

ตัวแบบการกำหนดราคาของการประกันภัยโรคร้ายแรงโดยใช้อัตราความชุกในประเทศไทย



นางสาวรติกร แยมสรवल

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CRITICAL ILLNESS INSURANCE PRICING MODELS USING PREVALENCE RATES IN  
THAILAND

Miss Ratikorn Yamsuan



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 2017

Copyright of Chulalongkorn University





# # 5881568626 : MAJOR INSURANCE

KEYWORDS: CRITICAL ILLNESS INSURANCE / PREVALENCE RATES / MULTIPLE STATE MODEL / GOMPERTZ-MAKEHAM MODEL

RATIKORN YAMSUAN: CRITICAL ILLNESS INSURANCE PRICING MODELS USING PREVALENCE RATES IN THAILAND. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK, Ph.D., 136 pp.

This research aims to estimate transition intensities for critical illness insurance and calculate the net premium rates for critical illness insurance covering 6 diseases consisting of invasive cancer, acute heart attack, major stroke, chronic kidney failure, chronic liver disease and severe chronic obstructive pulmonary disease. The unknown incidence rates of the critical illness are estimated from its prevalence rates in which the multiple state model and piecewise constant function are utilized to estimate transition intensities from the healthy state to the sickness state and assume the mortality intensities of both healthy and sick lives satisfy the Gompertz-Makeham (GM) model. The data used in this study are 1) the number of mid-year population, 2) the number of death of Thai population by age group and sex, 3) the number of death and 4) the number of patient by age groups, sex and causes of death and illness according to the International Statistical Classification of Disease and Related Health Problems 10<sup>th</sup> Revision (ICD-10) for 2011 to 2015 from Ministry of Public Health.

The results illustrated that the transition intensity from critical illness state to death state due to critical illness of both male and female could be estimated by GM(4,0) while the transition intensity from critical illness state to death state due to other causes could be estimated by GM(1,2) and GM(2,2) for male and female, respectively. The critical illness insurance premium rates for stand-alone benefit and acceleration benefit increased as age increased and premium rates for male are higher than those for female in all age groups.

Department: Statistics

Student's Signature .....

Field of Study: Insurance

Advisor's Signature .....

Academic Year: 2017

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลงได้หากปราศจากความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. สุวณี สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการตรวจทานแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ให้กำลังใจและคอยกระตุ้นจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ฐิติวัติ ชัยวัฒน์ รวมถึงกราบขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุไรวรรณ เจริญเกียรติกุล ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบให้คำแนะนำในการแก้ไขและตรวจสอบจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นางสาวลภัสสรดา สิงห์สมบูรณ์ นางสาวสุพิชชา มาเมืองบน และนางสาว ปาริชาติ ภัทรพานิชชัย ที่ให้ความช่วยเหลือด้านโปรแกรมการคำนวณและคำปรึกษาที่มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาวของข้าพเจ้าที่คอยให้การสนับสนุนด้านการศึกษาเป็นแรงผลักดันไปสู่ความสำเร็จและคอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ข้อกำหนดเบื้องต้น .....	3
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	7
1.6 คำจำกัดความของงานวิจัย .....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
1.8 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ.....	9
1.9 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย .....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	11
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	11
2.1.1 บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: ICD) .....	11
2.1.2 สาเหตุการเจ็บป่วย .....	12
2.1.2.1 ผู้ป่วยนอก.....	12
2.1.2.2 ผู้ป่วยใน.....	12

2.1.3 สาเหตุการตาย.....	12
2.1.4 ตัวแบบหลายสถานะ (Multiple state models).....	13
2.1.4.1 สถานะและการเปลี่ยนสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง (States and transitions for critical illness insurance) .....	13
2.1.4.2 ตัวแบบมาร์คอฟที่เวลาต่อเนื่อง (The time-continuous Markov model).....	15
2.1.4.3 ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ (Transition intensity) .....	15
2.1.5 ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะเป็นค่าคงตัวเป็นช่วง (Piecewise constant intensities).....	17
2.1.6 ตัวแบบกอมเพอร์ซ-เมคแฮม (Gompertz-Makeham model).....	17
2.1.7 อัตราการเพิ่ม (Extra mortality rate) .....	18
2.1.8 อัตราอุบัติการณ์ (Incidence rate).....	19
2.1.9 อัตราความชุก (Prevalence rate).....	19
2.1.10 วิธีตารางชีพแบบหลายทาง (The multistate life table method).....	21
2.1.11 การประกันภัยโรคร้ายแรง (Critical illness insurance).....	23
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย.....	31
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	31
3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล .....	31
3.2.1 การปรับข้อมูลการตายที่ไม่ทราบอายุ .....	31
3.2.2 การหาอัตราความชุกของโรคร้ายแรง.....	32
3.2.3 การหาอัตราการเปลี่ยนสถานะ .....	34
3.3 วิธีการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะและการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรง.....	40



บทที่ 4 การหาค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะและการคำนวณเบี่ยงประกันภัยสุทธิตำหรับ การประกันภัยโรคร้ายแรง .....	46
4.1 การประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ .....	46
4.2 รูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยโรคร้ายแรง.....	51
4.3 การคำนวณเบี่ยงประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง .....	53
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	61
5.1 สรุปผลงานวิจัย .....	61
5.2 อภิปรายผลการวิจัย .....	63
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	64
รายการอ้างอิง .....	66
ภาคผนวก ก กรอบแนวทางปฏิบัติการกำหนดค่านิยามโรคร้ายแรง (Guideline) .....	69
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยใน และจำนวนการตายของประชากรไทย 6 โรคร้ายแรง ตาม บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 จำแนกตามกลุ่มอายุและเพศ .....	88
ภาคผนวก ค ข้อมูลจำนวนตายที่ปรับแล้วของเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 .	93
ภาคผนวก ง Source Code โปรแกรม RStudio สำหรับตัวแบบ Gompertz-Makeham ตัว แบบ Piecewise constant intensitiy และเบี่ยงประกันภัยสุทธิตำหรับการประกันภัยโรค ร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิตและแผนกำหนดผลประโยชน์ ครอบคลุมการเสียชีวิต.....	98
ภาคผนวก จ หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตาม กรมธรรม์ประกันภัยและอัตราเบี่ยงประกันภัยของกรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี่ยง ประกันภัยครั้งเดียว .....	131
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	136

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	กลุ่มโรคและรหัสโรคร้ายแรง 6 กลุ่มโรค .....	11
ตารางที่ 3.1	อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	32
ตารางที่ 3.2	อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	33
ตารางที่ 3.3	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิต เนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	36
ตารางที่ 3.4	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิต เนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	36
ตารางที่ 3.5	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุ อื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554- 2558 .....	38
ตารางที่ 3.6	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุ อื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554- 2558 .....	39
ตารางที่ 3.7	ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ $\mu^{23}(x)$ แบบต่าง ๆ สำหรับเพศชาย .....	41
ตารางที่ 3.8	ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ $\mu^{23}(x)$ แบบต่าง ๆ สำหรับเพศหญิง .....	41
ตารางที่ 3.9	ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ $\mu^{14}(x)$ แบบต่าง ๆ สำหรับเพศชาย .....	42
ตารางที่ 3.10	ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ $\mu^{14}(x)$ แบบต่าง ๆ สำหรับเพศหญิง .....	43
ตารางที่ 3.11	ค่า SSE ที่ได้จากตัวแบบ $GM(r,s)$ ของ $\mu^{23}(x)$ จำแนกตามเพศ.....	44
ตารางที่ 3.12	ค่า SSE ที่ได้จากตัวแบบ $GM(r,s)$ ของ $\mu^{14}(x)$ จำแนกตามเพศ.....	44
ตารางที่ 4.1	ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของ $\mu^{14}(x)$ .....	47
ตารางที่ 4.2	ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของ $\mu^{23}(x)$ .....	47

ตารางที่ 4.3	ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ $\mu^{14}(x)$ และ $\mu^{23}(x)$ .....	48
ตารางที่ 4.4	ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ $\mu^{24}(x)$ .....	49
ตารางที่ 4.5	ค่า $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ ของ $\mu^{12}(x)$ .....	51
ตารางที่ 4.6	เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 1) สำหรับเพศชาย ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท .....	55
ตารางที่ 4.7	เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 1) สำหรับเพศหญิง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท .....	55
ตารางที่ 4.8	เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุม การเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศชาย ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี .....	57
ตารางที่ 4.9	เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุม การเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศชาย ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 5 ปี .....	58
ตารางที่ 4.10	เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุม การเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศหญิง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี .....	58
ตารางที่ 4.11	เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุม การเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศหญิง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 5 ปี .....	59

## สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 2.1	ตัวแบบหลายสถานะสำหรับความคุ้มครองโรคร้ายแรง .....	14
รูปภาพที่ 2.2	ตัวแบบหลายสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ ครอบคลุมการเสียชีวิต .....	26
รูปภาพที่ 3.1	อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศชาย .....	33
รูปภาพที่ 3.2	อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศหญิง .....	34
รูปภาพที่ 3.3	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะ เสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศชาย ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	37
รูปภาพที่ 3.4	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะ เสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศหญิง ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	37
รูปภาพที่ 3.5	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุ อื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศชาย ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	39
รูปภาพที่ 3.6	อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุ อื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศหญิง ปี พ.ศ. 2554-2558 .....	40

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากรายงานสถิติสาธารณสุข พ.ศ.2554-2558 พบว่าจำนวนและอัตราตายจากโรคมะเร็งและเนื้องอกทุกชนิด โรคมะเร็งปอด โรคมะเร็งหลอดอาหาร และโรคมะเร็งตับและท่อน้ำดี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปี (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์, 2559) ซึ่งการเจ็บป่วยด้วยโรคมะเร็งดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการรักษาพยาบาลอย่างต่อเนื่องและมีค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่สูงมาก บางโรคประชาชนอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่รัฐบาลอุดหนุนให้ ทำให้ผู้ป่วยบางรายไม่สามารถได้รับการรักษาอย่างทันท่วงที ดังนั้นการประกันภัยโรคร้ายแรงจึงเข้ามามีบทบาทในการรับความเสี่ยงภัยจากผู้เอาประกันภัยที่โอนความเสี่ยงในเรื่องค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมายังบริษัทประกันภัย ปัจจุบันการประกันภัยโรคร้ายแรงมีรูปแบบผลประโยชน์ที่หลากหลายมากขึ้น ช่วยให้ผู้เอาประกันภัยสามารถเลือกทำประกันภัยที่ตรงตามความต้องการของแต่ละบุคคล ผลประโยชน์ประกันภัยโรคร้ายแรงอาจประกอบด้วย จำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อตรวจพบโรคร้ายแรง หรือบางบริษัทยังจ่ายเงินชดเชยรายได้ขณะเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลให้อีกด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขตามกรมธรรม์ของแต่ละบริษัท ดังนั้นการกำหนดราคาของการประกันภัยโรคร้ายแรงจึงมีความสำคัญเพื่อให้มีเงินเพียงพอเพื่อจ่ายค่าสินไหมทดแทนให้กับผู้เอาประกันภัยหรือผู้รับผลประโยชน์เมื่อมีการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน การกำหนดราคาที่ไม่ผิดพลาดอาจทำให้เกิดผลเสียทั้งบริษัทรับประกันภัยและผู้เอาประกันภัย นอกจากนี้การกำหนดราคาที่สูงเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ที่คล้ายๆกันในตลาด การประกันภัยโรคร้ายแรงได้

สมาคมประกันชีวิตไทยเปิดเผยว่าธุรกิจประกันชีวิตปีพ.ศ.2559 เติบโตร้อยละ 5.7 และคาดว่าจะในปีพ.ศ.2560 จะเติบโตอย่างต่อเนื่องร้อยละ 6 โดยมีเบี้ยประกันภัยรับรวมทั้งสิ้น 568,260.4 ล้านบาท อัตราเติบโตอยู่ที่ร้อยละ 5.7 เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา โดยช่องทางการขายผ่านตัวแทนประกันภัยเป็นช่องทางอันดับ 1 ด้วยสัดส่วนร้อยละ 50.5 เบี้ยประกันภัยรับรวมอยู่ที่ 287,214.1 ล้านบาท ซึ่งตั้งเป้าว่าเบี้ยประกันชีวิตในปี พ.ศ.2560 จะมีเบี้ยประกันภัยรับรวม 600,000 ล้านบาท และคาดว่าจะเติบโตขึ้นร้อยละ 6 ซึ่งการเติบโตของธุรกิจประกันชีวิตมีอัตราการเติบโตที่ดีเมื่อเทียบกับธุรกิจอื่น แม้ว่าภาวะเศรษฐกิจไทยจะชะลอตัวส่งผลกระทบต่อการบริโภคภาคเอกชน แต่อย่างไรก็ตามประชาชนยังคงให้ความสำคัญและเล็งเห็นความจำเป็นของการประกันชีวิต รวมทั้งภาคธุรกิจได้ออกผลิตภัณฑ์ประกันชีวิตที่หลากหลายและมีช่องทางการขายที่ง่ายและหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชน และยังได้รับการส่งเสริมสนับสนุนจากทางภาครัฐ ส่งผลให้มีเบี้ย

ประกันภัยรับรวมสูง โดยจำแนกเป็นเบี้ยประกันชีวิตรายใหม่ (New Business Premium) มีจำนวน 161,568.8 ล้านบาท ซึ่งประกอบไปด้วยเบี้ยประกันชีวิตปีแรก จำนวน 110,196 ล้านบาท เบี้ยประกันชีวิตจ่ายครั้งเดียว จำนวน 51,372.8 ล้านบาท และเบี้ยประกันชีวิตต่อไป จำนวน 406,691.6 ล้านบาท และมีอัตราการคงอยู่ของกรมธรรม์ประกันชีวิตร้อยละ 84 (สมาคมประกันชีวิตไทย, 2559)

จากการสำรวจอนามัยและสวัสดิการพ.ศ.2558 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าประชาชนได้รับสวัสดิการค่ารักษาพยาบาลสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 96.0 ในปี พ.ศ.2549 เป็นร้อยละ 98.5 ในปีพ.ศ.2558 โดยที่ประเภทของสวัสดิการค่ารักษาพยาบาลที่ได้รับสูงสุดคือ บัตรประกันสุขภาพ (บัตรทอง) ร้อยละ 75.3 รองลงมาคือ บัตรประกันสังคม/กองทุนเงินทดแทน และสวัสดิการข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ ร้อยละ 16.4 และ ร้อยละ 7.5 ตามลำดับ สำหรับการประกันสุขภาพกับบริษัทประกันซึ่งเป็นสวัสดิการที่ไม่ใช่จากภาครัฐ พบว่ามีถึงร้อยละ 6.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประกันภัยสุขภาพเป็นธุรกิจที่ยังสามารถเติบโตได้อีกมาก (สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559)

ปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงสำหรับแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone benefit) คือ อัตราอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรง เนื่องจากการประกันภัยโรคร้ายแรงเป็นการประกันภัยที่มีการจ่ายผลประโยชน์ให้แก่ผู้เอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงเหล่านั้นเป็นครั้งแรก แต่สำหรับแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (Acceleration benefit) จะต้องใช้ปัจจัยอื่น ๆ อีก จึงจำเป็นต้องสร้างตารางการลดลงจากหลายสาเหตุ ซึ่งต้องใช้ข้อมูลการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคร้ายแรงและการเสียชีวิตของคนสุขภาพดี (Dash & Grimshaw, 1993) ร่วมด้วย

หนทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรง กรณีที่ขาดข้อมูลหรือมีข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่ทราบข้อมูลอุบัติการณ์ของโรค (incidence) ซึ่งเป็นจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นๆ โดยใช้การวิเคราะห์จากข้อมูลความชุกของโรค (prevalence) ซึ่งเป็นข้อมูลจำนวนผู้ป่วยทั้งเก่าและใหม่ในช่วงเวลานั้น ๆ แทนอุบัติการณ์ของโรคซึ่งไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ และวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบหลายสถานะ (multiple state model) ในการหาความน่าจะเป็นที่จะเป็นโรค เนื่องจากการเก็บข้อมูลอัตราความชุกของโรคสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ง่ายกว่าอัตราอุบัติการณ์ของโรคซึ่งบ่งบอกถึงจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ที่เกิดขึ้นในปีนั้น แต่การวัดค่าของข้อมูลทั้งสองแตกต่างกันอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น โรคร้ายแรงจะมีอุบัติการณ์ของโรคต่ำแต่มีความชุกของโรคสูง เนื่องจากความชุกของโรคเป็นข้อมูลอุบัติการณ์ของโรคสะสมกับอุบัติการณ์ของโรคของปีที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามสามารถประมาณอัตราอุบัติการณ์ของโรคได้จากอัตราความชุกของโรคโดยใช้ฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง (piecewise constant function) และในการหาค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะเสียชีวิตของทั้งคนสุขภาพดีและคนป่วยใช้ตัวแบบ Gompertz-Makeham

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง
2. เพื่อหาความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงของประเทศไทย
3. เพื่อคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ศึกษาการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงโดยใช้ อัตราความชุกของโรคของประเทศไทย ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. จำนวนประชากรกลางปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 –2558 จากสำนัคนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข
2. จำนวนการตายของประชากรไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 จากสถิติสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข
3. จำนวนการตายของประชากรไทยตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 –2558 จากสำนัคนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข
4. จำนวนผู้ป่วยในที่ใช้หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและสวัสดิการรักษายาบาลข้าราชการ และครอบครัวตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 จากสำนัคนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งจากการสำรวจอนามัยและสวัสดิการ พ.ศ.2558 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าประเภทยของสวัสดิการรักษายาบาลของประเทศไทยที่ได้รับสูงสุดคือ บัตรประกันสุขภาพ (บัตรทอง) ร้อยละ 75.3 สวัสดิการข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญร้อยละ 7.5 อีกร้อยละ 17.2 ได้รับสวัสดิการอื่น ๆ ดังนั้นข้อมูลผู้ป่วยในที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ น่าจะครอบคลุมประมาณร้อยละ 82.8 ของประชากรไทย

## 1.4 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวแบบลูกโซ่มาร์คอฟ ในการวิเคราะห์หาความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ และในการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสถานะใช้การประมาณด้วยตัวแบบ Gompertz-Makeham ( $GM$ ) ที่ลำดับ  $(r, s)$

2. การคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงได้ศึกษาการประกันภัย 2 รูปแบบ คือ แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone benefit) และแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (Acceleration benefit)
3. การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูล จำนวนผู้ป่วยและจำนวนผู้เสียชีวิตด้วยโรคร้ายแรง 6 โรค จำแนกตามกลุ่มอายุและเพศ โดยค่าจำกัดความของปัจจัยดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้
  - โรคร้ายแรง โรคที่คุ้มครองสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ใช้คำนิยามโรคร้ายแรงจากกรอบแนวทางปฏิบัติการกำหนดคำนิยามโรคร้ายแรง (ดูภาคผนวก ก) (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย) ประกอบด้วย
    1. โรคมะเร็งระยะลุกลาม (Invasive Cancer) หมายถึง การเกิดขึ้นของเนื้องอกหรือเซลล์ที่ได้รับการตรวจยืนยันทางพยาธิวิทยาว่าเป็นมะเร็ง และมีการลุกลามลึกเกินกว่าชั้นรองรับเนื้อเยื่อชั้นผิว (Basement Membrane) หรือกระจายไปยังเนื้อเยื่อข้างเคียง หรือไปยังอวัยวะอื่นๆ ทั้งนี้ให้รวมถึงมะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งต่อมน้ำเหลือง และมะเร็งของไขกระดูก มะเร็งเนื้องอก ทั้งนี้ไม่รวมถึง
      - (1) มะเร็งต่อมลูกหมาก (Prostate Cancer) มะเร็งต่อมไทรอยด์ (Thyroid Cancer) หรือ มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ (Urinary Bladder Cancer) ระยะ T1N0M0 ตาม TNM Classification
      - (2) มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด Chronic Lymphocytic Leukemia น้อยกว่า RAI ระยะที่ 3 (Stage 3)
      - (3) มะเร็งในระยะเริ่มแรกที่ยังไม่ลุกลาม (Non-invasive cancer, Carcinoma in Situ)
      - (4) มะเร็งผิวหนังทุกชนิด (Any Skin Cancers) ยกเว้นมะเร็งผิวหนังเมลาโนมา ชนิดร้ายแรง (Malignant Melanoma) ที่จัดอยู่ในระยะที่ 2 (Stage II) ขึ้นไปโดยอ้างอิงตามระบบการแบ่งระยะความรุนแรงของโรคมะเร็งเมลาโนมาของ American Joint Committee on Cancer
      - (5) กลุ่มเนื้องอกชนิด Borderline หรือ กลุ่มเนื้องอกที่มีโอกาสเป็นมะเร็งน้อย (Low Malignant Potential)
      - (6) เนื้องอกที่ผลทางพยาธิวิทยาจัดเป็นเนื้องอกระยะก่อนเป็นมะเร็ง (Pre-Malignant) เช่น CIN I CIN II CIN III



(7) มะเร็งในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวี

(8) มะเร็งที่เกิดขึ้นซ้ำ หรือแพร่กระจายจากส่วนอื่น โดยที่มะเร็งนี้เกิดขึ้นครั้งแรกก่อนสัญญาณมีผลบังคับ หรือภายใน 90 วันหลังสัญญาณมีผลบังคับ

ดังนั้นโรคในกลุ่มนี้มีรหัส ICD-10 คือ C00-C97 ยกเว้น C44-C44.9, C61-C61.9, C67-C67.9, C73-C73.9, C77-C77.9, C91.1 และ C97

2. โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด (Acute Heart Attack) หมายถึงการเกิดกล้ามเนื้อหัวใจตายอย่างเฉียบพลันโดยมีลักษณะครบทั้ง 3 ข้อดังนี้

(1) มีประวัติการเจ็บหน้าอกซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของหัวใจขาดเลือด

(2) มีการเพิ่มขึ้นของ Cardiac Troponin (T or I อย่างน้อย 3 เท่าของค่าบนของค่าช่วงปกติ หรือมีการเพิ่มขึ้นของ CKMB อย่างน้อย 2 เท่าของค่าบนของค่าช่วงปกติ)

(3) มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เกิดขึ้นใหม่และมีลักษณะจำเพาะสำหรับโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันครั้งแรก

ดังนั้นโรคในกลุ่มนี้มีรหัส ICD-10 คือ I21-I21.9

3. โรคหลอดเลือดสมองแตกหรืออุดตัน (Major Stroke) หมายถึง การเกิดความบกพร่องทางระบบประสาทอย่างเฉียบพลัน อันมีสาเหตุมาจากโรคหลอดเลือดสมองอันเนื่องมาจากการอุดตัน (Cerebral Thrombosis) หรือการแตก (Intracerebral Haemorrhage) หรือการอุดตันโดยลิ่มเลือดจากหัวใจหรือหลอดเลือดนอกกะโหลกศีรษะ (Extracranial Embolism) โดยมีหลักฐานการตรวจพบความพิการทางระบบประสาทอย่างต่อเนื่องกัน (ไม่รวมถึงอาการชา) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย....วัน (ไม่เกิน 45 วัน) นับจากวันที่วินิจฉัย การวินิจฉัยต้องยืนยันด้วยการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงใหม่ของภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan) หรือภาพคลื่นแม่เหล็ก (MRI) ทั้งนี้ไม่รวมถึงโรคเนื้อเยื่อสมองขาดเลือด (Infarction) หรือเลือดออกในกะโหลกศีรษะอันเนื่องจากการได้รับการบาดเจ็บภายนอกและโรค

สมองขาดเลือดแบบชั่วคราว (Transient Ischemic Attack หรือ Reversible Ischemic Neurological Deficit)

ดังนั้นโรคในกลุ่มนี้มีรหัส ICD-10 คือ I60-I62.9 และ I64

4. โรคไตวายเรื้อรัง (Chronic Kidney Failure) หมายถึง ภาวะไตวายระยะสุดท้ายซึ่งเกิดจากไตวายเรื้อรังทั้ง 2 ข้างจนไม่สามารถฟื้นกลับมาทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ และเป็นผลให้ต้องทำการล้างไตเป็นประจำ หรือต้องทำการปลูกถ่ายไตใหม่

ดังนั้นโรคในกลุ่มนี้มีรหัส ICD-10 คือ N18-N18.9

5. ตับวาย (Chronic Liver Disease / End-stage Liver disease / Liver failure) หมายถึง อาการตับวายระยะสุดท้าย ซึ่งมีผลทำให้เกิดโรคตับแข็ง และมีอาการดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ

- (1) ช้ำนอย่างถาวร
- (2) ท้องมาน (Ascites)
- (3) เกิดพยาธิสภาพทางสมอง (Encephalopathy) หรือ กลุ่มอาการไตวายอันเป็นผลมาจากตับวาย (Hepatorenal syndrome)

ทั้งนี้ ไม่รวมถึงโรคตับที่มีสาเหตุจากการดื่มสุรา (Alcoholic Cirrhosis) การใช้ยาในทางที่ผิด (Drug abuse) หรือการใช้สารเสพติด

ดังนั้นโรคในกลุ่มนี้มีรหัส ICD-10 คือ K72-K72.9

6. โรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง / โรคปอดระยะสุดท้าย (Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease / End-stage Lung disease) หมายถึง โรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง หรือโรคปอดระยะสุดท้ายที่ได้รับการยืนยันการวินิจฉัยโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญระบบทางเดินหายใจและมีลักษณะต่อไปนี้ครบทุกข้อ

- (1) จำเป็นต้องให้ออกซิเจนตลอดไป โดยข้อบ่งชี้ของการให้ออกซิเจนคือ แรงดันออกซิเจนในหลอดเลือดแดงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 55 mmHg ขณะหายใจอากาศปกติ
- (2) มีค่า Force Expiratory Volume 1 st second (FEV 1) น้อยกว่า 1 ลิตรอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นโรคในกลุ่มนี้มีรหัส ICD-10 คือ J44-J44.9

- เพศ แบ่งออกเป็น เพศหญิงและเพศชาย

- กลุ่มอายุ คือ กลุ่มอายุของผู้เอาประกันภัย โดยพิจารณา ณ อายุที่เริ่มทำสัญญา

การวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งกลุ่มอายุออกเป็น 9 กลุ่มอายุ ดังนี้

กลุ่มอายุ 20-24 ปี

กลุ่มอายุ 25-29 ปี

กลุ่มอายุ 30-34 ปี

กลุ่มอายุ 35-39 ปี

กลุ่มอายุ 40-44 ปี

กลุ่มอายุ 45-49 ปี

กลุ่มอายุ 50-54 ปี

กลุ่มอายุ 55-59 ปี

กลุ่มอายุ 60-64 ปี

### 1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การศึกษานี้ใช้ข้อมูลอัตราความชุกของโรคร้ายแรง 6 โรค ในการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ
2. ตัวแบบหลายสถานะสำหรับความคุ้มครองโรคร้ายแรง สถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไม่สามารถเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะสุขภาพดีได้ เนื่องจากความคุ้มครองโรคร้ายแรงจะสิ้นสุดสัญญาเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงและได้รับเงินเอาประกันภัยเป็นเงินก้อนเดียวไปแล้ว และในการศึกษาคั้งนี้กำหนดให้สถานะสุขภาพดีไม่สามารถเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงได้ การเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงจะต้องอยู่ในสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงมาก่อนแล้วจึงเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง
3. การคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงในการศึกษาคั้งนี้ใช้อายุขอบล่างของช่วงอายุ 5 ปี ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยแทนอายุในช่วงอายุนั้นทั้งช่วง

### 1.6 คำจำกัดความของงานวิจัย

1. กรมธรรม์ประกันภัย (Policy) คือ ตราสารที่มีลายมือชื่อของผู้รับประกันภัย และมีรายการแสดงวัตถุประสงค์ที่เอาประกันภัย จำนวนเงินเอาประกันภัย ชื่อผู้เอาประกันภัย ชื่อผู้รับประกันภัย

วันที่สัญญาเริ่มต้นและสิ้นสุด และอื่นๆ ตามที่กฎหมายบังคับ ตลอดจนเงื่อนไขเกี่ยวกับประโยชน์ สิทธิ และหน้าที่ของผู้เอาประกันภัย และผู้รับประกันภัย

2. เบี้ยประกันภัย (Premium) คือ จำนวนเงินที่ผู้เอาประกันภัยจะต้องชำระให้ผู้รับประกันภัยตามสัญญา เพื่อที่จะได้รับผลประโยชน์หรือค่าสินไหมทดแทนเมื่อตนเสียชีวิต หรือได้รับความเสียหายตามชนิดของภัยที่ได้เอาประกันภัยไว้
3. ผู้เอาประกันภัย (Insured) คือ บุคคลที่ได้รับความคุ้มครองจากกรมธรรม์ประกันภัย ในการประกันชีวิต คำ insured หรือ assured หมายถึง
  1. ผู้เอาประกันภัย บุคคลที่ทำสัญญาเอาประกันชีวิตกับผู้รับประกันภัย
  2. ผู้เอาประกันชีวิต บุคคลที่ชีวิตถูกเอาประกันภัยไว้

ในกรณีที่บุคคลนั้นทำสัญญาเอาประกันชีวิตตนเอง ผู้เอาประกันภัยกับผู้เอาประกันชีวิตก็จะเป็นบุคคลเดียวกัน

4. ผู้รับประกันภัย (Insurer) คือ คู่สัญญาฝ่ายที่ชดใช้ค่าสินไหม หรือจำนวนเงินเอาประกันภัยให้แก่ผู้เอาประกันภัยหรือผู้รับผลประโยชน์ เมื่อมีเหตุการณ์ตามที่ระบุไว้ในสัญญาเกิดขึ้น
5. ICD-10 (International Classification of Diseases and Related Health Problem 10<sup>th</sup> Revision) คือ รหัสของโรคและอาการที่จัดทำขึ้นโดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดประเภทการเจ็บป่วยตามเกณฑ์ เพื่อใช้ในการบันทึกรวบรวมข้อมูลทางสถิติในการวางแผนสุขภาพในระดับสากล
6. ICD-10-TM (International Classification of Diseases and Related Health Problem 10<sup>th</sup> Revision, Thai Modification ) คือ บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับภาษาไทย อังกฤษ-ไทย ฉบับปี 2016 มีพื้นฐานอยู่บน ICD-10 ขององค์การอนามัยโลก (WHO) และได้รับการดัดแปรเป็นฉบับประเทศไทยโดยสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ ด้วยความร่วมมือของแพทย์และเจ้าหน้าที่ให้รหัสเพื่อให้ได้บัญชีจำแนกโรคที่ทันสมัย โดยมีรายการโรคบางลักษณะละเอียดมากขึ้นตามสถานการณ์โรคที่พบบ่อยในประเทศไทย
7. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$x$  แทน อายุของผู้เอาประกันภัย

$GM(r, s)$  แทน ฟังก์ชันของพลังของการมรณะของตัวแบบ Gompertz-Makeham ที่ลำดับ  $(r, s)$

$\mu^{ij}(x)$  แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ไปยังสถานะ  $j$

${}_tP_x^{ij}$  แทน ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ขณะอายุ  $x$  ไปยังสถานะ  $j$  เมื่ออายุ  $x+t$  ปี

$\bar{A}_{x:\overline{n}|}^{(DD)}$  แทน เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง แบบกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต จำนวนเงินเอาประกันภัย 1 บาท ออกให้คนอายุ  $x$  ปี จะจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งภายในระยะเวลา  $n$  ปี

$\bar{A}_{x:\overline{n}|}^{(D+DD:\lambda)}$  แทน เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวสำหรับกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา  $n$  ปี ที่จ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยจำนวน 1 บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยที่มีสุขภาพดีเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ ภายในระยะเวลา  $n$  ปี จ่าย  $\lambda$  บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงภายในระยะเวลา  $n$  ปี ขณะที่จำนวนเงินเอาประกันภัยที่เหลืออีก  $1-\lambda$  บาทจะจ่ายเมื่อผู้เอาประกันภัยที่ป่วยด้วยโรคร้ายแรงนั้นเสียชีวิตภายในระยะเวลา  $n$  ปี

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบค่าประมาณอัตราอุบัติเหตุการของโรคร้ายแรงซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดนโยบายสาธารณสุขต่อไปได้
2. ได้มูลค่าเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงทั้งแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิตและแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต ซึ่งบริษัทประกันภัยสามารถนำไปปรับใช้ได้ต่อไป

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 1.8 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ

1. ศึกษาและค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัย รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ป่วยและจำนวนผู้เสียชีวิต จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศ และสาเหตุการป่วยและการตายจากโรคร้ายแรง 6 โรค เพื่อนำไปวิเคราะห์ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ
3. ศึกษาตัวแบบลูกโซ่มาร์คอฟ ตัวแบบความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ ตัวแบบ Gompertz-Makeham ตัวแบบฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง (piecewise constant function) และการคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง

4. สร้างตารางแสดงอัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามกลุ่มอายุและเพศ
5. สร้างตารางแสดงอัตราการมรณะ จำแนกตามกลุ่มอายุและเพศของโรคร้ายแรง 6 โรค
6. ประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ และความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงด้วยฟังก์ชัน Gompertz-Makeham และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของ  $GM(r, s)$  โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares method) และเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ผลบวกกำลังสอง (Sum square error) มีค่าต่ำสุด
7. ประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ โดยเปรียบเทียบกับความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ โดยใช้อัตราการมรณะส่วนเพิ่ม (Extra mortality)
8. ประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง โดยใช้สมมติฐานของฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง
9. คำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิและเบี้ยประกันภัยรวมของการประกันภัยโรคร้ายแรงสำหรับแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิตและแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต
10. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 1.9 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท โดยบทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อจำกัดต่างๆ รวมถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ ในบทที่ 2 กล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนบทที่ 3 กล่าวถึงวิธีดำเนินงานวิจัย การเตรียมข้อมูลเพื่อประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ สำหรับบทที่ 4 อธิบายถึงการประมาณความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะและคำนวณเบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรงทั้ง 2 รูปแบบ และในบทที่ 5 เป็นการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิดและทฤษฎี

##### 2.1.1 บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: ICD)

บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศหรืออาจเรียกย่อว่า ICD คือระบบการจำแนกชนิดของการเจ็บป่วยและการตายตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ โดยถือกำเนิดมาจากกลุ่มประเทศทางยุโรปเมื่อ พ.ศ. 2443 โดยเน้นการจำแนกโรคที่เป็นสาเหตุการตายและได้มีการพัฒนาปรับปรุงเรื่อยมา ต่อมาองค์การอนามัยโลกได้เลือกใช้ ICD มาเป็นเครื่องมือในการให้รหัสโรค ประเทศไทยเริ่มใช้บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศตั้งแต่ฉบับที่ 7 (ICD-7) เมื่อ พ.ศ. 2493 โดยนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลสถิติการตายของประเทศ และต่อมาได้เปลี่ยนมาใช้ ICD-8 และ ICD-9 ในการเก็บข้อมูลสถิติการเจ็บป่วยตั้งแต่ พ.ศ. 2506 ถึง พ.ศ.2537 ในปัจจุบันประเทศไทยได้ใช้บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 หรือ ICD-10 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดประเภทการเจ็บป่วยตามเกณฑ์ ใช้ในการบันทึกเพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลทางสถิติในการวางแผนสุขภาพในระดับสากล ซึ่งประเทศไทย เดนมาร์ก และเช็กโกสโลวะเกียได้เป็นสามประเทศแรกที่ใช้ ICD-10 หลังจากนั้นประเทศอื่น ๆ ก็ได้ทยอยเปลี่ยนมาใช้ ICD-10 ในการให้รหัสโรค ซึ่งรหัสกลุ่มโรคร้ายแรง 6 โรค จำแนกได้ดังตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** กลุ่มโรคและรหัสโรคร้ายแรง 6 กลุ่มโรค

กลุ่มโรค	รหัส ICD-10
1. โรคมะเร็งระยะลุกลาม	C00-C97 ยกเว้น C44-C44.9, C61-C61.9, C67-C67.9, C73-C73.9, C77-C77.9, C91.1 และ C97
2. กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด	I21-I21.9
3. โรคหลอดเลือดสมองแตกหรืออุดตัน	I60-I62.9 และ I64
4. ไตวายเรื้อรัง	N18-N18.9
5. ตับวาย	K72-K72.9
6. โรคหลอดเลือดสมองอุดตันเรื้อรังขั้นรุนแรง/ โรคปอดระยะสุดท้าย	J44-J44.9

## 2.1.2 สาเหตุการเจ็บป่วย

### 2.1.2.1 ผู้ป่วยนอก

เมื่อพิจารณาอัตราการป่วยของผู้ป่วยนอกจำแนกตามกลุ่มโรคจากสถานบริการสาธารณสุขของกระทรวงสาธารณสุข พบว่าในปี พ.ศ. 2558 โรคระบบไหลเวียนโลหิตมีอัตราป่วยสูงสุดเท่ากับ 489.89 ต่อประชากรพันคน รองลงมาคือ โรคเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ โภชนาการ และเมตาบอลิซึม โรคระบบหายใจ โรคระบบกล้ามเนื้อ รวมโครงสร้างและเนื้อเยื่อเสริม และโรคระบบย่อยอาหาร รวมโรคในช่องปาก โดยมีอัตราป่วยเท่ากับ 462.23 408.14 371.76 และ 362.53 ต่อประชากรพันคน ตามลำดับ และแนวโน้มอัตราผู้ป่วยนอกตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 จนกระทั่งปี พ.ศ.2558 พบว่าโรคที่คนป่วยเป็นอันดับหนึ่งคือโรคระบบหายใจ รองลงมาคือโรคระบบไหลเวียนโลหิต และโรคต่อมไร้ท่อ ตามลำดับ (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์, 2559)

### 2.1.2.2 ผู้ป่วยใน

สาเหตุการป่วยของผู้ป่วยในจากฐานข้อมูลผู้ป่วยรายบุคคล ของหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและสวัสดิการรักษายาบาลข้าราชการและครอบครัว ปี พ.ศ. 2558 พบว่าผู้มารับบริการรักษายาบาลเป็นผู้ป่วยใน มีสาเหตุการป่วยที่สำคัญได้แก่ ความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ โภชนาการ และเมตาบอลิกอื่นๆ รองลงมาคือ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน โลหิตจางอื่น ๆ และไตวาย ตามลำดับ (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์, 2559)

