9012	0.7874	0.5775	1.0000	1.0000
1	0.7240	0.5396	0.4926	1.0000	1.0000
2	0.5839	0.4198	0.4378	1.0000	1.0000
3	0.4931	0.3342	0.3864	1.0000	1.0000
4	0.4300	0.2839	0.3694	1.0000	1.0000
5	0.4025	0.2624	0.3434	1.0000	1.0000
6	0.3624	0.2372	0.3157	1.0000	1.0000
7	0.3276	0.2189	0.2862	1.0000	1.0000
8	0.3101	0.2011	0.2671	1.0000	1.0000
9	0.2786	0.1911	0.2513	1.0000	1.0000
10	0.2626	0.1739	0.2388	1.0000	1.0000
11	0.2536	0.1606	0.2265	1.0000	1.0000
12	0.2466	0.1523	0.2176	1.0000	1.0000
13	0.2395	0.1406	0.2035	1.0000	1.0000
14	0.2341	0.1337	0.1946	0.9970	1.0000
15	0.2216	0.1280	0.1928	0.9970	1.0000
16	0.2125	0.1236	0.1821	0.9940	1.0000
17	0.2035	0.1168	0.1785	0.9940	1.0000
18	0.1981	0.1103	0.1714	0.9940	1.0000
19	0.1928	0.1016	0.1606	0.9940	1.0000
20	0.1892	0.0995	0.1517	0.9940	1.0000
21	0.1838	0.0921	0.1446	0.9920	1.0000
22	0.1784	0.0890	0.1392	0.9910	1.0000
23	0.1764	0.0829	0.1337	0.9910	1.0000
24	0.1746	0.0789	0.1210	0.9910	1.0000
25	0.1656	0.0760	0.1174	0.9891	1.0000
26	0.1620	0.0731	0.1100	0.9881	1.0000
27	0.1565	0.0693	0.1028	0.9881	1.0000
28	0.1565	0.0683	0.1028	0.9861	1.0000
29	0.1547	0.0644	0.1028	0.9861	1.0000
30	0.1511	0.0598	0.0991	0.9851	1.0000
31	0.1511	0.0561	0.0936	0.9831	1.0000

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
32	0.1473	0.0543	0.0917	0.9802	1.0000
33	0.1382	0.0507	0.0879	0.9802	1.0000
34	0.1364	0.0481	0.0842	0.9802	1.0000
35	0.1290	0.0446	0.0824	0.9802	1.0000
36	0.1272	0.0438	0.0731	0.9802	1.0000
37	0.1253	0.0396	0.0675	0.9802	1.0000
38	0.1234	0.0388	0.0656	0.9792	1.0000
39	0.1198	0.0363	0.0637	0.9792	1.0000
40	0.1198	0.0355	0.0619	0.9773	1.0000
41	0.1142	0.0323	0.0600	0.9763	1.0000
42	0.1124	0.0315	0.0600	0.9763	1.0000
43	0.1124	0.0307	0.0600	0.9743	1.0000
44	0.1067	0.0292	0.0581	0.9743	1.0000
45	0.1067	0.0284	0.0581	0.9734	1.0000
46	0.1029	0.0277	0.0581	0.9734	1.0000
47	0.1029	0.0277	0.0562	0.9734	1.0000
48	0.0992	0.0277	0.0562	0.9704	1.0000
49	0.0954	0.0269	0.0544	0.9685	1.0000
50	0.0934	0.0261	0.0506	0.9685	1.0000
51	0.0915	0.0246	0.0506	0.9675	0.9900
52	0.0877	0.0246	0.0506	0.9637	0.9900
53	0.0877	0.0246	0.0468	0.9627	0.9900
54	0.0858	0.0232	0.0449	0.9608	0.9900
55	0.0819	0.0210	0.0449	0.9608	0.9900
56	0.0800	0.0210	0.0411	0.9598	0.9900
57	0.0762	0.0203	0.0392	0.9598	0.9900
58	0.0762	0.0203	0.0392	0.9570	0.9900
59	0.0742	0.0197	0.0354	0.9541	0.9900
60	0.0742	0.0190	0.0354	0.9493	0.9900
61	0.0742	0.0176	0.0354	0.9474	0.9881
62	0.0742	0.0176	0.0354	0.9465	0.9881
63	0.0742	0.0169	0.0354	0.9446	0.9851
64	0.0703	0.0169	0.0354	0.9436	0.9851
65	0.0684	0.0169	0.0354	0.9399	0.9851
66	0.0684	0.0169	0.0354	0.9371	0.9851

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
67	0.0665	0.0156	0.0354	0.9324	0.9851
68	0.0665	0.0156	0.0354	0.9315	0.9851
70	0.0665	0.0156	0.0335	0.9296	0.9812
71	0.0625	0.0156	0.0335	0.9296	0.9812
72	0.0606	0.0150	0.0296	0.9296	0.9812
73	0.0606	0.0137	0.0238	0.9287	0.9782
74	0.0606	0.0137	0.0238	0.9287	0.9782
75	0.0606	0.0137	0.0238	0.9268	0.9782
76	0.0587	0.0125	0.0238	0.9268	0.9782
77	0.0567	0.0119	0.0238	0.9268	0.9782
78	0.0547	0.0108	0.0238	0.9240	0.9782
80	0.0547	0.0108	0.0238	0.9222	0.9782
81	0.0528	0.0102	0.0238	0.9222	0.9763
82	0.0508	0.0102	0.0199	0.9213	0.9763
83	0.0508	0.0102	0.0199	0.9148	0.9763
84	0.0508	0.0097	0.0199	0.9121	0.9734
85	0.0508	0.0097	0.0199	0.9094	0.9734
86	0.0489	0.0086	0.0180	0.9094	0.9734
87	0.0489	0.0086	0.0180	0.9076	0.9734
88	0.0489	0.0081	0.0180	0.9048	0.9714
89	0.0468	0.0081	0.0180	0.9030	0.9685
90	0.0468	0.0076	0.0160	0.9030	0.9685
91	0.0449	0.0066	0.0160	0.9003	0.9666
93	0.0449	0.0066	0.0160	0.8985	0.9666
94	0.0449	0.0061	0.0141	0.8967	0.9637
95	0.0449	0.0056	0.0141	0.8967	0.9618
96	0.0429	0.0052	0.0141	0.8958	0.9589
97	0.0429	0.0052	0.0141	0.8940	0.9570
98	0.0408	0.0052	0.0141	0.8923	0.9570
99	0.0389	0.0052	0.0122	0.8923	0.9541
100	0.0389	0.0052	0.0122	0.8914	0.9541
101	0.0389	0.0052	0.0122	0.8896	0.9541
102	0.0368	0.0052	0.0102	0.8878	0.9541
103	0.0348	0.0052	0.0102	0.8878	0.9493
104	0.0328	0.0047	0.0061	0.8851	0.9474