## 2.1.3 สาเหตุการตาย

สาเหตุการตาย คือ โรคแรกที่เกิดขึ้นอันทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ตามต่อเนื่องกันมาจนนำไปสู่การเสียชีวิต ในกรณีการบาดเจ็บ สาเหตุการตายคือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอันทำให้เกิดการบาดเจ็บ เช่น อุบัติเหตุตกจากที่สูง ฆาตกรรมโดยอาวุธปืนหรือขีปนาวุธระเบิด ฆาตกรรมโดยอาวุธปืนหรือขีปนาวุธระเบิด สติการตายมีการเก็บรวบรวมจากฐานข้อมูลทะเบียนราษฎร สำนักบริหารการทะเบียน กระทรวงมหาดไทย ซึ่งสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุขได้ทำการให้รหัสสาเหตุการตายเป็นรายบุคคลตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD-10) สาเหตุการตายเป็นข้อมูลที่สำคัญในการวิเคราะห์ปัญหาของโรคที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิต เนื่องจากถ้าการเสียชีวิตมีสาเหตุมาจากโรคที่สามารถหาทางรักษาและป้องกันได้ ทำให้สามารถวางแผนและกำหนดนโยบายในการส่งเสริมสุขภาพและการรักษาโรคของคนไทย ประเทศไทยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติการตายมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 และกระทรวงสาธารณสุขจะรับข้อมูลการตายจากฐานข้อมูลมรณบัตรของกระทรวงมหาดไทยมาวิเคราะห์สรุปเป็นสถิติการตายของประชาชนไทย



สถิติสาเหตุการตายจากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2558 พบว่าสาเหตุการตายที่พบมากที่สุดคือ มะเร็งและเนื้องอกทุกชนิด รองลงมาคือ โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต และโรคของระบบทางเดินหายใจ ตามลำดับ (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์, 2559)

## 2.1.4 ตัวแบบหลายสถานะ (Multiple state models)

### 2.1.4.1 สถานะและการเปลี่ยนสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง (States and transitions for critical illness insurance)

เมื่อพิจารณาความเสี่ยงสำหรับผู้รับประกันภัย จะพิจารณาจากลำดับของเหตุการณ์ที่กำหนดโดยกระแสเงินจากเบี้ยประกันภัยที่รับเข้ามากับผลประโยชน์ที่จะจ่ายออกไป ยกตัวอย่างเช่น เหตุการณ์ที่ผู้เอาประกันภัยเสียชีวิต ทูพพลภาพ เจ็บป่วยและฟื้นตัวจากการเจ็บป่วย เป็นต้น ดังนั้น จะสมมติให้เหตุการณ์ต่างๆ เหล่านี้อยู่ในรูปของสถานะ (State) ในเซตของสถานะที่เรียกว่า ปริภูมิสถานะ (State space) นอกจากนี้สมมติให้เหตุการณ์ดังที่กล่าวมาแล้วสัมพันธ์กันกับการเปลี่ยนสถานะ (Transition) จากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง

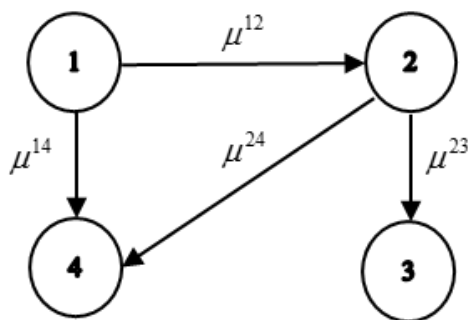
กำหนดให้  $\zeta$  แทนปริภูมิสถานะที่เป็นเซตจำกัด จะนิยามสถานะด้วยจำนวนเต็มโดย

$$\zeta = \{1, 2, 3, \dots, N\}$$

และให้เซตของการเปลี่ยนสถานะนิยามโดย  $\tau$  เป็นซับเซตของเซตของคู่อันดับ  $(i, j)$

$$\tau \subseteq \{(i, j) | i \neq j; i, j \in \zeta\}$$

จะเรียกคู่อันดับ  $(\zeta, \tau)$  ว่า **ตัวแบบหลายสถานะ (multiple state model)** ในที่นี้สามารถสร้างแบบจำลองตัวแบบหลายสถานะของการประกันภัยโรคร้ายแรงได้ดังรูปภาพที่ 2.1



รูปภาพที่ 2.1 ตัวแบบหลายสถานะสำหรับความคุ้มครองโรคร้ายแรง

กำหนดให้	1	แทน	สถานะสุขภาพดี
	2	แทน	สถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง
	3	แทน	สถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง
	4	แทน	สถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ

ในที่นี้การเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงหมายถึง คู่ของการเปลี่ยนสถานะจาก  $1 \rightarrow 2$  และ  $2 \rightarrow 3$  นั้นหมายความว่า การเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงจะต้องอยู่ในสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงมาก่อนแล้วจึงเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง นั่นคือคนสุขภาพดีที่ไม่ได้เจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงมาก่อนจะไม่สามารถเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงได้ นอกจากนี้สถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง (2) จะไม่สามารถกลับไปสู่สถานะสุขภาพดี (1) ได้ เนื่องจากความคุ้มครองโรคร้ายแรงจะสิ้นสุดสัญญาเมื่อผู้เอาประกันได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงและได้รับเงินเอาประกันภัยเป็นเงินก้อนเดียว (Lump sum) ไปแล้ว

ให้  $S(t)$  คือตัวแปรสุ่มของสถานะที่อยู่เป็นเวลา  $t$  เมื่อ  $t \geq 0$  ให้  $\{S(t), t \geq 0\}$  เป็น Time continuous stochastic process ที่มีค่าจำกัด ในเซตจำกัด  $\zeta$  และสมมติให้  $S(0) = 1$  ตัวแปร  $t$  แทนช่วงเวลาของกรมธรรม์ เมื่อพิจารณาชีวิตเดียว โดยมีอายุเมื่อเริ่มกรมธรรม์  $x$  ปี และ  $x+t$  เป็นอายุปัจจุบัน (Attained age)  $\{s(t)\}$  ที่เป็นไปได้ของกระบวนการ  $\{S(t)\}$  เรียกว่า Sample path ดังนั้น  $s(t)$  เป็นฟังก์ชันของตัวแปรที่ไม่เป็นลบและ  $t$  ที่มีค่าอยู่ใน  $\zeta$  ดังนั้นปริภูมิสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงจะเขียนได้เป็น

$\zeta = \{1 = \text{สุขภาพดี}, 2 = \text{เจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง}, 3 = \text{เสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง}, 4 = \text{เสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ}\}$

### 2.1.4.2 ตัวแบบมาร์คอฟที่เวลาต่อเนื่อง (The time-continuous Markov model)

พิจารณา Time-continuous stochastic process  $\{S(t), t \geq 0\}$  ที่มีปริภูมิสถานะจำกัด  $\zeta$  (A finite space) จะเรียก  $\{S(t), t \geq 0\}$  ว่า Time-continuous Markov chain ถ้าสำหรับ  $m$  ใด ๆ และแต่ละ เซตของเวลาจำกัด  $0 \leq t_0 < \dots < t_{m-1} < t_m < u$  และสัมพันธ์กับเซตของสถานะ  $i_0, \dots, i_{m-1}, i_m, j$  ใน  $\zeta$  โดยที่

$$\Pr\{S(t_0) = i_0 \wedge \dots \wedge S(t_{m-1}) = i_{m-1} \wedge S(t_m) = i_m \wedge S(u) = j\} > 0$$

จะได้ Markov property สอดคล้องกับ

$$\begin{aligned} \Pr\{S(u) = j | S(t_0) = i_0 \wedge \dots \wedge S(t_{m-1}) = i_{m-1} \wedge S(t_m) = i_m\} \\ = \Pr\{S(u) = j | S(t_m) = i_m\} \end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข  $\Pr\{S(x+t) = j | S(x) = i\}$  สำหรับ  $0 \leq t < T$  และ  $i, j \in \zeta$  เรียกว่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ (Transition probabilities) อยู่สถานะที่  $j$  ขณะอายุ  $x+t$  ปี เมื่อกำหนดให้อยู่สถานะ  $i$  ขณะอายุ  $x$  ปี นิยามโดย

$${}_t p_x^{ij} = \Pr\{S(x+t) = j | S(x) = i\}$$

และความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะ  $i$  เมื่ออายุ  $x$  ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ  $i$  เมื่ออายุ  $x+z$  ปี คือ

$${}_t p_x^{ii} = \Pr\{S(x+z) = i, \forall z \in [0, T] | S(x) = i\}$$

### 2.1.4.3 ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ (Transition intensity)

ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ (Transition intensity) นิยามโดย

$$\mu^{ij}(x) = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{{}_t p_x^{ij}}{t}$$

กำหนดให้	$\mu^{12}$	แทน	ความรุนแรงของการเปลี่ยนจากสถานะ 1 $\rightarrow$ 2
	$\mu^{14}$	แทน	ความรุนแรงของการเปลี่ยนจากสถานะ 1 $\rightarrow$ 4
	$\mu^{23}$	แทน	ความรุนแรงของการเปลี่ยนจากสถานะ 2 $\rightarrow$ 3
	$\mu^{24}$	แทน	ความรุนแรงของการเปลี่ยนจากสถานะ 2 $\rightarrow$ 4

นอกจากนี้สามารถนิยามความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ได้โดย

$$\begin{aligned}\mu^i(x) &= \sum_{j:j \neq i} \mu^{ij}(x) \\ &= \sum_{j:j \neq i} \lim_{t \rightarrow 0} \frac{{}_t P_x^{ij}}{t} \\ &= \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\sum_{j:j \neq i} {}_t P_x^{ij}}{t} \\ &= \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - {}_t P_x^{ii}}{t}\end{aligned}$$

และความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ไปยังสถานะ  $i$  คือ

$$\mu^{ii}(x) = -\mu^i(x) = -\sum_{j:j \neq i} \mu^{ij}(x)$$

ดังนั้น ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะสามารถหาได้จาก Kolmogorov forward differential equations

$$\frac{d}{{}_t P_x^{ij}} = \sum_{k=0, k \neq j}^m {}_t P_x^{ik} \mu^{kj}(x+t) - {}_t P_x^{ij} \mu^j(x+t)$$

สำหรับทุกสถานะ  $i, j$  และเวลา  $t$

จากสมการก่อนหน้า สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการเชิงอนุพันธ์เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ได้ดังนี้

$$d({}_t P_x^{ij}) = \sum_{k=0, k \neq j}^m {}_t P_x^{ik} \mu^{kj}(x+t) dt - {}_t P_x^{ij} \mu^j(x+t) dt$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง ที่ได้ จาก Kolmogorov forward differential equations จะเขียนได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 {}_tP_x^{11} &= \exp\left\{-\int_0^t [\mu^{12}(x+u) + \mu^{14}(x+u)] du\right\} \\
 {}_tP_x^{12} &= \int_0^t [{}_uP_x^{11} \mu^{12}(x+u) {}_{t-u}P_{x+u}^{22}] du \\
 {}_tP_x^{22} &= \exp\left\{-\int_0^t [\mu^{23}(x+u) + \mu^{24}(x+u)] du\right\}
 \end{aligned}$$

### 2.1.5 ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะเป็นค่าคงตัวเป็นช่วง (Piecewise constant intensities)

เมื่อสมมติให้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ไปยังสถานะ  $j$  เป็นค่าคงตัว บนช่วงอายุ  $(x_k, x_{k+1}]$  สำหรับ  $k = 0, 1, 2, 3, \dots, n-2$  จะได้ว่า

$$\mu^{ij}(x) = \begin{cases} 0 & , x < x_0 \\ \sigma_{k+1} & , x_k < x \leq x_{k+1} \\ \sigma_n & , x_{n-1} < x \end{cases}$$

เมื่อ  $\sigma_{k+1}$  แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะเป็นค่าคงที่บนช่วงเวลา

### 2.1.6 ตัวแบบกอมเพอร์ซ-เมคแฮม (Gompertz-Makeham model)

เทคนิคการปรับแก้แบบใช้พารามิเตอร์เป็นวิธีการที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบพลังของการมรณะ (Force of mortality) ซึ่งเทคนิคที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี ได้แก่

ตัวแบบ Gompertz นิยามโดย  $\mu(x) = BC^x$  โดยตัวแบบนี้จะกำหนดพลังของการมรณะให้ มีค่าเพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (Gompertz, 1825)

ตัวแบบ Makeham นิยามโดย  $\mu(x) = A + BC^x$  โดยตัวแบบนี้จะมีค่าคงตัวรวมกับตัวแบบ Gompertz (Makeham, 1860)

ต่อมา Forfar และคณะ (1988) ได้นำเสนอตัวแบบ Gompertz-Makeham ( $GM$ ) ที่ลำดับ  $(r, s)$  (Forfar, Mccutcheon, & Wilkie, 1988) และฟังก์ชันสำหรับพลังของการมรณะของตัวแบบ Gompertz-Makeham ( $GM$ ) ที่ลำดับ  $(r, s)$  มีรูปแบบทั่วไปคือ

$$GM(r, s) = \sum_{h=1}^r \alpha_h x^{h-1} + \exp\left(\sum_{k=1}^s \beta_k x^{k-1}\right)$$

เมื่อ  $r$  และ  $s$  เป็นเลขชี้กำลังที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบและไม่เป็นศูนย์พร้อมกัน  
 $\alpha$  และ  $\beta$  เป็นสัมประสิทธิ์ (Coefficient)

ถ้า  $r = 0$  แล้วสมการขวามือจะเหลือเพียงพจน์ของเลขชี้กำลังคือ

$$\exp\left(\sum_{k=1}^s \beta_k x^{k-1}\right)$$

แต่ถ้า  $s = 0$  แล้วจะเหลือเพียงพจน์ของพหุนาม

$$\sum_{h=1}^r \alpha_h x^{h-1}$$

กำหนดให้พลังของการมรณะ  $\mu(x)$  เป็นฟังก์ชันที่ได้จาก  $GM(r, s)$  เนื่องจากช่วงของ  $\mu(x)$  มีค่าตั้งแต่ 0 จนถึงอนันต์ และ  $GM(r, s)$  มีช่วงของค่าที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 0 ถึงอนันต์ ดังนั้นสมการ  $GM(r, s)$  จะเหมาะสมที่จะนำมาประมาณค่า  $\mu(x)$

### 2.1.7 อัตราการเสียชีวิตส่วนเพิ่ม (Extra mortality rate)

วิธีหนึ่งในการเปรียบเทียบอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคร้ายแรงที่เสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงกับอัตราการเสียชีวิตของคนสุขภาพดี จะสมมติให้อัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคร้ายแรงที่เสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงสูงกว่าอัตราการเสียชีวิตของคนสุขภาพดี เท่ากับอัตราการเสียชีวิตส่วนเพิ่ม (Extra mortality)  $m_x$  นิยามโดย

$$\mu^{24}(x) = \mu^{14}(x)(1 + m_x)$$

เมื่อ  $\mu^{14}(x)$  คือ ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง

- $\mu^{24}(x)$  คือ ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง
- $m_x$  คือ อัตราการณส่วนเพิ่ม
- $x$  คือ อายุของผู้เอาประกันภัย

### 2.1.8 อัตราอุบัติการณ์ (Incidence rate)

ในการศึกษาการประกันภัยโรคร้ายแรง ปัจจัยที่สำคัญในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงคือ อัตราอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรง ซึ่งเป็นการวัดจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ที่เกิดโรคร้ายแรงขึ้นในระยะเวลาเอาประกันภัยตามที่กรมธรรม์กำหนด เนื่องจากการประกันภัยโรคร้ายแรงเป็นการประกันภัยที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งขึ้นเป็นครั้งแรก

อัตราอุบัติการณ์ เป็นการวัดเฉพาะจำนวนผู้ป่วยใหม่ (New cases) ของความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นในชุมชน ในช่วงเวลาหนึ่ง (A period of time) ต่อจำนวนประชากรทั้งหมดของชุมชนที่เสี่ยงต่อโรคในช่วงเวลาเดียวกัน

$$\text{อัตราอุบัติการณ์} = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดขึ้นระหว่างปี}}{\text{ประชากรเสี่ยงต่อการเป็นโรคหรือประชากรกลางปี}}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 2.1.9 อัตราความชุก (Prevalence rate)

สำหรับประเทศไทยการเก็บข้อมูลอุบัติการณ์ของโรคทำได้ยาก จึงมีการเก็บข้อมูลในรูปของความชุกของโรคซึ่งทำได้ง่ายกว่า แต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรงซึ่งไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ จึงใช้ข้อมูลความชุกของโรคในการประมาณค่าอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรงแทน

อัตราความชุก เป็นการวัดจำนวนผู้ป่วยทุกรายทั้งเก่าและใหม่ ของความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นในชุมชน ในขณะเวลาหนึ่ง (A point of time) หรือในช่วงเวลาหนึ่ง (A period of time) ต่อจำนวนประชากรทั้งหมด หรือประชากรเฉลี่ยในกำหนดเวลาเดียวกัน อัตราความชุกแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1. อัตราความชุกของโรคที่จุดเวลาที่กำหนด (Point prevalence rate) หมายถึง จำนวนผู้ป่วยทั้งเก่าและใหม่ต่อหน่วยประชากรที่จุดเวลาที่กำหนด

อัตราความชุกของโรคที่จุดเวลาที่กำหนด

$$= \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยทั้งหมดที่มีอยู่ที่จุดเวลาที่กำหนด}}{\text{จำนวนประชากรทั้งหมดที่จุดเวลานั้น}}$$

2. อัตราความชุกของโรคในช่วงระยะเวลาที่กำหนด (Period prevalence rate) หมายถึง จำนวนผู้ป่วยทั้งเก่าและใหม่ต่อหน่วยประชากรในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

อัตราความชุกของโรคในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

$$= \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยทั้งหมดที่มีอยู่ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด}}{\text{จำนวนประชากรเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาที่กำหนด}}$$

ในการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะโดยใช้อัตราความชุกของโรคร้ายแรง สามารถนิยามอัตราความชุกของโรคโดยใช้ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะตามนิยามของ Haberman และ Pitacco (1999) เมื่อกำหนดให้ที่อายุเริ่มต้น  $x_0$  ปี ผู้เอาประกันภัยทุกคนมีสุขภาพดี นั่นคือ  $S(x_0) = 1$  จะได้ว่าอัตราความชุกของโรค  $f_x$  โดยที่  $x = x_0 + s$  และ  $s > 0$  โดยใช้รูปภาพที่ 2.1 สามารถนิยามได้โดย

$$f_x = \Pr[S(x) = 2 | (S(x) = 1 \vee S(x) = 2) \wedge S(x_0) = 1]$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัตราความชุกของโรคเมื่ออายุ  $x$  คือความน่าจะเป็นที่จะอยู่ในสถานะที่ 2 ขณะอายุ  $x$  ปี เมื่อกำหนดให้ขณะอายุ  $x$  ปี อยู่ในสถานะ 1 หรือสถานะ 2 และอายุเริ่มต้น  $x_0$  ปี จะต้องอยู่ในสถานะ 1 และสามารถเขียนได้ดังสมการ (Haberman, 1984)

$$f_{x_0+s} = \frac{{}_s P_{x_0}^{12}}{{}_s P_{x_0}^{11} + {}_s P_{x_0}^{12}}$$

จากสมการนี้สามารถประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง ( $\mu^{12}(x)$ ) โดยใช้ข้อมูลอัตราความชุกของโรคได้ โดยการแทนค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะลงในสมการเพื่อประมาณค่า  $\mu^{12}(x)$  ต่อไป



### 2.1.10 วิธีตารางชีพแบบหลายทาง (The multistate life table method)

วิธีตารางชีพแบบหลายทางแบบ จะอธิบายกลุ่มคนที่เกิดในช่วงเวลาเดียวกันที่มีการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะต่าง ๆ บนเวลาและอายุที่พิจารณา ซึ่งการเปลี่ยนสถานะจะใช้แนวคิดของตารางชีพแบบหลายทาง สามารถใช้ในการอธิบายอัตราการเปลี่ยนสถานะหรือความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ

ฟังก์ชันต่าง ๆ ของวิธีตารางชีพแบบหลายทาง ประกอบด้วย

$l_x^i$	แทนจำนวนคนที่อยู่ในสถานะ $i$ ขณะอายุ $x$ ปี
${}_n d_x^{ij}$	แทนจำนวนคนที่เปลี่ยนสถานะจาก $i$ ไปยังสถานะ $j$ ระหว่างช่วงอายุ $x$ ปี ถึง $x+n$ ปี
${}_n L_x$	แทนจำนวนคนที่มีชีวิตระหว่างช่วงอายุ $x$ ปี ถึง $x+n$ ปี
${}_n L_x^i$	แทนจำนวนคนที่อยู่สถานะ $i$ ระหว่างช่วงอายุ $x$ ปี ถึง $x+n$ ปี
${}_n M_x$	แทนอัตราการตายระหว่างช่วงอายุ $x$ ปี ถึง $x+n$ ปี
${}_n M_x^{ij}$	แทนอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ $i$ ไปยังสถานะ $j$ ระหว่างช่วงอายุ $x$ ปี ถึง $x+n$ ปี
$x$	แทนอายุของผู้เอาประกันภัย

เมื่อ  $i, j = 1, 2, 3, 4$  และ  $j \geq i$  จะได้ว่า

$$l_{x+n}^i = l_x^i - \sum_{j \neq i} {}_n d_x^{ij} + \sum_{j \neq i} {}_n d_x^{ji}$$

$${}_n L_x^i = \frac{1}{2} n (l_x^i + l_{x+n}^i)$$

และ

$${}_n M_x^{ij} = \frac{{}_n d_x^{ij}}{{}_n L_x^i}$$

ในที่นี้สมมติให้พลังของการมรณะมีค่าคงตัวบนช่วงอายุ  $(x, x+n)$  จากสมมติฐานนี้เราสามารถประมาณค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ โดยที่

$$\mu^{14}(\xi) = {}_n M_x^{14} \quad \text{สำหรับ } \xi \in (x, x+n)$$

และ

$$\mu^{23}(\xi) = {}_n M_x^{23} \quad \text{สำหรับ } \xi \in (x, x+n)$$

ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะเสียชีวิต และอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ไปยังสถานะ  $j$  ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี ได้ จากตัวแบบปัวซอง (The poisson model)

การแจกแจงปัวซอง (Poisson distribution) เป็นการศึกษาจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่สนใจ ในช่วงเวลาหนึ่ง ขอบเขตพื้นที่หนึ่ง หรือในพื้นที่หนึ่ง

กำหนดให้  $X$  มีการแจกแจงแบบปัวซองที่มีพารามิเตอร์  $\lambda$  โดยที่  $\lambda > 0$  จะมีฟังก์ชันความน่าจะเป็นดังนี้

$$\Pr(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad \text{เมื่อ } x = 0, 1, 2, \dots$$

เมื่อกำหนดให้  $D_x$  แทนจำนวนผู้เสียชีวิต  $E_x^c$  แทน A central exposed to risk และ  $\mu_x$  แทนพลังของการมรณะที่มีค่าคงตัว ดังนั้น  $D_x$  มีการแจกแจงแบบปัวซอง ที่มีพารามิเตอร์เป็น  $\mu_x E_x^c$  จะได้ว่า

$$\Pr(D_x = d_x) = \frac{e^{-\mu_x E_x^c} (\mu_x E_x^c)^{d_x}}{d_x!}$$

สามารถประมาณค่าพลังของการมรณะที่เป็นค่าคงที่ได้โดยใช้ภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) คือ

$$L(\mu_x) = \frac{e^{-\mu_x E_x^c} (\mu_x E_x^c)^{d_x}}{d_x!}$$

จะได้ว่า

$$\log L(\mu_x) = d_x (\log \mu_x + \log E_x^c) - \mu_x E_x^c - \log d_x!$$

หาอนุพันธ์เทียบกับ  $\mu_x$  และให้เท่ากับ 0 จะได้

$$\frac{\partial}{\partial \mu_x} \log L(\mu_x) = \frac{d_x}{\mu_x} - E_x^c$$

ดังนั้น

$$\hat{\mu}_x = \frac{d_x}{E_x^c}$$

จากตัวแบบปัวซองของพลังของการมรณะ พบว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะเสียชีวิต จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \mu^{14}(\xi) &= {}_nM_x^{14} && \text{สำหรับ } \xi \in (x, x+n) \\ \text{และ} \quad \mu^{23}(\xi) &= {}_nM_x^{23} && \text{สำหรับ } \xi \in (x, x+n) \end{aligned}$$

ดังนั้นจะสามารถประมาณค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ  $({}_n p_x^j)$  ได้โดยใช้สมการในหัวข้อ 2.1.4.3

### 2.1.11 การประกันภัยโรคร้ายแรง (Critical illness insurance)

การประกันภัยโรคร้ายแรง (Critical illness insurance or Dread disease insurance) เป็นการประกันภัยที่เป็นหลักประกันทำให้มั่นใจได้ว่าเมื่อผู้เอาประกันภัยเกิดโรคร้ายแรงขึ้นจะมีเงินเพียงพอสำหรับรักษาพยาบาลและไม่ต้องกังวลเรื่องค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลว่าจะกระทบต่อความมั่นคงทางการเงินทั้งของตัวเองและครอบครัว เป็นการประกันภัยที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัย ถ้าผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งตามที่กำหนดไว้ในกรมธรรม์ หรือบางกรมธรรม์อาจจ่ายค่ารักษาพยาบาลหรือเงินชดเชยรายได้ระหว่างรักษาตัวในโรงพยาบาลอีกด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของกรมธรรม์นั้นๆ โรคร้ายแรงที่คุ้มครองส่วนใหญ่ได้แก่ โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่รักษาด้วยการสวนหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็ง และโรคหลอดเลือดสมองแตกหรืออุดตัน (Haberman & Pitacco, 1999)

การประกันภัยโรคร้ายแรงเกิดขึ้นครั้งแรกในประเทศแอฟริกาใต้ในปี ค.ศ. 1983 ซึ่งเป็นกรมธรรม์ที่ออกแบบมาอย่างง่าย ๆ สำหรับแนบท้ายกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลาหรือแบบสะสมทรัพย์ เมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งตามเงื่อนไขกรมธรรม์ ต่อมาการประกันภัยโรคร้ายแรงได้มีขายในหลายประเทศ เช่น อังกฤษ ไอร์แลนด์ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อิสราเอล เกาหลี และไต้หวัน และมีการออกแบบกรมธรรม์ที่หลากหลายมากขึ้น (Haberman & Pitacco, 1999) ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย (คปภ.) สมาคมประกันชีวิตไทย สมาคมประกันวินาศภัยไทยและแพทย์สภา ได้ร่วมมือกันเสนอกรอบแนวทางปฏิบัติการกำหนดค่านิยามโรคร้ายแรง 50 โรคขึ้นเพื่อให้บริษัทใช้ในการรับประกันภัยให้เป็นมาตรฐานของธุรกิจประกันภัย ทั้งนี้ค่านิยามโรคร้ายแรงมาตรฐานจะครอบคลุมโรคร้ายแรง 50 โรค เช่น โรคสมองเสื่อมชนิดอัลไซเมอร์ โรคโลหิตจางจากไขกระดูกไม่สร้างเม็ดเลือด เนื่องจากในสมองชนิดที่ไม่ใช่มะเร็ง ตาบอด โรคมะเร็งระยะลุกลาม โรคกล้ามเนื้อหัวใจ ตับ

วาย โรคหลอดเลือดสมองอุดตันเรื้อรังขั้นรุนแรง/โรคปอดระยะสุดท้าย ภาวะโคม่า โรคหลอดเลือดหัวใจ ตีบที่รักษาด้วยการสวนหลอดเลือดหัวใจ การผ่าตัดเส้นเลือดเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด เป็นต้น ซึ่งจะถือกรอบแนวทางปฏิบัติการกำหนดค่านิยามโรคร้ายแรงเป็นเงื่อนไขสูงสุด (Maximum requirement) ที่บริษัทจะใช้ในการรับประกันภัยโดยที่บริษัทสามารถปรับลดเงื่อนไขได้ และในการยื่นคำขอรับความเห็นชอบการกำหนดค่านิยามความคุ้มครองภาวะหรือโรคที่นอกเหนือไปจาก 50 โรค บริษัทจะต้องยื่นคำรับรองของแพทย์ที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพเวชกรรมเพื่อประกอบการพิจารณาและสามารถใช้อ้างอิงได้ว่ามีความถูกต้องชัดเจนตามหลักเกณฑ์การวินิจฉัยและมาตรฐานทางการแพทย์ที่เป็นสากล กรมธรรม์ประกันโรคร้ายแรงแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone benefit)

ให้  $N$  แทนระยะเวลาของการประกันภัย และ  $x$  แทนอายุเมื่อทำประกันภัย ให้  $\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(DD)}$  แทนเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวที่เวลา 0 (ผู้เอาประกันภัยมีสุขภาพดี เช่น ที่สถานะ (1) ขณะนั้น) ที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเป็นเงินก้อนเดียว (Lump sum) จำนวน 1 บาท เมื่อได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงภายในระยะเวลาใน  $N$  ปี จะได้ว่า การจ่ายเงินเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจาก (1) ไปยัง (2) เท่านั้น ดังนั้น

$$\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(DD)} = \int_0^N p_x^{11} \mu^{12}(x+t) v^t dt$$

$p_x^{11}$	แทน ความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะจากสถานะ 1 ขณะอายุ $x$ ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ 1 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$\mu^{12}(x+t)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 1 ไปยังสถานะ 2 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$v^t$	แทน แฟกเตอร์ส่วนลด (The discount factor) โดยที่ $v^t = e^{-\delta t}$
$\delta$	แทน พลังดอกเบี้ย โดยที่ $\delta = \ln(1+i)$
$i$	แทน อัตราดอกเบี้ยต่อปี
$x$	แทน อายุของผู้เอาประกันภัย

เป็นเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียว (Single premium) โดยใช้หลักการเทียบเท่ากัน (Equivalence principle) สำหรับผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone benefit) กรมธรรม์จะสิ้นสุดทันทีหลังจากจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยให้ผู้เอาประกันภัย

ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวของการประกันภัยโรคร้ายแรงที่มีการกำหนดระยะเวลารอคอย<sup>(1)</sup> (Waiting period) กำหนดให้  $\Gamma$  แทนระยะเวลารอคอยดังนั้น

ให้  $\bar{A}_{x:\overline{N}|(\Gamma)}^{(DD)}$  แทน เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยจำนวน 1 บาท เมื่อได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงภายใต้โรคใดโรคหนึ่งในระยะเวลา  $N$  ปี เมื่อมีระยะเวลารอคอย  $\Gamma$  จะได้ว่า

$$\bar{A}_{x:\overline{N}|(\Gamma)}^{(DD)} = \int_0^N {}_t p_x^{11} \mu^{12}(x+t) \cdot {}_{\Gamma} p_{x+t}^{22} v^{t+\Gamma} dt$$

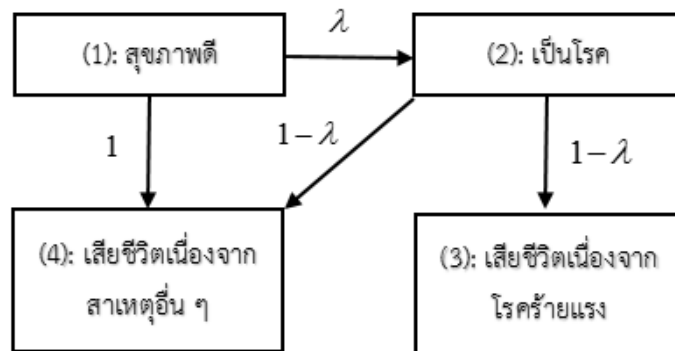
เมื่อ ${}_t p_x^{11}$	แทน ความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะ 1 ขณะอายุ $x$ ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ 1 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
${}_{\Gamma} p_{x+t}^{22}$	แทน ความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะ 2 ขณะอายุ $x+t$ ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ 2 เมื่ออายุ $x+t+\Gamma$ ปี
$\mu^{12}(x+t)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 1 ไปยังสถานะ 2 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$v^{t+\Gamma}$	แทน แฟกเตอร์ส่วนลด โดยที่ $v^{t+\Gamma} = e^{-\delta(t+\Gamma)}$
$\delta$	แทน พลังดอกเบี้ย โดยที่ $\delta = \ln(1+i)$
$i$	แทน อัตราดอกเบี้ย
$x$	แทน อายุของผู้เอาประกันภัย

แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะไม่พิจารณาระยะเวลารอคอย นั่นคือ  $\Gamma = 0$

#### 1. แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (Acceleration benefit)

พิจารณาการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา  $N$  ปี ที่มีผลประโยชน์คุ้มครองการเจ็บป่วยจากโรคร้ายแรง สมมติให้จำนวนเงินเอาประกันภัย  $S$  บาท เงินจำนวน  $\lambda S$  ( $0 < \lambda \leq 1$ ) จะจ่ายเมื่อได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรง ขณะที่เงินที่เหลืออีก  $(1-\lambda)S$  จะจ่ายเมื่อผู้เอาประกันภัยเสียชีวิต ถ้าการเสียชีวิตเกิดขึ้นภายในระยะเวลา  $N$  ปี ดังนั้น  $\lambda$  แทน Acceleration parameter ซึ่งต้องกำหนดขึ้นก่อน

<sup>(1)</sup> ระยะเวลารอคอย คือ ระยะเวลาหนึ่งซึ่งผู้เอาประกันภัยและผู้รับประกันภัยตกลงกันว่าในช่วงเวลาดังกล่าวผู้รับประกันภัยไม่ต้องชดใช้ค่าสินไหมทดแทน



รูปภาพที่ 2.2 ตัวแบบหลายสถานะสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต

จากรูปภาพที่ 2.2 สมมติให้  $S=1$  ดังนั้นเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวที่มีการจ่ายผลประโยชน์ทั้งจากการเสียชีวิต ( $D$ ) และจากการได้รับวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรง ( $DD$ ) กำหนดได้โดย

$$\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)} = \int_0^N {}_t p_x^{11} \left[ \mu^{14}(x+t)v^t + \mu^{12}(x+t) \left( \lambda v^t + (1-\lambda) \int_0^{N-t} {}_r p_{x+t}^{22} (\mu^{24}(x+t+r) + \mu^{23}(x+t+r)) v^{t+r} dr \right) \right] dt$$

เมื่อ ${}_t p_x^{11}$	แทน ความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะ 1 ขณะอายุ $x$ ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ 1 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
${}_r p_{x+t}^{22}$	แทน ความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะ 2 ขณะอายุ $x+t$ ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ 2 เมื่ออายุ $x+t+r$ ปี
$\mu^{12}(x+t)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 1 ไปยังสถานะ 2 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$\mu^{14}(x+t)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 1 ไปยังสถานะ 4 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$\mu^{23}(x+t)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 2 ไปยังสถานะ 3 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$\mu^{24}(x+t)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 2 ไปยังสถานะ 4

	เมื่ออายุ $x+t$ ปี
$v^t$	แทน แฟกเตอร์ส่วนลด โดยที่ $v^t = e^{-\delta t}$
$\delta$	แทน พลังดอกเบี้ย โดยที่ $\delta = \ln(1+i)$
$i$	แทน อัตราดอกเบี้ย
$\lambda$	แทน Acceleration parameter
$x$	แทน อายุของผู้เอาประกันภัย

จากสมการข้างต้นสามารถแยกได้เป็น

$$\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D;\lambda)} = \int_0^N {}_t p_x^{11} \left[ \mu^{14}(x+t)v^t + \mu^{12}(x+t)(1-\lambda) \int_0^{N-t} {}_r p_{x+t}^{22} (\mu^{24}(x+t+r) + \mu^{23}(x+t+r))v^{t+r} dr \right] dt$$

และ

$$\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(DD;\lambda)} = \int_0^N \lambda {}_t p_x^{11} \mu^{12}(x+t)v^t dt$$

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD;\lambda)} = \bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D;\lambda)} + \bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(DD;\lambda)}$$

จากสมการข้างต้นให้  $\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD;\lambda)}$  แทน เบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวสำหรับกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา  $N$  ปี ที่จ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยจำนวน 1 บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยที่มีสุขภาพดีเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ เนื่องจากโรคร้ายแรง ภายในระยะเวลา  $N$  ปี จ่าย  $\lambda$  บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงภายในระยะเวลา  $N$  ปี ขณะที่จำนวนเงินเอาประกันภัยที่เหลืออีก  $1-\lambda$  บาท จะจ่ายเมื่อผู้เอาประกันภัยที่ป่วยด้วยโรคร้ายแรงเสียชีวิตภายในระยะเวลา  $N$  ปี

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ.1983 Haberman ได้อธิบายทฤษฎีต่าง ๆ ของตารางชีพแบบหลายทาง (Multistate life tables) และทฤษฎีของลูกโซ่มาร์คอฟ เพื่อที่ศึกษาอัตราการการป่วยและอัตราการมรณะ (Haberman, 1983) ต่อมาในปี ค.ศ.1984 เขาได้เสนอตัวแบบที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์

ระหว่างอุบัติการณ์ของโรคกับความชุกของโรค โดยศึกษาลูกโซ่มาร์คอฟ 3 สถานะในการหาค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสถานะและความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะโดยใช้อุบัติการณ์ของโรคและความชุกของโรค (Haberman, 1984)

ในปี ค.ศ.1988 Forfar และคณะ นำเสนอทฤษฎีในการกำหนดรูปแบบของพลังของการมรณะ (force of mortality) ในรูปตัวแบบ Gompertz-Makeham (*GM*) ที่เหมาะสมในการประมาณค่าพลังของการมรณะและตัวแบบ Logit Gompertz-Makeham (*LGM*) ในการประมาณค่าความน่าจะเป็นที่จะเสียชีวิต และใช้ภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood) และโคสแควร์ต่ำสุด (minimize  $\chi^2$ ) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ และนำเสนอวิธีการทดสอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด (Forfar et al., 1988) ต่อมาในปี ค.ศ.1993 Dash และ Grimshaw ได้เสนอการรูปแบบผลิตภัณฑ์แบบต่าง ๆ และความคุ้มครองสำหรับประกันภัยโรคร้ายแรง คำจำกัดความสำหรับโรคที่คุ้มครอง บัญชีต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนของการประกันภัยโรคร้ายแรงของประเทศอังกฤษ และได้เสนอวิธีการในการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรง (Dash & Grimshaw, 1993)

ในปี ค.ศ.1999 Haberman และ Pitacco ได้เสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์ประกันภัยโดยใช้ตัวแบบหลายสถานะ (multiple state model) สำหรับการประกันภัยทุพพลภาพ การประกันภัยโรคร้ายแรงและการประกันภัยการดูแลระยะยาว (LTC) ซึ่งได้นำเสนอตัวแบบลูกโซ่มาร์คอฟของการเปลี่ยนสถานะ อธิบายวิธีการปรับแก้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะและการคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยดังกล่าว (Haberman & Pitacco, 1999)

ในปี ค.ศ.2005 De'bon และคณะ ได้ศึกษาวิธีปรับแก้อัตราภาวะแบบใช้พารามิเตอร์วิธีต่างๆ และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมาณโดยใช้ข้อมูลอัตราภาวะของ The Valencia region ของประเทศสเปน และจากการเปรียบเทียบพบว่าการประมาณค่าที่ได้จากการปรับแก้ด้วยตัวแบบเชิงเส้นทั่วไป (GLM) ของฟังก์ชัน Gompertz-Makeham ให้ผลดีที่สุด โดยใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบ 2 เกณฑ์ คือภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและโคสแควร์ต่ำสุด (De'bon, Motes, & Sala, 2005) ต่อมาในปี ค.ศ.2010 Bravo และ Malta ได้ศึกษาการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ย (Life expectancy) สำหรับประชากรในพื้นที่เล็ก ๆ ซึ่งมีจำนวนประชากรและอัตราภาวะน้อยมาก จึงได้นำฟังก์ชัน Logit Gompertz-Makeham มาใช้ในการประมาณค่าอัตราภาวะโดยใช้วิธีการปรับแก้ด้วยตัวแบบเชิงเส้นทั่วไป โดยตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ *LGM(3,6)* ซึ่งผลที่ได้มีความแกร่งและสามารถนำมาใช้ในการสร้างตารางชีพและประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยได้ วิธีการนี้มีความยืดหยุ่นและสามารถนำมาปรับใช้กับข้อมูลการมรณะสำหรับช่วงอายุที่กว้างและมีเงื่อนไขทางภูมิศาสตร์ (Bravo & Malta, 2010)