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
105	0.0328	0.0047	0.0061	0.8825	0.9474
106	0.0308	0.0047	0.0061	0.8825	0.9474
107	0.0308	0.0047	0.0061	0.8781	0.9474
108	0.0287	0.0047	0.0061	0.8720	0.9446
109	0.0287	0.0043	0.0061	0.8702	0.9427
110	0.0287	0.0043	0.0061	0.8676	0.9427
111	0.0287	0.0043	0.0061	0.8659	0.9399
112	0.0287	0.0043	0.0041	0.8642	0.9399
113	0.0287	0.0043	0.0041	0.8633	0.9380
114	0.0287	0.0039	0.0041	0.8616	0.9352
115	0.0287	0.0035	0.0041	0.8598	0.9305
116	0.0287	0.0035	0.0041	0.8581	0.9287
117	0.0267	0.0035	0.0041	0.8581	0.9287
118	0.0246	0.0035	0.0041	0.8556	0.9287
119	0.0246	0.0035	0.0041	0.8556	0.9240
120	0.0246	0.0035	0.0041	0.8538	0.9213
121	0.0226	0.0031	0.0041	0.8513	0.9185
122	0.0226	0.0031	0.0041	0.8479	0.9139
124	0.0226	0.0031	0.0041	0.8454	0.9121
125	0.0226	0.0031	0.0041	0.8437	0.9048
127	0.0226	0.0031	0.0041	0.8420	0.9048
128	0.0205	0.0027	0.0041	0.8411	0.9003
129	0.0205	0.0027	0.0041	0.8411	0.8932
130	0.0205	0.0027	0.0041	0.8344	0.8905
131	0.0205	0.0027	0.0041	0.8319	0.8887
132	0.0205	0.0027	0.0041	0.8303	0.8887
133	0.0205	0.0019	0.0041	0.8278	0.8887
134	0.0205	0.0015	0.0041	0.8245	0.8887
135	0.0184	0.0012	0.0041	0.8245	0.8887
136	0.0184	0.0012	0.0041	0.8228	0.8834
137	0.0162	0.0012	0.0041	0.8228	0.8790
138	0.0162	0.0012	0.0041	0.8171	0.8746
139	0.0162	0.0012	0.0020	0.8155	0.8676
140	0.0162	0.0012	0.0020	0.8155	0.8650
141	0.0162	0.0012	0.0020	0.8155	0.8607

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
142	0.0162	0.0012	0.0020	0.8130	0.8607
143	0.0162	0.0012	0.0020	0.8098	0.8581
144	0.0162	0.0012	0.0020	0.8065	0.8556
145	0.0162	0.0012	0.0020	0.8041	0.8538
146	0.0162	0.0012	0.0020	0.8009	0.8470
147	0.0162	0.0012	0.0020	0.7977	0.8395
148	0.0162	0.0012	0.0020	0.7961	0.8378
150	0.0162	0.0012	0.0020	0.7953	0.8378
151	0.0162	0.0012	0.0020	0.7937	0.8303
152	0.0162	0.0012	0.0020	0.7890	0.8261
153	0.0162	0.0012	0.0020	0.7874	0.8261
155	0.0162	0.0012	0.0020	0.7874	0.8237
156	0.0162	0.0012	0.0020	0.7858	0.8195
157	0.0162	0.0009	0.0020	0.7851	0.8171
158	0.0162	0.0009	0.0020	0.7851	0.8146
159	0.0162	0.0009	0.0020	0.7788	0.8122
160	0.0162	0.0009	0.0020	0.7726	0.8057
161	0.0162	0.0009	0.0020	0.7687	0.8057
162	0.0162	0.0009	0.0020	0.7687	0.7985
163	0.0162	0.0006	0.0020	0.7687	0.7985
164	0.0162	0.0006	0.0020	0.7672	0.7969
165	0.0162	0.0006	0.0020	0.7672	0.7922
166	0.0162	0.0006	0.0020	0.7626	0.7922
167	0.0162	0.0006	0.0020	0.7611	0.7898
168	0.0120	0.0006	0.0020	0.7565	0.7874
169	0.0120	0.0006	0.0020	0.7528	0.7827
170	0.0120	0.0006	0.0020	0.7513	0.7804
172	0.0120	0.0006	0.0020	0.7513	0.7765
173	0.0120	0.0006	0.0020	0.7498	0.7765
174	0.0120	0.0006	0.0020	0.7453	0.7672
175	0.0120	0.0006	0.0020	0.7423	0.7649
176	0.0120	0.0006	0.0020	0.7393	0.7626
177	0.0120	0.0006	0.0020	0.7379	0.7603
178	0.0120	0.0006	0.0020	0.7379	0.7581
179	0.0120	0.0006	0.0020	0.7334	0.7535