ต่อมาในปี 2011 Gyimah ได้นำวิธีการของ Dash และ Grimshaw มาใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงโดยใช้ตัวแบบการลดลงจากหลายสถานะ (Multiple decrement model) โดยใช้ข้อมูลอุบัติการณ์และอัตราการณะของประเทศกานา ศึกษาโรคร้ายแรง 3 โรคหลัก ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคเส้นเลือดในสมองแตก คำนวณอัตราอุบัติการณ์และอัตราเบี้ยประกันภัย ทั้งแบบกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone rider) และแบบกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (Acceleration rider) สำหรับผู้เอาประกันภัยอายุ 20 ถึง 74 ปี โดยใช้ลูกโซ่มาร์คอฟ 3 สถานะคือ สถานะสุขภาพดี(1) สถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง(2) และ สถานะเสียชีวิต(3) ในการอธิบายการเปลี่ยนสถานะของการประกันภัยโรคร้ายแรง จะศึกษาผลการศึกษาพบว่าอัตราเบี้ยประกันภัยจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อคนอายุเพิ่มขึ้นมีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นโรคร้ายแรงมากขึ้น (Gyimah, 2011)

ในปี ค.ศ.2014 Baione และ Levantesi ได้เสนอตัวแบบการกำหนดราคาการประกันสุขภาพโดยใช้อัตราความชุก ซึ่งศึกษาการประกันภัยโรคร้ายแรง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจากองค์กรที่เก็บรวบรวมข้อมูลสถิติสุขภาพของประเทศอิตาลี ซึ่งข้อมูลสุขภาพมีจำกัด กล่าวคือมีเพียงข้อมูลความชุกของโรคเท่านั้น ไม่มีอุบัติการณ์ของโรค และใช้ตัวแบบ Multiple state continuous และ Time inhomogeneous Markov model ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังวิเคราะห์ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากตัวแบบ Gompertz-Makeham จากการศึกษาพบว่าในการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะเสียชีวิตสามารถประมาณได้ด้วยตัวแบบ  $GM(0,2)$  และความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสุขภาพดีไปยังสถานะป่วยด้วยโรคร้ายแรงจะประมาณโดยใช้ 3 วิธีคือ ใช้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะเป็นค่าคงตัวเป็นช่วง (Piecewise constant intensities) จากข้อมูลอัตราความชุกของโรค (Raw prevalence rates) ใช้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากการปรับแก้อัตราความชุกของโรค โดยใช้ฟังก์ชันเส้นโค้งพหุนามดีกรีสาม (A cubic spline function) และใช้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากข้อมูลอัตราความชุกของโรค โดยใช้ฟังก์ชันเส้นโค้งพหุนามดีกรีสาม ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการหาความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะและการหาเบี้ยประกันภัยโดยใช้ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสถานะที่ได้จากอัตราความชุกของโรคแทนที่จะใช้อัตราอุบัติการณ์ของโรค โดยคำนวณเบี้ยประกันภัย 2 รูปแบบคือกรมธรรม์แบบกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone CI policy) และกรมธรรม์แบบกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (CI full acceleration benefit of a term life insurance) (Baione & Levantesi, 2014)

ภรณ์ทิศา พลทิแสง (2557) ศึกษาเรื่องการสร้างตัวแบบของระยะเวลาที่ล่าช้าระหว่างเวลาที่วินิจฉัยโรคและเวลาที่ชำระสินไหมทดแทนสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาที่ล่าช้าระหว่างเวลาที่วินิจฉัยโรค และเวลาที่ชำระสินไหมทดแทนสำหรับ

การประกันภัยโรคร้ายแรง และหาตัวแบบของระยะเวลาที่ล่าช้าระหว่างเวลาที่วินิจฉัยโรค และเวลาที่ชำระสินไหมทดแทน ตามการวิเคราะห์การอยู่รอดแบบไม่ใช้เบส์เซียนและแบบเบส์เซียน โดยใช้ข้อมูลของบริษัทประกันภัย 2 แห่ง และแบ่งโรคที่เกิดขึ้นกับผู้เอาประกันภัยเป็นกลุ่มโรคร้ายแรง 8 กลุ่ม คือ กลุ่มโรคมะเร็ง กลุ่มโรคเกี่ยวกับตับ กลุ่มโรคเลือด กลุ่มโรคเกี่ยวกับระบบประสาท กลุ่มโรคปอดอักเสบ กลุ่มโรคความดันเลือดสูงและโรคเส้นเลือดในสมอง กลุ่มโรคหัวใจ และกลุ่มโรคอื่นๆ ผลการศึกษาสำหรับการวิเคราะห์แบบไม่ใช้เบส์เซียนด้วยตัวแบบการเสี่ยงภัยแบบอัตราส่วนคือก พบว่าตัวแปรที่มีนัยสำคัญคือ อายุและบริษัทประกันภัย สำหรับการวิเคราะห์แบบเบส์เซียนที่ใช้ตัวแบบเบอร์และตัวแบบลือกนอร์มอล พบว่าตัวแบบเบอร์มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากกว่าตัวแบบลือกนอร์มอล โดยตัวแปรที่มีนัยสำคัญ คือ อายุ รูปแบบผลประโยชน์และบริษัทประกันภัย ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์แบบไม่ใช้เบส์เซียน และการวิเคราะห์วิธีนี้สามารถพยากรณ์ระยะเวลาที่ล่าช้าของผู้เอาประกันภัยแต่ละคนได้ โดยพิจารณาตามสถานการณ์ต่าง ๆ (ภรณ์ทิวา พลทิแสง, 2557)



### บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย

#### 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะใช้ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีและจำนวนการตายของประชากรไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 –2558 แยกตามเพศและอายุ จำนวนการตายของประชากรไทยตามตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 จำนวนผู้ป่วยในที่ใช้หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและสวัสดิการรักษายาบาลข้าราชการและครอบครัวตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มอายุละ 5 ปี 9 กลุ่มอายุ ตั้งแต่ 20-64 ปี คุ่มครอง 6 โรคร้ายแรง ได้แก่

1. โรคมะเร็งระยะลุกลาม (Invasive Cancer)
2. โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด(Acute Heart Attack)
3. โรคหลอดเลือดสมองแตกหรืออุดตัน (Major Stroke)
4. โรคไตวายเรื้อรัง (Chronic Kidney Failure)
5. ตับวาย (Chronic Liver Disease / End-stage Liver disease / Liver failure)
6. โรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง / โรคปอดระยะสุดท้าย (Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease / End-stage Lung disease)

#### 3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

##### 3.2.1 การปรับข้อมูลการตายที่ไม่ทราบอายุ

เนื่องจากข้อมูลจำนวนคนตายในแต่ละปีจะมีข้อมูลคนตายที่ไม่ทราบอายุ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับโดยการกระจายข้อมูลที่ไม่ทราบอายุไปยังอายุต่าง ๆ โดยการถ่วงน้ำหนักตามจำนวนการตายในอายุนั้น ๆ คำนวณได้โดย

$$\text{น้ำหนักแต่ละรายอายุ} = \frac{\text{จำนวนการตายในรายอายุนั้น}}{\text{จำนวนการตายรวมทุกรายอายุ}}$$

และคำนวณจำนวนการตายที่ปรับใหม่โดย

$$\text{จำนวนการตายที่ปรับใหม่} = \text{จำนวนการตายเดิม} + (\text{น้ำหนัก} \times \text{จำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ})$$

แสดงการปรับข้อมูลการตายที่ไม่ทราบอายุดังภาคผนวก ค

### 3.2.2 การหาอัตราความชุกของโรคร้ายแรง

อัตราความชุก เป็นการวัดจำนวนผู้ป่วยทุกรายทั้งเก่าและใหม่ ของความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นในชุมชนในระยะเวลาหนึ่งหรือในช่วงเวลาหนึ่งต่อจำนวนประชากรทั้งหมด หรือประชากรเฉลี่ยในกำหนดเวลาเดียวกัน

$$\text{อัตราความชุกของโรคในช่วงระยะเวลาที่กำหนด} = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยทั้งหมดที่มีอยู่ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด}}{\text{จำนวนประชากรเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาที่กำหนด}} \times 100,000$$

อัตราความชุกของโรคร้ายแรง 6 โรค ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 ของเพศชายและเพศหญิง แสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

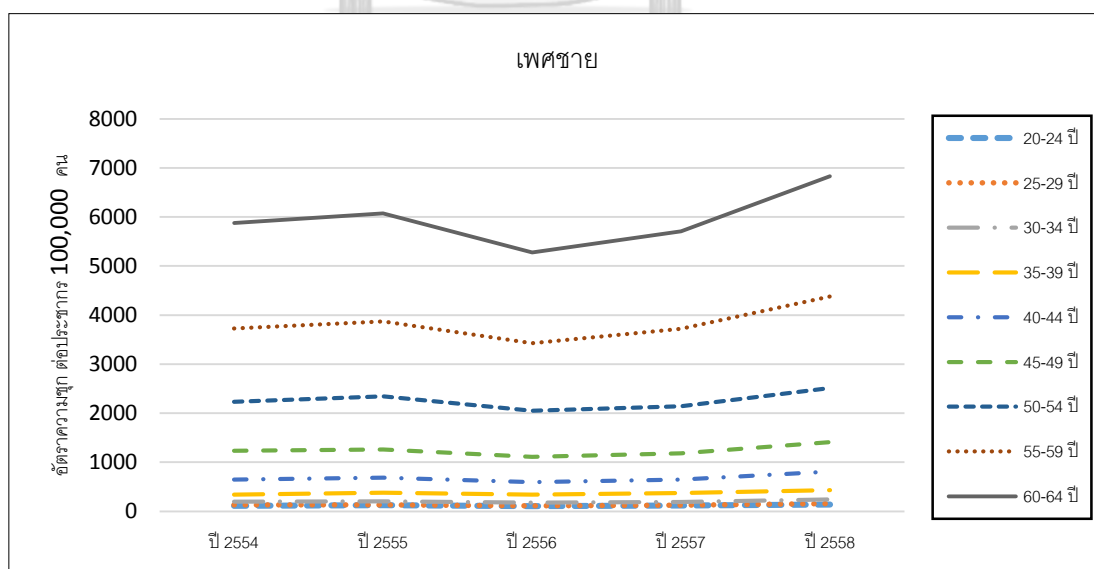
**ตารางที่ 3.1** อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

กลุ่มอายุ(ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	เฉลี่ย 5 ปี
20-24	113.45	126.46	106.13	118.29	138.20	120.55
25-29	132.39	130.31	114.62	125.54	157.31	131.90
30-34	199.62	204.88	176.41	187.24	242.76	201.91
35-39	340.18	376.35	340.59	372.97	431.55	372.12
40-44	644.91	683.28	594.16	648.13	811.35	676.00
45-49	1235.19	1259.28	1109.85	1179.42	1408.54	1238.57
50-54	2231.06	2341.75	2047.55	2139.20	2516.17	2256.94
55-59	3728.90	3871.19	3427.47	3720.19	4380.25	3833.56
60-64	5876.28	6071.53	5275.97	5707.76	6831.04	5964.50

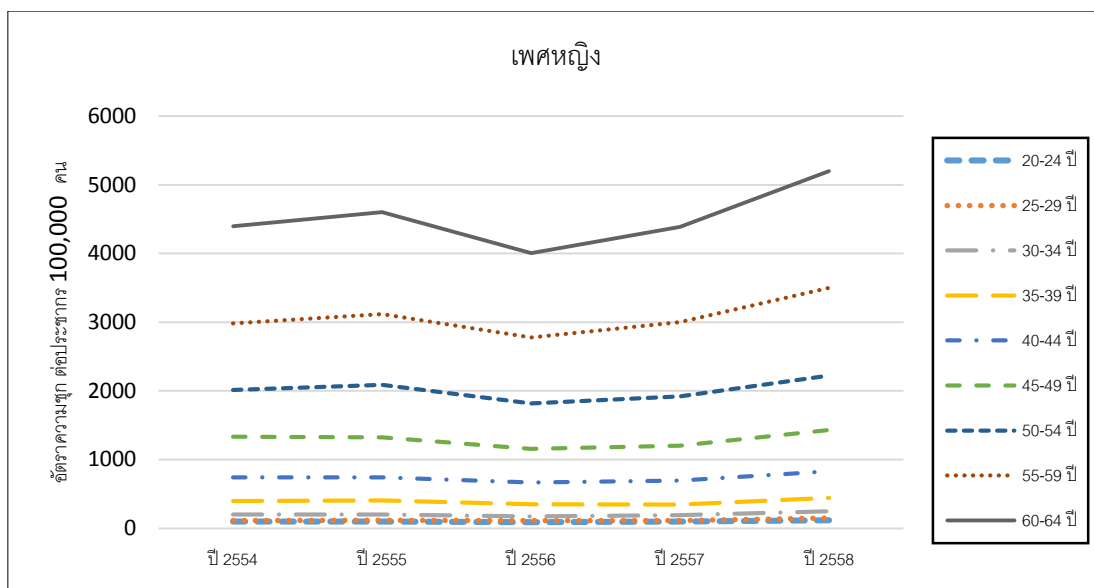
ตารางที่ 3.2 อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

กลุ่มอายุ(ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	เฉลี่ย 5 ปี
20-24	96.77	100.28	87.15	98.04	117.96	100.07
25-29	112.56	116.89	113.09	110.23	148.64	120.02
30-34	200.04	202.02	173.21	189.21	245.37	201.66
35-39	396.17	403.85	350.81	347.17	441.11	387.76
40-44	739.74	743.54	668.66	696.45	828.24	735.04
45-49	1334.19	1323.85	1157.61	1201.73	1431.73	1289.49
50-54	2013.78	2086.52	1819.13	1918.59	2221.40	2013.25
55-59	2985.64	3120.77	2777.62	2999.98	3498.99	3082.69
60-64	4398.35	4603.09	4004.83	4386.91	5200.11	4530.49

จากตาราง 3.1 และ 3.2 จะเห็นได้ว่าอัตราความชุกของโรคร้ายแรง 6 โรค ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และพบว่าอัตราความชุกในปี พ.ศ. 2558 เพิ่มขึ้นสูงกว่าปีที่ผ่านมาทุกกลุ่มอายุ นอกจากนี้อัตราความชุกในเพศชายสูงกว่าเพศหญิง ซึ่งอาจส่งผลให้เบี้ยประกันภัยของเพศชายมีค่าสูงกว่าเพศหญิง



รูปภาพที่ 3.1 อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศชาย ปี พ.ศ. 2554-2558



รูปภาพที่ 3.2 อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรง ต่อประชากร 100,000 คน สำหรับเพศหญิง ปี พ.ศ. 2554-2558

จากรูปภาพที่ 3.1 และ 3.2 พบว่าอัตราความชุกของโรคร้ายแรง 6 โรค ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 ของทั้งเพศชายและเพศหญิง ในแต่ละกลุ่มอายุมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และในปี พ.ศ. 2558 อัตราความชุกมีค่าสูงกว่าปีที่ผ่านมา แต่ทั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอัตราความชุกของโรคมะเร็งเพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้อัตราความชุกของ 6 โรคร้ายแรงเฉลี่ย 5 ปี ในการวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 3.2.3 การหาอัตราการเปลี่ยนสถานะ

การประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ  $\mu^{14}(x)$  และ  $\mu^{23}(x)$  ซึ่งเป็นการหาอัตราการเสียชีวิตของคนสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคร้ายแรง เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการหาอัตราการเสียชีวิตแบ่งตามกลุ่มอายุ 5 ปี ดังนั้นจึงทำการคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ไปยังสถานะ  $j$  ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี ได้จาก

$${}_nM_x^{ij} = \frac{{}_n d_x^{ij}}{{}_n L_x^i}$$

- โดยที่  ${}_nM_x$  แทน อัตราการตายระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี  
 ${}_nM_x^{ij}$  แทน อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ  $i$  ไปยังสถานะ  $j$  ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี  
 ${}_nd_x^{ij}$  แทน จำนวนคนที่เปลี่ยนสถานะจาก  $i$  ไปยังสถานะ  $j$  ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี  
 ${}_nL_x$  แทน จำนวนคนที่มีชีวิตระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี  
 ${}_nL_x^i$  แทน จำนวนคนที่อยู่สถานะ  $i$  ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี  
 $x$  แทน อายุของผู้เอาประกันภัย  
เมื่อ  $i, j = 1, 2, 3, 4$  และ  $j \geq i$

ดังนั้นอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี คือ

$${}_nM_x^{23} = \frac{{}_nd_x^{23}}{{}_nL_x^2}$$

และอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ระหว่างช่วงอายุ  $x$  ปี ถึง  $x+n$  ปี คือ

$${}_nM_x^{14} = \frac{{}_nd_x^{14}}{{}_nL_x^1}$$

เนื่องจาก  ${}_nd_x^{14} = {}_nd_x - {}_nd_x^{23} - {}_nd_x^{24}$  (Dash & Grimshaw, 1993) ดังนั้นสามารถเขียน  ${}_nM_x^{14}$  ได้โดย

$${}_nM_x^{14} = \frac{{}_nd_x - {}_nd_x^{23}}{{}_nL_x} = {}_nM_x - {}_nm_x^{23}$$

เมื่อ  ${}_nm_x^{23} = \frac{{}_nd_x^{23}}{{}_nL_x}$  แทน อัตราการเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงของประชากรทั้งหมด

ค่าอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง แสดงดังตารางที่ 3.3 และ 3.4

**ตารางที่ 3.3** อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

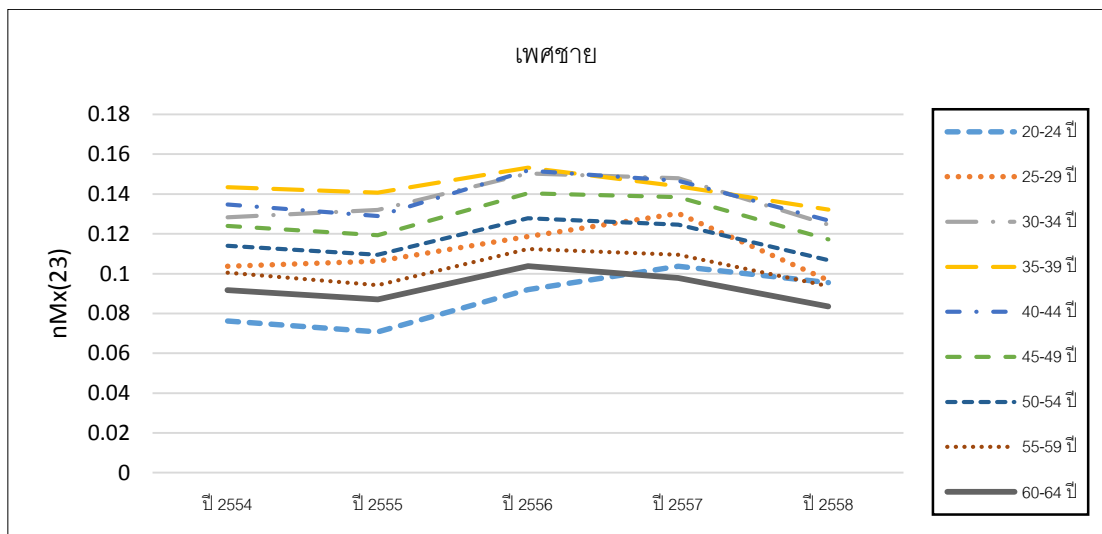
กลุ่มอายุ(ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	เฉลี่ย 5 ปี
20-24	0.07613	0.07077	0.09200	0.10374	0.09548	0.08781
25-29	0.10378	0.10623	0.11869	0.13026	0.09662	0.11012
30-34	0.12832	0.13202	0.15039	0.14796	0.12466	0.13571
35-39	0.14342	0.14078	0.15320	0.14391	0.13212	0.14218
40-44	0.13477	0.12888	0.15184	0.14669	0.12669	0.13694
45-49	0.12399	0.11924	0.14031	0.13847	0.11730	0.12723
50-54	0.11396	0.10943	0.12777	0.12454	0.10677	0.11593
55-59	0.10052	0.09428	0.11242	0.10944	0.09380	0.10153
60-64	0.09173	0.08704	0.10373	0.09778	0.08358	0.09215

**ตารางที่ 3.4** อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

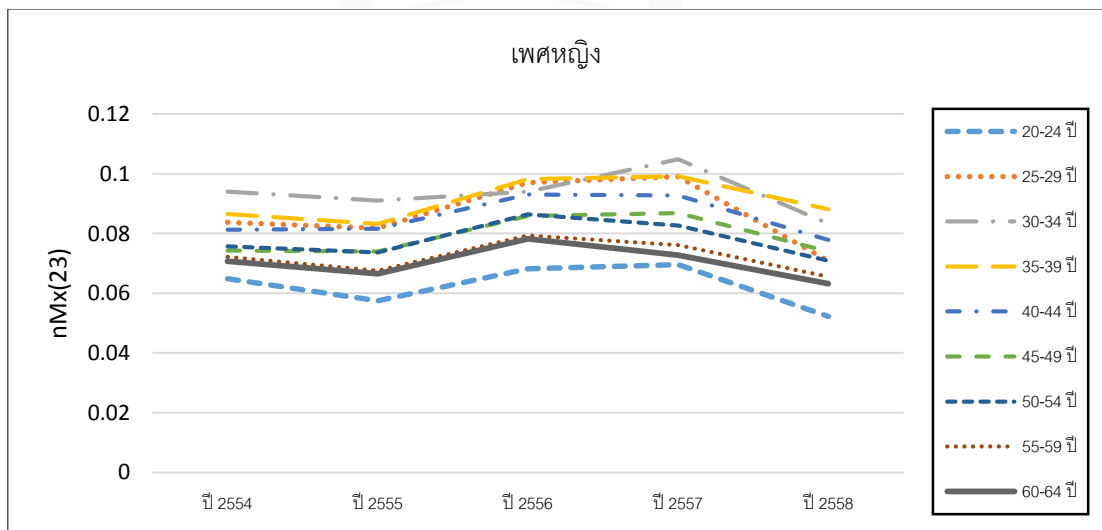
กลุ่มอายุ(ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	เฉลี่ย 5 ปี
20-24	0.06485	0.05749	0.06823	0.06959	0.05224	0.06191
25-29	0.08378	0.08186	0.09703	0.09902	0.07073	0.08550
30-34	0.09399	0.09106	0.09403	0.10491	0.08328	0.09292
35-39	0.08650	0.08317	0.09824	0.09922	0.08815	0.09055
40-44	0.08124	0.08157	0.09302	0.09279	0.07780	0.08487
45-49	0.07431	0.07403	0.08587	0.08683	0.07400	0.07864
50-54	0.07571	0.07361	0.08643	0.08263	0.07090	0.07746
55-59	0.07212	0.06757	0.07932	0.07610	0.06548	0.07169
60-64	0.07073	0.06658	0.07824	0.07279	0.06322	0.06981



จากตารางที่ 3.3 และ 3.4 จะเห็นได้ว่าอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศชายมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงอายุหนึ่งและลดลงอีกครั้งหนึ่งเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และอัตราการตายเนื่องจากโรคร้ายแรง 6 โรคเฉลี่ย 5 ปี พบว่าอัตราตายสูงขึ้นจนถึงช่วงอายุ 35-39 ปี และค่อย ๆ ลดลงอีกครั้งเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และสำหรับเพศหญิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงอายุหนึ่งและลดลงอีกครั้งหนึ่งเมื่ออายุเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับเพศชาย นอกจากนี้เพศชายมีค่า  ${}_nM_x^{23}$  สูงกว่าเพศหญิงทุกกลุ่มอายุ



รูปภาพที่ 3.3 อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศชาย ปี พ.ศ. 2554-2558



รูปภาพที่ 3.4 อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) สำหรับเพศหญิง ปี พ.ศ. 2554-2558

จากรูปภาพที่ 3.3 และ 3.4 พบว่าอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรค ร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{23}$ ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 ของทั้งเพศชาย และเพศหญิง ในแต่ละกลุ่มอายุไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ข้อมูล  ${}_nM_x^{23}$  เฉลี่ย 5 ปี ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง แสดงดังตารางที่ 3.5 และ 3.6

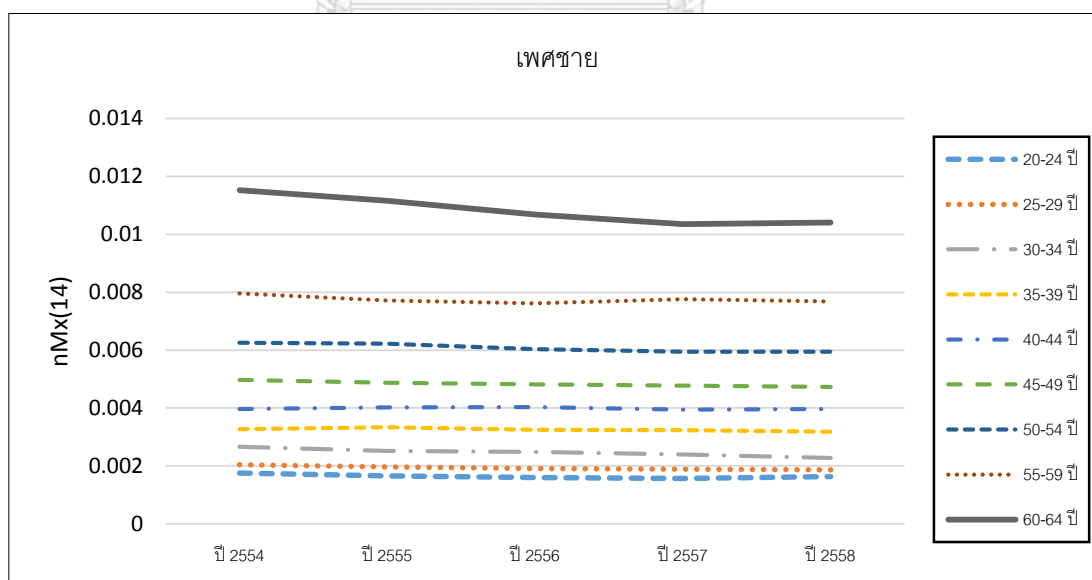
ตารางที่ 3.5 อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

กลุ่มอายุ(ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	เฉลี่ย 5 ปี
20-24	0.00175	0.00165	0.00160	0.00157	0.00163	0.00164
25-29	0.00204	0.00196	0.00191	0.00189	0.00186	0.00193
30-34	0.00266	0.00252	0.00248	0.00240	0.00227	0.00247
35-39	0.00327	0.00333	0.00325	0.00324	0.00318	0.00325
40-44	0.00397	0.00402	0.00403	0.00394	0.00397	0.00398
45-49	0.00497	0.00487	0.00482	0.00477	0.00473	0.00483
50-54	0.00626	0.00622	0.00603	0.00594	0.00594	0.00607
55-59	0.00796	0.00771	0.00762	0.00776	0.00768	0.00774
60-64	0.01153	0.01116	0.01068	0.01035	0.01041	0.01080

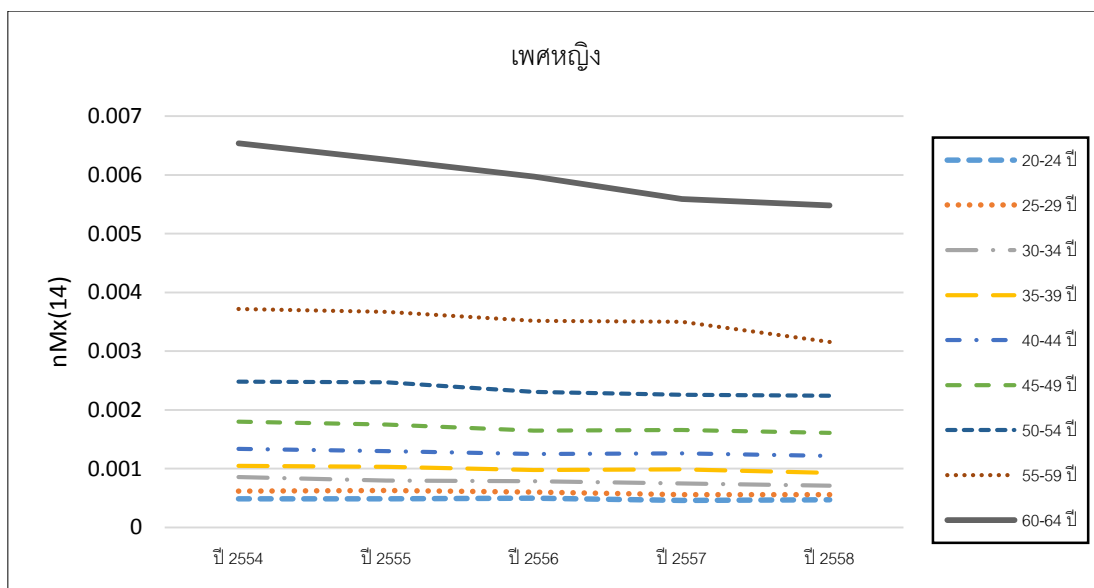
ตารางที่ 3.6 อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

กลุ่มอายุ(ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	เฉลี่ย 5 ปี
20-24	0.00049	0.00049	0.00050	0.00046	0.00047	0.00048
25-29	0.00062	0.00063	0.00060	0.00056	0.00056	0.00059
30-34	0.00086	0.00080	0.00079	0.00075	0.00071	0.00078
35-39	0.00105	0.00103	0.00098	0.00099	0.00093	0.00100
40-44	0.00134	0.00130	0.00125	0.00126	0.00122	0.00127
45-49	0.00180	0.00175	0.00165	0.00166	0.00161	0.00169
50-54	0.00248	0.00247	0.00231	0.00226	0.00224	0.00235
55-59	0.00372	0.00367	0.00352	0.00350	0.00316	0.00350
60-64	0.00654	0.00626	0.00597	0.00559	0.00548	0.00594

จากตารางที่ 3.5 และ 3.6 จะเห็นได้ว่าอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศชายและเพศหญิง มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นและเพศชายมีค่า  ${}_nM_x^{14}$  สูงกว่าเพศหญิงทุกกลุ่มอายุ



รูปภาพที่ 3.5 อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศชาย ปี พ.ศ. 2554-2558



รูปภาพที่ 3.6 อัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) สำหรับเพศหญิง ปี พ.ศ. 2554-2558

จากรูปภาพที่ 3.5 และ 3.6 พบว่าอัตราการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( ${}_nM_x^{14}$ ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 ของทั้งเพศชายและเพศหญิง ในแต่ละกลุ่มอายุที่ค่าคงที่ นั่นคือไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ข้อมูล  ${}_nM_x^{14}$  เฉลี่ย 5 ปี ในการวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 3.3 วิธีการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะและการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรง

ในงานวิจัยนี้จะประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะต่าง ๆ และคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรง 2 รูปแบบ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้เป็น

**ขั้นตอนที่ 1** เริ่มจากการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงหรือ  $\mu^{23}(x)$  ด้วยตัวแบบ  $GM(r,s)$  ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $GM(r,s)$  ต่าง ๆ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least squares method) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบดังตารางที่ 3.7 และ 3.8

ตารางที่ 3.7 ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $\mu^{23}(x)$  แบบต่าง ๆ สำหรับเพศชาย

ตัวแบบ	$\alpha_1^{dd}$	$\alpha_2^{dd}$	$\alpha_3^{dd}$	$\alpha_4^{dd}$	$\beta_1^{dd}$	$\beta_2^{dd}$
$GM(r,s)$						
$GM(0,1)$	-	-	-	-	-2.148820	-
$GM(0,2)$	-	-	-	-	-2.095820**	-0.001590
$GM(1,0)$	0.116621	-	-	-	-	-
$GM(2,0)$	0.125431**	-0.000210	-	-	-	-
$GM(3,0)$	-0.068990*	0.010010**	-0.000120**	-	-	-
$GM(3,2)$	-0.189562	0.017947*	-0.000264	-	-6.471416	0.077017
$GM(4,0)$	-0.282000**	0.027260**	-0.000560**	0.000003**	-	-

หมายเหตุ \* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.05

\*\* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ตารางที่ 3.8 ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $\mu^{23}(x)$  แบบต่าง ๆ สำหรับเพศหญิง

ตัวแบบ	$\alpha_1^{dd}$	$\alpha_2^{dd}$	$\alpha_3^{dd}$	$\alpha_4^{dd}$	$\beta_1^{dd}$	$\beta_2^{dd}$
$GM(r,s)$						
$GM(0,1)$	-	-	-	-	-2.535010	-
$GM(0,2)$	-	-	-	-	-2.465200**	-0.001845
$GM(1,0)$	0.079261	-	-	-	-	-
$GM(2,0)$	0.086636**	-0.000176	-	-	-	-
$GM(3,0)$	0.007260	0.003999*	-0.000050*	-	-	-
$GM(4,0)$	-0.206800**	0.021340**	-0.000490*	0.000003**	-	-

หมายเหตุ \* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.05

\*\* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

จากตารางที่ 3.7 และ 3.8 สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $GM(r,s)$  แบบต่าง ๆ ของ  $\mu^{23}(x)$  สำหรับทั้งเพศชายและเพศหญิง พบว่าตัวแบบ  $GM(0,1)$   $GM(0,2)$   $GM(1,0)$   $GM(2,0)$  และ  $GM(3,2)$  สำหรับเพศชาย และตัวแบบ  $GM(0,1)$   $GM(0,2)$   $GM(1,0)$   $GM(2,0)$  และ  $GM(3,0)$  สำหรับเพศหญิง มีตัวแปรอิสระบางตัวที่ไม่มีความสัมพันธ์กับ  $\mu^{23}(x)$

นั่นคือมีค่า p-value ที่คำนวณได้สูงกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นตัวแบบเหล่านี้จึงไม่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่า  $\mu^{23}(x)$

**ขั้นตอนที่ 2** ประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงหรือ  $\mu^{14}(x)$  ด้วยตัวแบบ  $GM(r,s)$  ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $GM(r,s)$  ต่าง ๆ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบดังตารางที่ 3.9 และ 3.10

ตารางที่ 3.9 ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $\mu^{14}(x)$  แบบต่าง ๆ สำหรับเพศชาย

ตัวแบบ $GM(r,s)$	$\alpha_1^h$	$\alpha_2^h$	$\alpha_3^h$	$\alpha_4^h$	$\beta_1^h$	$\beta_2^h$
$GM(0,1)$	-	-	-	-	-5.350291	-
$GM(0,2)$	-	-	-	-	-7.472310**	0.046311**
$GM(1,0)$	0.004747	-	-	-	-	-
$GM(1,2)$	0.000903*	-	-	-	-8.407103**	0.060831**
$GM(2,0)$	-0.004050**	0.000210**	-	-	-	-
$GM(2,2)$	-0.000718	9.956000**	-	-	-12.84000**	0.122600**
$GM(3,0)$	0.004982*	-0.000266*	0.000006**	-	-	-
$GM(3,2)$	0.001336	-0.000043	0.000002*	-	-21.12000**	0.244300*
$GM(4,0)$	-0.006003	0.000624*	-0.000017*	0.0000002*	-	-

หมายเหตุ \* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

\*\* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ตารางที่ 3.10 ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $\mu^{14}(x)$  แบบต่าง ๆ สำหรับเพศหญิง

ตัวแบบ $GM(r,s)$	$\alpha_1^h$	$\alpha_2^h$	$\alpha_3^h$	$\alpha_4^h$	$\beta_1^h$	$\beta_2^h$
$GM(0,1)$	-	-	-	-	-6.236513	-
$GM(0,2)$	-	-	-	-	-9.093302**	0.060378**
$GM(1,0)$	0.001957	-	-	-	-	-
$GM(1,2)$	0.000530**	-	-	-	-11.820000**	0.106200**
$GM(2,0)$	-0.002859*	0.000115**	-	-	-	-
$GM(2,2)$	-0.000250*	0.000031**	-	-	-14.760000**	0.149900**
$GM(3,0)$	0.004901*	-0.000293*	0.000005**	-	-	-
$GM(3,2)$	0.000431*	-0.000016	0.000001**	-	-17.080000**	0.183700**
$GM(4,0)$	-0.007298*	0.000695*	-0.000020**	0.0000002**	-	-

หมายเหตุ \* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

\*\* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

จากตารางที่ 3.9 และ 3.10 สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $GM(r,s)$  แบบต่าง ๆ ของ  $\mu^{14}(x)$  สำหรับทั้งเพศชายและเพศหญิง พบว่าตัวแบบ  $GM(0,1)$   $GM(1,0)$   $GM(2,2)$   $GM(3,2)$  และ  $GM(4,0)$  สำหรับเพศชายและตัวแบบ  $GM(0,1)$   $GM(1,0)$  และ  $GM(3,2)$  สำหรับเพศหญิง มีตัวแปรอิสระบางตัวที่ไม่มีความสัมพันธ์กับ  $\mu^{14}(x)$  นั่นคือมีค่า p-value ที่คำนวณได้สูงกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นตัวแบบเหล่านี้จึงไม่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่า  $\mu^{14}(x)$

**ขั้นตอนที่ 3** เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $GM(r,s)$  แบบต่าง ๆ สำหรับ  $\mu^{23}(x)$  และ  $\mu^{14}(x)$  นำค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้แทนลงไปในตัวแบบ หลังจากนั้นคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดโดยเปรียบเทียบตัวแบบที่มีค่าผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum square error: SSE) ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงค่าผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนได้ดังตารางที่ 3.11 และ 3.12

ตารางที่ 3.11 ค่า SSE ที่ได้จากตัวแบบ  $GM(r,s)$  ของ  $\mu^{23}(x)$  จำแนกตามเพศ

$GM(r,s)$	SSE	
	เพศชาย	เพศหญิง
$GM(3,0)$	0.000324975	NA
$GM(4,0)$	0.000059533	0.000045573

NA คือ ตัวแบบไม่เหมาะสมจึงไม่ใช้คำนวณ SSE

จากตารางที่ 3.11 ค่า SSE ที่ได้จากตัวแบบ  $GM(r,s)$  แบบต่าง ๆ ของความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงหรือ  $\mu^{23}(x)$  พบว่าค่า SSE ตัวแบบ  $GM(4,0)$  ของทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแบบอื่น ๆ และมีตัวแบบ  $GM(r,s)$  บางตัวแบบที่มีค่า SSE ต่ำกว่าตัวแบบทั้งสอง และนอกจากนี้ มีตัวแบบ  $GM(r,s)$  บางตัวแบบที่มีค่า SSE ต่ำกว่าตัวแบบทั้งสองแต่ผลที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่า  $\mu^{23}(x)$