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
180	0.0120	0.0003	0.0020	0.7276	0.7498
181	0.0120	0.0003	0.0020	0.7233	0.7475
182	0.0120	0.0003	0.0020	0.7175	0.7453
183	0.0120	0.0003	0.0020	0.7161	0.7386
184	0.0120	0.0003	0.0020	0.7103	0.7364
185	0.0120	0.0003	0.0020	0.7075	0.7342
186	0.0120	0.0003	0.0020	0.7026	0.7320
187	0.0120	0.0003	0.0020	0.6956	0.7320
188	0.0120	0.0003	0.0020	0.6942	0.7276
189	0.0120	0.0003	0.0020	0.6914	0.7254
190	0.0120	0.0003	0.0000	0.6880	0.7225
191	0.0120	0.0003	0.0000	0.6852	0.7225
193	0.0120	0.0003	0.0000	0.6852	0.7182
194	0.0120	0.0003	0.0000	0.6811	0.7139
195	0.0120	0.0003	0.0000	0.6723	0.7118
196	0.0120	0.0003	0.0000	0.6683	0.7118
197	0.0120	0.0003	0.0000	0.6637	0.7096
198	0.0120	0.0003	0.0000	0.6610	0.7096
199	0.0120	0.0003	0.0000	0.6577	0.7054
201	0.0120	0.0003	0.0000	0.6518	0.6991
202	0.0120	0.0003	0.0000	0.6505	0.6991
203	0.0120	0.0001	0.0000	0.6505	0.6963
204	0.0097	0.0001	0.0000	0.6460	0.6942
205	0.0097	0.0001	0.0000	0.6434	0.6921
206	0.0097	0.0001	0.0000	0.6421	0.6900
207	0.0097	0.0001	0.0000	0.6332	0.6859
208	0.0097	0.0001	0.0000	0.6307	0.6859
209	0.0097	0.0001	0.0000	0.6263	0.6771
210	0.0097	0.0001	0.0000	0.6231	0.6730
211	0.0097	0.0001	0.0000	0.6188	0.6710
212	0.0097	0.0001	0.0000	0.6114	0.6663
213	0.0097	0.0001	0.0000	0.6090	0.6643
214	0.0097	0.0001	0.0000	0.6059	0.6577
215	0.0075	0.0001	0.0000	0.6029	0.6557
216	0.0075	0.0001	0.0000	0.5987	0.6492

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
217	0.0075	0.0001	0.0000	0.5957	0.6492
218	0.0075	0.0001	0.0000	0.5927	0.6492
219	0.0052	0.0001	0.0000	0.5874	0.6447
220	0.0052	0.0001	0.0000	0.5845	0.6364
221	0.0052	0.0001	0.0000	0.5816	0.6325
222	0.0052	0.0001	0.0000	0.5758	0.6300
223	0.0052	0.0001	0.0000	0.5689	0.6281
224	0.0052	0.0001	0.0000	0.5661	0.6238
225	0.0052	0.0001	0.0000	0.5571	0.6175
226	0.0052	0.0001	0.0000	0.5532	0.6047
227	0.0052	0.0001	0.0000	0.5499	0.6029
228	0.0052	0.0001	0.0000	0.5499	0.5945
229	0.0052	0.0001	0.0000	0.5472	0.5863
231	0.0052	0.0001	0.0000	0.5428	0.5758
232	0.0052	0.0001	0.0000	0.5358	0.5718
233	0.0052	0.0001	0.0000	0.5347	0.5678
234	0.0052	0.0001	0.0000	0.5305	0.5655
235	0.0052	0.0001	0.0000	0.5247	0.5593
236	0.0052	0.0001	0.0000	0.5247	0.5554
237	0.0052	0.0001	0.0000	0.5189	0.5494
238	0.0052	0.0001	0.0000	0.5189	0.5434
239	0.0052	0.0001	0.0000	0.5158	0.5390
240	0.0052	0.0001	0.0000	0.5076	0.5331
241	0.0052	0.0001	0.0000	0.5061	0.5268
242	0.0052	0.0001	0.0000	0.5021	0.5268
243	0.0052	0.0001	0.0000	0.4951	0.5189
244	0.0052	0.0001	0.0000	0.4907	0.5169
245	0.0052	0.0001	0.0000	0.4877	0.5086
246	0.0052	0.0001	0.0000	0.4848	0.5051
247	0.0052	0.0001	0.0000	0.4809	0.4951
249	0.0029	0.0001	0.0000	0.4795	0.4931
250	0.0029	0.0001	0.0000	0.4766	0.4931
251	0.0029	0.0001	0.0000	0.4738	0.4931
252	0.0029	0.0001	0.0000	0.4695	0.4892
253	0.0029	0.0001	0.0000	0.4653	0.4872