ตารางที่ 3.12 ค่า SSE ที่ได้จากตัวแบบ  $GM(r,s)$  ของ  $\mu^{14}(x)$  จำแนกตามเพศ

$GM(r,s)$	SSE	
	เพศชาย	เพศหญิง
$GM(0,2)$	0.000000733	0.00000155
$GM(1,2)$	0.000000274	0.000000079
$GM(2,0)$	0.000007104	0.000005563
$GM(2,2)$	NA	0.000000004
$GM(3,0)$	0.000000950	0.000001021
$GM(4,0)$	NA	0.000000150

NA คือ ตัวแบบไม่เหมาะสมจึงไม่ใช้คำนวณ SSE

จากตารางที่ 3.12 ค่า SSE ที่ได้จากตัวแบบ  $GM(r,s)$  แบบต่าง ๆ ของความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงหรือ  $\mu^{14}(x)$  พบว่าค่า SSE ของตัวแบบ  $GM(1,2)$  ของเพศชายมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับ



ตัวแบบอื่น ๆ และค่า SSE ของตัวแบบ  $GM(2,2)$  ของเพศหญิงมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแบบอื่น ๆ และนอกจากนี้มีตัวแบบ  $GM(r,s)$  บางตัวแบบที่มีค่า SSE ต่ำกว่าตัวแบบทั้งสองแต่ผลที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่า  $\mu^{14}(x)$

**ขั้นตอนที่ 4** จากข้อสมมติของอัตราณณะส่วนเพิ่ม ให้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ดังสมการในหัวข้อ 2.1.7 แต่เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ไม่ทราบความสัมพันธ์ระหว่าง  $\mu^{14}(x)$  และ  $\mu^{24}(x)$  เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจึงสมมติให้อัตราณณะส่วนเพิ่ม  $m_x = 0$  จะได้ว่า

$$\mu^{24}(x) = \mu^{14}(x)$$

และแทนค่าตัวแบบของ  $\mu^{23}(x)$   $\mu^{14}(x)$  และ  $\mu^{24}(x)$  ที่เหมาะสมสำหรับทั้งเพศชายและเพศหญิงลงไปในการสมการความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะของการประกันภัยโรคร้ายแรงในหัวข้อ 2.1.4.3 เพื่อประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง

**ขั้นตอนที่ 5** ในการศึกษาครั้งนี้สมมติให้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง ( $\mu^{12}(x)$ ) เป็นฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง จะสามารถประมาณค่า  $\mu^{12}(x)$  ได้โดยการแทนค่า  ${}_sP_{x_0}^{11}$  และ  ${}_sP_{x_0}^{12}$  ลงในสมการ  $f_{x_0+s}$  ในหัวข้อ 2.1.9 ทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม RStudio จะได้ค่า  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  ของ  $\mu^{12}(x)$  ซึ่งคือค่าประมาณของอัตราอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรงนั่นเอง

**ขั้นตอนที่ 6** คำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิและเบี้ยประกันภัยรวมสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง 2 รูปแบบ คือ แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต และแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต จำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี หรือ 5 ปี เมื่อรูปแบบที่ 2 กำหนด acceleration parameter ต่าง ๆ กัน คำนวณโดยการแทนค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะและความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะที่ได้จากการประมาณค่าหาตัวแบบที่เหมาะสมลงไปในการ  $\bar{A}_{x:\bar{N}|}^{(DD)}$  และ  $\bar{A}_{x:\bar{N}|}^{(D+DD;\lambda)}$  ในหัวข้อ 2.1.11

## บทที่ 4

### การหาค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะและการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อการประกันภัยโรคร้ายแรง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะต่างๆ โดยใช้ตัวแบบ Gompertz-Makeham และฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง (Piecewise constant function) และการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อการประกันภัยโรคร้ายแรง 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone benefit) ที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งตามเงื่อนไขกรมธรรม์ และรูปแบบที่ 2 แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (Acceleration benefit) ที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งหรือเสียชีวิตภายในระยะเวลาที่คุ้มครอง กำหนดจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

#### 4.1 การประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ

ในงานวิจัยนี้จะประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆนอกจากโรคร้ายแรงทั้ง 6 โรค และค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วย 6 โรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงด้วยตัวแบบ  $GM(r, s)$  ดังแสดงในหัวข้อ 2.1.6 และทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least squares method) โดยใช้โปรแกรม RStudio ในการวิเคราะห์ข้อมูล (ดูภาคผนวก ง) พร้อมทั้งเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดจากตัวแบบหลาย ๆ ตัวแบบ ที่ทำให้ค่าผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum square error: SSE) มีค่าต่ำสุด ผลการศึกษาพบว่า มีบางตัวแบบที่มีผลไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่า

การประมาณค่า  $\mu^{14}(x)$  และ  $\mu^{23}(x)$  ด้วยตัวแบบ  $GM(r, s)$  พบว่าสามารถประมาณค่า  $\mu^{14}(x)$  ได้ด้วยตัวแบบ  $GM(1, 2)$  และ  $GM(2, 2)$  มีค่า SSE เท่ากับ 0.000000274 และ 0.000000004 สำหรับเพศชายและหญิงตามลำดับ และประมาณค่า  $\mu^{23}(x)$  ของทั้งเพศชายและ

หญิง ได้ด้วยตัวแบบ  $GM(4,0)$  มีค่า SSE เท่ากับ 0.000059533 และ 0.000045573 สำหรับเพศชายและหญิงตามลำดับ ตัวแบบสำหรับเพศชายมีค่า

$$\mu^{14}(x) \approx GM(1,2) = \alpha_1^h + e^{\beta_1^h + \beta_2^h x}$$

และ

$$\mu^{23}(x) \approx GM(4,0) = \alpha_1^{dd} + \alpha_2^{dd} x + \alpha_3^{dd} x^2 + \alpha_4^{dd} x^3$$

สำหรับเพศหญิงมีค่า

$$\mu^{14}(x) \approx GM(2,2) = \alpha_1^h + \alpha_2^h x + e^{\beta_1^h + \beta_2^h x}$$

และ

$$\mu^{23}(x) \approx GM(4,0) = \alpha_1^{dd} + \alpha_2^{dd} x + \alpha_3^{dd} x^2 + \alpha_4^{dd} x^3$$

เมื่อ  $\alpha^h$  และ  $\beta^h$  แทนสัมประสิทธิ์ของ  $\mu^{14}(x)$

$\alpha^{dd}$  และ  $\beta^{dd}$  แทนสัมประสิทธิ์ของ  $\mu^{23}(x)$

และค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ  $GM(r,s)$  แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของ  $\mu^{14}(x)$

เพศ	ค่าสัมประสิทธิ์ของ $\mu^{14}(x)$			
	$\alpha_1^h$	$\alpha_2^h$	$\beta_1^h$	$\beta_2^h$
ชาย	0.0009030	-	-8.4071030	0.0608310
หญิง	-0.0002496	0.0000313	-14.7600000	0.1499000

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ของ  $\mu^{23}(x)$

เพศ	ค่าสัมประสิทธิ์ของ $\mu^{23}(x)$			
	$\alpha_1^{dd}$	$\alpha_2^{dd}$	$\alpha_3^{dd}$	$\alpha_4^{dd}$
ชาย	-0.2820000	0.0272600	-0.0005567	0.0000035
หญิง	-0.2068000	0.0213400	-0.0004869	0.0000035

เมื่อแทนค่าประมาณสัมประสิทธิ์ตามตารางที่ 4.1 และ 4.2 ลงในสมการ  $GM(r,s)$  สามารถหาค่าประมาณความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะได้ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ  $\mu^{14}(x)$  และ  $\mu^{23}(x)$

กลุ่มอายุ(ปี)	เพศชาย		เพศหญิง	
	$\mu^{14}(x)$	$\mu^{23}(x)$	$\mu^{14}(x)$	$\mu^{23}(x)$
20-24	0.001754	0.085034	0.000449	0.063969
25-29	0.002057	0.116131	0.000617	0.082730
30-34	0.002467	0.133374	0.000799	0.091199
35-39	0.003023	0.139352	0.001008	0.091980
40-44	0.003777	0.136653	0.001275	0.087674
45-49	0.004798	0.127867	0.001667	0.080884
50-54	0.006183	0.115582	0.002322	0.074212
55-59	0.008059	0.102388	0.003532	0.070262
60-64	0.010603	0.090873	0.005918	0.071635

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นทั้งเพศชายและเพศหญิง และค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงอายุหนึ่งหลังจากนั้นมีค่าลดลงสำหรับเพศหญิงมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่ออายุ 60-64 ปี

จากข้อสมมติของอัตราณณะส่วนเพิ่ม ประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ดังสมการในหัวข้อ 2.1.7 เมื่อกำหนดให้อัตราณณะส่วนเพิ่มเท่ากับ 0 จะได้ว่า  $\mu^{24}(x) = \mu^{14}(x)$  ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะ  $\mu^{24}(x)$

กลุ่มอายุ (ปี)	เพศชาย	เพศหญิง
20-24	0.001754	0.000449
25-29	0.002057	0.000617
30-34	0.002467	0.000799
35-39	0.003023	0.001008
40-44	0.003777	0.001275
45-49	0.004798	0.001667
50-54	0.006183	0.002322
55-59	0.008059	0.003532
60-64	0.010603	0.005918

เมื่อได้ตัวแบบ  $GM(r, s)$  ของความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะที่เหมาะสมและแทนความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงด้วยฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วงจะได้ว่า ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะสำหรับเพศชายสามารถหาได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 {}_t p_x^{11} &= \exp \left\{ -\sigma_{k+1} t - \alpha_1^h t - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right\} \\
 {}_t p_x^{22} &= \exp \left\{ -\alpha_1^{dd} t - \alpha_2^{dd} x t - \alpha_2^{dd} \frac{t^2}{2} - \alpha_3^{dd} \frac{(x+t)^3}{3} + \alpha_3^{dd} \frac{x^3}{3} - \alpha_4^{dd} \frac{(x+t)^4}{4} \right. \\
 &\quad \left. + \alpha_4^{dd} \frac{x^4}{4} - \alpha_1^h t (1+m_x) - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} (1+m_x) \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right\}
 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned}
 {}_t p_x^{12} &= \int_0^t \exp \left\{ -\alpha_1^{dd} (t-u) - \alpha_2^{dd} (x+u)(t-u) - \alpha_2^{dd} \frac{(t-u)^2}{2} \right. \\
 &\quad \left. - \alpha_3^{dd} \frac{(x+u+t-u)^3}{3} + \alpha_3^{dd} \frac{(x+u)^3}{3} - \alpha_4^{dd} \frac{(x+u+t-u)^4}{4} + \alpha_4^{dd} \frac{(x+u)^4}{4} \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -\alpha_1^h(t-u)(1+m_x) - \alpha_2^h(x+u)(t-u)(1+m_x) - \alpha_2^h \frac{(t-u)^2}{2}(1+m_x) \\
& - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} (1+m_x) \left[ e^{\beta_2^h(x+u+t-u)} - e^{\beta_2^h(x+u)} \right] \Big\} du
\end{aligned}$$

และสำหรับเพศหญิง คือ

$$\begin{aligned}
{}_t P_x^{11} &= \exp \left\{ -\sigma_{k+1} t - \alpha_1^h t - \alpha_2^h x t - \alpha_2^h \frac{t^2}{2} - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right\} \\
{}_t P_x^{22} &= \exp \left\{ -\alpha_1^{dd} t - \alpha_2^{dd} x t - \alpha_2^{dd} \frac{t^2}{2} - \alpha_3^{dd} \frac{(x+t)^3}{3} + \alpha_3^{dd} \frac{x^3}{3} - \alpha_4^{dd} \frac{(x+t)^4}{4} \right. \\
& \quad \left. + \alpha_4^{dd} \frac{x^4}{4} - \alpha_1^h t (1+m_x) - \alpha_2^h x t (1+m_x) - \alpha_2^h \frac{t^2}{2} (1+m_x) \right. \\
& \quad \left. - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} (1+m_x) \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right\}
\end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned}
{}_t P_x^{12} &= \int_0^t \exp \left\{ -\sigma_{k+1} u - \alpha_1^h u - \alpha_2^h x u - \alpha_2^h \frac{u^2}{2} - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+u)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right\} \cdot \sigma_{k+1} \\
& \quad \cdot \exp \left\{ -\alpha_1^{dd} (t-u) - \alpha_2^{dd} (x+u)(t-u) - \alpha_2^{dd} \frac{(t-u)^2}{2} - \alpha_3^{dd} \frac{(x+u+t-u)^3}{3} \right. \\
& \quad \left. + \alpha_3^{dd} \frac{(x+u)^3}{3} - \alpha_4^{dd} \frac{(x+u+t-u)^4}{4} + \alpha_4^{dd} \frac{(x+u)^4}{4} - \alpha_1^h (t-u)(1+m_x) \right. \\
& \quad \left. - \alpha_2^h (x+u)(t-u)(1+m_x) - \alpha_2^h \frac{(t-u)^2}{2} (1+m_x) \right. \\
& \quad \left. - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_2^h} (1+m_x) \left[ e^{\beta_2^h(x+u+t-u)} - e^{\beta_2^h(x+u)} \right] \right\} du
\end{aligned}$$

เมื่อได้ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะต่าง ๆ ที่แทนตัวแบบของความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะที่ประมาณค่าได้ลงไป จะสามารถประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง ( $\mu^{12}(x)$ ) ที่เป็นฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง โดยการแทนสมการ  ${}_sP_{x_0}^{11}$  และ  ${}_sP_{x_0}^{12}$  ลงในสมการ  $f_{x_0+s}$  ดังแสดงในหัวข้อ 2.1.9 ทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม RStudio ในการประมวลผล (ดูภาคผนวก ง) จะได้ค่า  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่า  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  ของ  $\mu^{12}(x)$

กลุ่มอายุ (ปี)	$\sigma_{k+1}$	
	ชาย	หญิง
20-24	0.00030244	0.00023732
25-29	0.00035206	0.00029484
30-34	0.00055631	0.00050299
35-39	0.00103387	0.00096652
40-44	0.00186163	0.00181341
45-49	0.00334447	0.00313840
50-54	0.00594795	0.00484658
55-59	0.00987943	0.00741153
60-64	0.01515218	0.01105041

#### 4.2 รูปแบบกรรมธรรม์ประกันภัยโรคร้ายแรง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากรรมธรรม์ประกันภัยโรคร้ายแรง 2 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 1 เป็นกรรมธรรม์ประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต และรูปแบบที่ 2 เป็นกรรมธรรม์ประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีความคุ้มครองดังนี้

##### รูปแบบที่ 1 แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (Stand-alone benefit)

1. ข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์

จ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยทันทีเป็นเงินก้อนเดียว (Lump sum) เมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งตามเงื่อนไขกรมธรรม์ ภายในระยะเวลาที่คุ้มครอง

2. ข้อกำหนดในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิและเบี้ยประกันภัยรวม
  - 2.1 อัตราดอกเบี้ย : ร้อยละ 3 ต่อปี
  - 2.2 อายุผู้เอาประกันภัย : แบ่งออกเป็นกลุ่มอายุละ 5 ปี 9 กลุ่มอายุ ตั้งแต่ 20-64 ปี
  - 2.3 ระยะเวลาคุ้มครอง : 1 ปี หรือ 5 ปี
  - 2.4 ระยะเวลาชำระเบี้ยประกันภัย : ครั้งเดียว
  - 2.5 ค่าใช้จ่ายต่อเบี้ยประกันภัยชำระครั้งเดียว : ร้อยละ 25<sup>(2)</sup>

## รูปแบบที่ 2 แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบครัวการเสียชีวิต (Acceleration benefit)

1. ข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์
 

จ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัย  $S$  บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยที่มีสุขภาพดีเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงภายในระยะเวลา  $N$  ปี จ่าย  $\lambda S$  บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงภายในระยะเวลา  $N$  ปี ขณะที่จำนวนเงินเอาประกันภัยที่เหลืออีก  $(1-\lambda)S$  บาท จะจ่ายเมื่อผู้เอาประกันภัยที่ป่วยด้วยโรคร้ายแรงเสียชีวิตภายในระยะเวลา  $N$  ปี
2. ข้อกำหนดในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิและเบี้ยประกันภัยรวม
  - 2.1 อัตราดอกเบี้ย : ร้อยละ 3 ต่อปี
  - 2.2 อายุผู้เอาประกันภัย : แบ่งออกเป็นกลุ่มอายุละ 5 ปี 9 กลุ่มอายุ ตั้งแต่ 20-64 ปี
  - 2.3 ระยะเวลาคุ้มครอง : 1 ปี หรือ 5 ปี
  - 2.4 ระยะเวลาชำระเบี้ยประกันภัย : ครั้งเดียว
  - 2.5 Acceleration parameter ( $\lambda$ ): 1, 0.75, 0.5 และ 0.25
  - 2.6 ค่าใช้จ่ายต่อเบี้ยประกันภัยชำระครั้งเดียว : ร้อยละ 25

(2) การกำหนดอัตราค่าใช้จ่ายต่อเบี้ยประกันภัยชำระครั้งเดียว อิงจากคำสั่งนายทะเบียน ที่ 81/2560 เรื่องหลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันภัยและอัตราเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว (ดูภาคผนวก จ) (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย, 2560)



### 4.3 การคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง

การคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงที่มีความคุ้มครองโรคร้ายแรง 6 โรค ได้แก่ โรคมะเร็งระยะลุกลาม โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด โรคหลอดเลือดในสมองแตกหรืออุดตัน โรคไตวายเรื้อรัง โรคตับวายและโรคหลอดเลือดสมองอุดตันเรื้อรังขั้นรุนแรง ซึ่งคำนวณโดยใช้หลักการสมมูล (Equivalence principle) กล่าวคือ ณ วันเริ่มต้นของสัญญา ค่าปัจจุบันของเบี้ยประกันภัยรับสุทธิทั้งหมดเท่ากับค่าปัจจุบันของเงินผลประโยชน์จ่ายทั้งหมดและทำการคำนวณเบี้ยประกันภัยโดยใช้โปรแกรม RStudio ในการประมวลผล (ดูภาคผนวก ง)

กำหนดให้	$x$	แทน อายุของผู้เอาประกันภัย
	$\bar{A}_{x:\overline{N} }^{(DD)}$	แทน เบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต จำนวนเงินเอาประกันภัย 1 บาท ออกให้คนอายุ $x$ ปี ที่จ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งภายในเวลา $N$ ปี
	$\bar{A}_{x:\overline{N} }^{(D+DD;\lambda)}$	แทน เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อครั้งเดียวสำหรับกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา $N$ ปี ที่จ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยจำนวน 1 บาท เมื่อผู้เอาประกันภัยที่มีสุขภาพดีเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ภายในระยะเวลา $N$ ปี จ่าย $\lambda$ บาทเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงภายในระยะเวลา $N$ ปี ขณะที่จำนวนเงินเอาประกันภัยที่เหลืออีก $1-\lambda$ บาท จะจ่ายเมื่อผู้เอาประกันภัยที่ป่วยด้วยโรคร้ายแรงเสียชีวิตภายในระยะเวลา $N$ ปี
	${}_t p_x^{11}$	แทน ความน่าจะเป็นที่จะอยู่สถานะจากสถานะ 1 ขณะอายุ $x$ ปี และยังคงอยู่ที่สถานะ 1 เมื่ออายุ $x+t$ ปี
	$\mu^{12}(x)$	แทน ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 1 ไปยังสถานะ 2
	$\lambda$	แทน Acceleration parameter
	$v^t$	แทน แฟกเตอร์ส่วนลด โดยที่ $v^t = e^{-\delta t}$
	$\delta$	แทน พลังดอกเบี้ย โดยที่ $\delta = \ln(1+i)$
	$i$	แทน อัตราดอกเบี้ยต่อปี