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
254	0.0029	0.0001	0.0000	0.4598	0.4853
255	0.0029	0.0001	0.0000	0.4570	0.4790
256	0.0029	0.0001	0.0000	0.4484	0.4672
257	0.0029	0.0001	0.0000	0.4457	0.4635
258	0.0029	0.0001	0.0000	0.4457	0.4557
259	0.0029	0.0001	0.0000	0.4413	0.4538
260	0.0029	0.0001	0.0000	0.4360	0.4520
261	0.0029	0.0001	0.0000	0.4330	0.4440
262	0.0029	0.0001	0.0000	0.4317	0.4404
263	0.0029	0.0001	0.0000	0.4261	0.4404
264	0.0000	0.0001	0.0000	0.4261	0.4404
265	0.0000	0.0001	0.0000	0.4232	0.4308
266	0.0000	0.0001	0.0000	0.4177	0.4215
267	0.0000	0.0001	0.0000	0.4164	0.4215
268	0.0000	0.0001	0.0000	0.4152	0.4215
269	0.0000	0.0001	0.0000	0.4094	0.4156
270	0.0000	0.0001	0.0000	0.4066	0.4119
271	0.0000	0.0001	0.0000	0.4054	0.4098
272	0.0000	0.0001	0.0000	0.4025	0.4041
273	0.0000	0.0001	0.0000	0.3997	0.4025
274	0.0000	0.0001	0.0000	0.3914	0.3930
275	0.0000	0.0001	0.0000	0.3887	0.3856
276	0.0000	0.0001	0.0000	0.3844	0.3783
277	0.0000	0.0001	0.0000	0.3844	0.3746
278	0.0000	0.0001	0.0000	0.3764	0.3727
279	0.0000	0.0001	0.0000	0.3764	0.3690
280	0.0000	0.0001	0.0000	0.3723	0.3653
281	0.0000	0.0001	0.0000	0.3668	0.3599
282	0.0000	0.0001	0.0000	0.3639	0.3545
283	0.0000	0.0001	0.0000	0.3639	0.3492
284	0.0000	0.0001	0.0000	0.3610	0.3437
285	0.0000	0.0001	0.0000	0.3584	0.3386
286	0.0000	0.0001	0.0000	0.3556	0.3296
287	0.0000	0.0001	0.0000	0.3503	0.3192
288	0.0000	0.0001	0.0000	0.3447	0.3192

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
289	0.0000	0.0001	0.0000	0.3379	0.3157
290	0.0000	0.0001	0.0000	0.3339	0.3122
291	0.0000	0.0001	0.0000	0.3269	0.3051
292	0.0000	0.0001	0.0000	0.3214	0.3018
293	0.0000	0.0001	0.0000	0.3201	0.2982
294	0.0000	0.0001	0.0000	0.3147	0.2897
295	0.0000	0.0001	0.0000	0.3079	0.2862
296	0.0000	0.0001	0.0000	0.3039	0.2761
297	0.0000	0.0001	0.0000	0.2985	0.2679
298	0.0000	0.0001	0.0000	0.2970	0.2645
299	0.0000	0.0001	0.0000	0.2958	0.2613
300	0.0000	0.0001	0.0000	0.2917	0.2595
301	0.0000	0.0001	0.0000	0.2877	0.2595
302	0.0000	0.0001	0.0000	0.2808	0.2579
303	0.0000	0.0001	0.0000	0.2728	0.2546
304	0.0000	0.0001	0.0000	0.2690	0.2498
305	0.0000	0.0001	0.0000	0.2690	0.2449
306	0.0000	0.0001	0.0000	0.2663	0.2384
307	0.0000	0.0001	0.0000	0.2595	0.2336
308	0.0000	0.0001	0.0000	0.2544	0.2336
309	0.0000	0.0001	0.0000	0.2491	0.2304
310	0.0000	0.0001	0.0000	0.2437	0.2240
311	0.0000	0.0001	0.0000	0.2357	0.2178
312	0.0000	0.0001	0.0000	0.2332	0.2116
313	0.0000	0.0001	0.0000	0.2292	0.2085
314	0.0000	0.0001	0.0000	0.2267	0.2054
315	0.0000	0.0001	0.0000	0.2240	0.1977
316	0.0000	0.0001	0.0000	0.2200	0.1930
317	0.0000	0.0001	0.0000	0.2174	0.1871
318	0.0000	0.0001	0.0000	0.2122	0.1796
319	0.0000	0.0001	0.0000	0.2070	0.1752
320	0.0000	0.0001	0.0000	0.2005	0.1708
321	0.0000	0.0001	0.0000	0.1993	0.1622
322	0.0000	0.0001	0.0000	0.1993	0.1579
323	0.0000	0.0001	0.0000	0.1915	0.1537

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
324	0.0000	0.0001	0.0000	0.1838	0.1494
325	0.0000	0.0001	0.0000	0.1785	0.1438
326	0.0000	0.0001	0.0000	0.1748	0.1356
327	0.0000	0.0001	0.0000	0.1708	0.1290
328	0.0000	0.0001	0.0000	0.1683	0.1223
329	0.0000	0.0001	0.0000	0.1607	0.1197
330	0.0000	0.0001	0.0000	0.1544	0.1132
331	0.0000	0.0001	0.0000	0.1468	0.1106
332	0.0000	0.0001	0.0000	0.1392	0.1068
333	0.0000	0.0001	0.0000	0.1267	0.1018
334	0.0000	0.0001	0.0000	0.1217	0.0931
335	0.0000	0.0001	0.0000	0.1180	0.0883
336	0.0000	0.0001	0.0000	0.1118	0.0859
337	0.0000	0.0001	0.0000	0.1056	0.0848
338	0.0000	0.0001	0.0000	0.1032	0.0801
339	0.0000	0.0001	0.0000	0.1020	0.0778
340	0.0000	0.0001	0.0000	0.0970	0.0721
341	0.0000	0.0001	0.0000	0.0958	0.0721
342	0.0000	0.0001	0.0000	0.0922	0.0699
343	0.0000	0.0001	0.0000	0.0910	0.0676
344	0.0000	0.0001	0.0000	0.0910	0.0644
345	0.0000	0.0001	0.0000	0.0897	0.0622
346	0.0000	0.0001	0.0000	0.0873	0.0569
347	0.0000	0.0001	0.0000	0.0825	0.0528
348	0.0000	0.0001	0.0000	0.0765	0.0467
349	0.0000	0.0001	0.0000	0.0729	0.0418
350	0.0000	0.0001	0.0000	0.0693	0.0389
351	0.0000	0.0001	0.0000	0.0634	0.0352
352	0.0000	0.0001	0.0000	0.0576	0.0298
353	0.0000	0.0001	0.0000	0.0506	0.0263
354	0.0000	0.0001	0.0000	0.0472	0.0263
355	0.0000	0.0001	0.0000	0.0392	0.0231
356	0.0000	0.0001	0.0000	0.0337	0.0207
357	0.0000	0.0001	0.0000	0.0282	0.0176
358	0.0000	0.0001	0.0000	0.0228	0.0120

ตาราง ข.2 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ฟังก์ชันการอยู่รอดสภาวะพื้นฐาน $S_0(t)$				
	ระยะเวลาการอยู่รอด W			ระยะเวลาการอยู่รอด T	
	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552
359	0.0000	0.0001	0.0000	0.0207	0.0094
360	0.0000	0.0001	0.0000	0.0176	0.0076
361	0.0000	0.0001	0.0000	0.0126	0.0044
362	0.0000	0.0001	0.0000	0.0106	0.0030
363	0.0000	0.0001	0.0000	0.0069	0.0026
364	0.0000	0.0001	0.0000	0.0015	0.0005

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเมธิณี เลิศวิริยะไพบูลย์ เกิดเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2530 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2552