### รูปแบบที่ 1

เนื่องจากสมมติให้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงใช้ตัวแบบฟังก์ชันคงตัวเป็นช่วง ดังนั้นในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิที่มีความคุ้มครองบนช่วงอายุ  $(x, x + N)$  จะต้องแบ่งช่วงของการหาปริพันธ์เป็น  $(0, y_1], (y_1, y_2], \dots, (y_{k+1}, y_{k+2}], \dots, (y_{n-1}, N]$  โดยที่  $y_{k+1} = x_{k+1} - x$  และ  $y_0 = 0, y_n = N$

- เบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต

$(\bar{A}_{x:\bar{N}|}^{(DD)})$  สำหรับเพศชาย คือ

$$\begin{aligned}\bar{A}_{x:\bar{N}|}^{(DD)} &= \int_0^N {}_t p_x^{11} \mu^{12}(x+t) v^t dt \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} \int_{y_k}^{y_{k+1}} {}_t p_x^{11} \mu^{12}(x+t) v^t dt \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} \int_{y_k}^{y_{k+1}} \exp\left\{-\sigma_{k+1}t - \alpha_1^h t - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_1^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right]\right\} \cdot \sigma_{k+1} e^{-\delta t} dt\end{aligned}$$

และสำหรับเพศหญิง คือ

$$\bar{A}_{x:\bar{N}|}^{(DD)} = \sum_{k=0}^{n-1} \int_{y_k}^{y_{k+1}} \exp\left\{-\sigma_{k+1}t - \alpha_1^h t - \alpha_2^h x t - \alpha_2^h \frac{t^2}{2} - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_1^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right]\right\} \cdot \sigma_{k+1} e^{-\delta t} dt$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

- เบี้ยประกันภัยรวม (Gross Premium) สำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต  $GP_{x:\bar{N}|}^{(DD)}$  คือ

$$GP_{x:\bar{N}|}^{(DD)} = \frac{\bar{A}_{x:\bar{N}|}^{(DD)}}{0.75}$$

เบี้ยประกันภัยสุทธิและเบี้ยประกันภัยรวมสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 1) แสดงดังตารางที่ 4.6 และ 4.7 จะสังเกตเห็นได้ว่า เบี้ยประกันภัยสำหรับเพศชายสูงกว่าเพศหญิงทุกกลุ่มอายุ ทั้งระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี และเบี้ยประกันภัยมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.6 เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 1) สำหรับเพศชาย ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

กลุ่มอายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ		เบี้ยประกันภัยรวม	
	ระยะเวลาคุ้มครอง		ระยะเวลาคุ้มครอง	
	1 ปี	5 ปี	1 ปี	5 ปี
20-24	0.30	1.40	0.40	1.87
25-29	0.35	1.63	0.46	2.17
30-34	0.55	2.57	0.73	3.42
35-39	1.02	4.76	1.36	6.35
40-44	1.83	8.54	2.44	11.38
45-49	3.28	15.24	4.38	20.33
50-54	5.83	26.85	7.77	35.80
55-59	9.65	43.98	12.87	58.65
60-64	14.75	66.22	19.66	88.29

ตารางที่ 4.7 เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 1) สำหรับเพศหญิง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

กลุ่มอายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ		เบี้ยประกันภัยรวม	
	ระยะเวลาคุ้มครอง		ระยะเวลาคุ้มครอง	
	1 ปี	5 ปี	1 ปี	5 ปี
20-24	0.23	1.10	0.31	1.47
25-29	0.29	1.37	0.39	1.82
30-34	0.50	2.33	0.66	3.11
35-39	0.95	4.47	1.27	5.96
40-44	1.78	8.37	2.38	11.16
45-49	3.09	14.42	4.11	19.23
50-54	4.76	22.14	6.35	29.52
55-59	7.27	33.55	9.69	44.74
60-64	10.80	49.32	14.40	65.76

## รูปแบบที่ 2

สามารถเขียนสมการคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต ได้ดังนี้

- เบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต ( $\bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)}$ ) สำหรับเพศชาย คือ

$$\begin{aligned} \bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)} &= \bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(DD:\lambda)} + \int_0^N \exp \left[ -\sigma_{k+1}t - \alpha_1^h t - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_1^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right] \\ &\cdot \left\{ \left[ \alpha_1^h + e^{\beta_1^h + \beta_2^h(x+t)} \right] e^{-\delta t} + \sigma_{k+1} (1-\lambda) \int_0^{N-t} \left[ \exp \left[ -\alpha_1^{dd} r - \alpha_2^{dd} (x+t)r - \alpha_2^{dd} \frac{r^2}{2} \right. \right. \right. \\ &- \alpha_3^{dd} \frac{(x+t+r)^3}{3} + \alpha_3^{dd} \frac{(x+t)^3}{3} - \alpha_4^{dd} \frac{(x+t+r)^4}{4} + \alpha_4^{dd} \frac{(x+t)^4}{4} - \alpha_1^h r \\ &- \left. \left. \left. \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_1^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t+r)} - e^{\beta_2^h(x+t)} \right] \right] \cdot \left[ \left( \alpha_1^h + e^{\beta_1^h + \beta_2^h(x+t+r)} \right) + \left( \alpha_1^{dd} + \alpha_2^{dd} (x+t+r) \right) \right. \right. \right. \\ &\left. \left. \left. + \alpha_3^{dd} (x+t+r)^2 + \alpha_4^{dd} (x+t+r)^3 \right] \right] \cdot e^{-\delta(t+r)} dr \right\} dt \end{aligned}$$

และสำหรับเพศหญิง คือ

$$\begin{aligned} \bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)} &= \bar{A}_{x:\overline{N}|}^{(DD:\lambda)} + \int_0^N \exp \left[ -\sigma_{k+1}t - \alpha_1^h t - \alpha_2^h xt - \alpha_2^h \frac{t^2}{2} - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_1^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t)} - e^{\beta_2^h x} \right] \right] \\ &\cdot \left\{ \left[ \alpha_1^h + \alpha_2^h (x+t) + e^{\beta_1^h + \beta_2^h(x+t)} \right] e^{-\delta t} + \sigma_{k+1} (1-\lambda) \int_0^{N-t} \left[ \exp \left[ -\alpha_1^{dd} r - \alpha_2^{dd} (x+t)r \right. \right. \right. \\ &- \alpha_2^{dd} \frac{r^2}{2} - \alpha_3^{dd} \frac{(x+t+r)^3}{3} + \alpha_3^{dd} \frac{(x+t)^3}{3} - \alpha_4^{dd} \frac{(x+t+r)^4}{4} + \alpha_4^{dd} \frac{(x+t)^4}{4} - \alpha_1^h r \\ &- \left. \left. \left. \alpha_2^h (x+t)r - \alpha_2^h \frac{r^2}{2} - \frac{1}{\beta_2^h} e^{\beta_1^h} \left[ e^{\beta_2^h(x+t+r)} - e^{\beta_2^h(x+t)} \right] \right] \cdot \left[ \left( \alpha_1^h + e^{\beta_1^h + \beta_2^h(x+t+r)} \right) \right. \right. \right. \\ &\left. \left. \left. + \left( \alpha_1^{dd} + \alpha_2^{dd} (x+t+r) + \alpha_3^{dd} (x+t+r)^2 + \alpha_4^{dd} (x+t+r)^3 \right) \right] \right] \cdot e^{-\delta(t+r)} dr \right\} dt \end{aligned}$$

- เบี้ยประกันภัยรวมสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต  $GP_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)}$  คือ

$$GP_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)} = \frac{\overline{A}_{x:\overline{N}|}^{(D+DD:\lambda)}}{0.75}$$

เบี้ยประกันภัยสุทธิและเบี้ยประกันภัยรวมสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี เมื่อกำหนด  $\lambda$  เท่ากับ 1, 0.75, 0.5 และ 0.25 แสดงดังตารางที่ 4.8 - 4.11

**ตารางที่ 4.8** เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศชาย ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี

กลุ่มอายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ				เบี้ยประกันภัยรวม			
	Acceleration parameter ( $\lambda$ )				Acceleration parameter ( $\lambda$ )			
	$\lambda=1$	$\lambda=0.75$	$\lambda=0.5$	$\lambda=0.25$	$\lambda=1$	$\lambda=0.75$	$\lambda=0.5$	$\lambda=0.25$
20-24	1.95	1.88	1.81	1.74	2.60	2.51	2.41	2.32
25-29	2.27	2.19	2.11	2.03	3.03	2.92	2.81	2.70
30-34	2.84	2.71	2.58	2.45	3.79	3.62	3.44	3.27
35-39	3.81	3.57	3.33	3.09	5.08	4.76	4.44	4.12
40-44	5.30	4.86	4.43	4.00	7.06	6.48	5.91	5.33
45-49	7.66	6.88	6.10	5.32	10.21	9.17	8.13	7.09
50-54	11.43	10.04	8.65	7.26	15.24	13.39	11.53	9.68
55-59	16.92	14.60	12.28	9.97	22.55	19.47	16.38	13.29
60-64	24.24	20.69	17.14	13.59	32.33	27.59	22.85	18.12

ตารางที่ 4.9 เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศชาย ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 5 ปี

กลุ่มอายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ				เบี้ยประกันภัยรวม			
	Acceleration parameter ( $\lambda$ )				Acceleration parameter ( $\lambda$ )			
	$\lambda = 1$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.25$	$\lambda = 1$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.25$
20-24	9.63	9.36	9.08	8.81	12.84	12.48	12.11	11.74
25-29	11.30	10.99	10.68	10.37	15.06	14.65	14.24	13.82
30-34	14.17	13.69	13.21	12.73	18.90	18.25	17.61	16.97
35-39	18.97	18.08	17.18	16.29	25.29	24.10	22.91	21.72
40-44	26.25	24.62	22.99	21.36	35.00	32.83	30.66	28.49
45-49	37.64	34.67	31.70	28.72	50.19	46.23	42.26	38.30
50-54	55.46	50.10	44.73	39.36	73.95	66.80	59.64	52.49
55-59	80.78	71.80	62.83	53.85	107.70	95.74	83.77	71.80
60-64	113.73	100.04	86.36	72.67	151.64	133.39	115.14	96.90

ตารางที่ 4.10 เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศหญิง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี

กลุ่มอายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ				เบี้ยประกันภัยรวม			
	Acceleration parameter ( $\lambda$ )				Acceleration parameter ( $\lambda$ )			
	$\lambda = 1$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.25$	$\lambda = 1$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.25$
20-24	0.63	0.57	0.52	0.46	0.84	0.76	0.69	0.61
25-29	0.85	0.78	0.71	0.64	1.13	1.04	0.94	0.85
30-34	1.23	1.11	0.99	0.87	1.64	1.48	1.32	1.16
35-39	1.88	1.65	1.42	1.19	2.50	2.20	1.89	1.59
40-44	2.95	2.52	2.09	1.66	3.94	3.36	2.79	2.21
45-49	4.59	3.84	3.10	2.35	6.12	5.13	4.13	3.14
50-54	6.81	5.65	4.50	3.35	9.08	7.54	6.00	4.46
55-59	10.29	8.53	6.77	5.00	13.72	11.37	9.02	6.67
60-64	15.71	13.10	10.49	7.88	20.95	17.47	13.99	10.51

**ตารางที่ 4.11** เบี้ยประกันภัยของการประกันภัยโรคร้ายแรง แผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต (รูปแบบที่ 2) สำหรับเพศหญิง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท ระยะเวลาคุ้มครอง 5 ปี

กลุ่มอายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ				เบี้ยประกันภัยรวม			
	Acceleration parameter ( $\lambda$ )				Acceleration parameter ( $\lambda$ )			
	$\lambda = 1$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.25$	$\lambda = 1$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.25$
20-24	3.25	3.02	2.79	2.56	4.34	4.03	3.72	3.41
25-29	4.30	4.02	3.74	3.46	5.74	5.36	4.99	4.61
30-34	6.12	5.64	5.16	4.68	8.15	7.51	6.88	6.24
35-39	9.24	8.31	7.39	6.46	12.32	11.08	9.85	8.61
40-44	14.40	12.65	10.89	9.13	19.20	16.86	14.52	12.18
45-49	22.33	19.26	16.19	13.12	29.77	25.68	21.59	17.50
50-54	33.20	28.45	23.71	18.96	44.26	37.94	31.61	25.28
55-59	50.41	43.25	36.09	28.93	67.21	57.67	48.12	38.58
60-64	77.43	67.14	56.85	46.56	103.24	89.52	75.80	62.08

จากตารางที่ 4.8 - 4.11 พบว่าเมื่อกำหนด  $\lambda$  เพิ่มขึ้นจาก 0.25 เป็น 0.5 0.7 และ 1 ส่งผลให้เบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิตมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อกำหนด  $\lambda = 1$  นั้นหมายความว่า การประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต จะจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งตามเงื่อนไขกรมธรรม์หรือเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ภายในระยะเวลาที่คุ้มครอง และเบี้ยประกันภัยสำหรับเพศชายสูงกว่าเพศหญิงทุกกลุ่มอายุ ทั้งระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี และสังเกตเห็นว่าในกรณีที่ผู้เอาประกันภัยซื้อกรมธรรม์รูปแบบที่ 2 ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 5 ปี พบว่าผู้เอาประกันภัยจ่ายเบี้ยประกันภัยต่ำกว่าเมื่อซื้อกรมธรรม์ระยะเวลาคุ้มครอง 5 ปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก  $\mu^{23}(x)$  มีค่าคงที่ในช่วง 5 ปี ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยทั้งแบบระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี จะใช้ค่า  $\mu^{23}(x)$  ค่าเดียวกัน

นอกจากนี้เบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิตมีค่าต่ำกว่าแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เนื่องจากรูปแบบที่ 2 มีการจ่ายผลประโยชน์เนื่องจากการเสียชีวิตนอกจากความคุ้มครองโรคร้ายแรงอีกด้วย





## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะต่างๆ ของการประกันภัยโรคร้ายแรงและคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงในประเทศไทย เมื่อไม่ทราบค่าอัตราอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรง และใช้ข้อมูลอัตราความชุกของโรคร้ายแรงในการประมาณค่าอัตราอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรง โรคร้ายแรงที่ใช้ในการศึกษา 6 โรค ได้แก่ โรคมะเร็ง ระยะลุกลาม โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด โรคหลอดเลือดในสมองแตกหรืออุดตัน โรคไตวายเรื้อรัง โรคตับวายและโรคหลอดเลือดสมองอุดตันเรื้อรังขั้นรุนแรง ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยคือ จำนวนประชากรกลางปี จำนวนการตายของประชากรไทย จำนวนการตายจำแนกตามสาเหตุการตาย ตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD-10) และจำนวนการป่วย จำแนกตามสาเหตุการป่วยตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD-10) ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554-2558 จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข

การประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงและความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรงด้วยตัวแบบ  $GM(r, s)$  ที่ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด และเลือกตัวแบบที่ให้ค่าผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำสุด

การประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง ( $\mu^{14}(x)$ ) พบว่าสามารถประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะของเพศชายด้วย  $GM(1, 2)$  ซึ่งมีค่า  $\mu^{14}(x)$  อยู่ระหว่าง 0.001754 ถึง 0.010603 และของเพศหญิงประมาณด้วยตัวแบบ  $GM(2, 2)$  ซึ่งมีค่า  $\mu^{14}(x)$  อยู่ระหว่าง 0.000449 ถึง 0.005918 ในช่วงอายุ 20-64 ปี เพศชายมีค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะสูงกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ

การประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ( $\mu^{23}(x)$ ) พบว่าสามารถประมาณค่าความรุนแรงของการ

เปลี่ยนสถานะของทั้งเพศชายและเพศหญิงได้ด้วยตัวแบบ  $GM(4,0)$  และเพศชายมีค่า  $\mu^{23}(x)$  อยู่ระหว่าง 0.085034 ถึง 0.090873 เพศหญิงมีค่า  $\mu^{23}(x)$  ระหว่าง 0.063969 ถึง 0.071635 ในช่วงอายุ 20-64 ปี และ  $\mu^{23}(x)$  มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 20-39 ปี หลังจากนั้นมีค่าลดลง และสำหรับเพศชายมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงอายุ 60-64 ปี นอกจากนี้เพศชายมีค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะสูงกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ

หลังจากนั้นเมื่อได้ตัวแบบของ  $\mu^{14}(x)$  และ  $\mu^{23}(x)$  แล้วทำการประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง ( $\mu^{12}(x)$ ) ด้วย Piecewise constant function พบว่าค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะของเพศชายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00030244 ถึง 0.01515218 และเพศหญิงมีค่าระหว่าง 0.00023732 ถึง 0.01105041 ในช่วงอายุ 20-64 ปี เพศชายมีค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะสูงกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ

รูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงในงานวิจัยนี้ศึกษา 2 รูปแบบ ซึ่งกำหนดชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว และกำหนดค่าใช้จ่ายในการคำนวณเบี้ยประกันภัยรวมต่อเบี้ยประกันภัยชำระครั้งเดียวเท่ากับร้อยละ 25 โดยรูปแบบที่ 1 เป็นแผนกำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต ที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยทันทีเป็นเงินก้อนเดียว (Lump sum) เมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งใน 6 โรคร้ายแรง ภายในระยะเวลาที่คุ้มครอง โดยมีระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี หรือ 5 ปี ซึ่งเบี้ยประกันภัยสุทธิ จำนวนเงินเอาประกันภัย 1000 บาท สำหรับระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี มีค่าระหว่าง 0.23-14.75 บาท สำหรับความคุ้มครอง 5 ปี มีค่าระหว่าง 1.10-66.22 บาท และเบี้ยประกันภัยรวม จำนวนเงินเอาประกันภัย 1000 บาท สำหรับระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี มีค่าระหว่าง 0.31-19.66 บาท สำหรับความคุ้มครอง 5 ปี มีค่าระหว่าง 1.47-88.29 บาท ซึ่งเบี้ยประกันภัยของเพศชายสูงกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ ส่วนรูปแบบที่ 2 เป็นแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต ที่มีการจ่ายจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยที่มีสุขภาพดีเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง จ่าย  $\lambda$  เท่าของจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงโรคใดโรคหนึ่งใน 6 โรคตามเงื่อนไขกรมธรรม์ หรือจ่าย  $1-\lambda$  เท่าของจำนวนเงินเอาประกันภัยเมื่อผู้เอาประกันภัยที่ป่วยด้วยโรคร้ายแรงเสียชีวิตภายในระยะเวลาที่คุ้มครอง โดยมีระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี หรือ 5 ปี ซึ่งเบี้ยประกันภัยสุทธิ จำนวนเงินเอาประกันภัย 1000 บาท สำหรับระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี เมื่อกำหนดให้  $\lambda=1$  มีค่าระหว่าง 0.63-24.24 บาท สำหรับความคุ้มครอง 5 ปี มีค่าระหว่าง 3.25-113.73 บาท และเบี้ยประกันภัยรวม จำนวนเงินเอาประกันภัย 1000 บาท สำหรับระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี มีค่า

ระหว่าง 0.84-32.33 บาท สำหรับความคุ้มครอง 5 ปี มีค่าระหว่าง 4.34-151.64 บาท แต่เมื่อ  $\lambda$  มีค่าลดลงส่งผลให้เบี้ยประกันภัยในรูปแบบที่ 2 มีค่าลดลงด้วย และเบี้ยประกันภัยของเพศชายสูงกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ นอกจากนี้เบี้ยประกันภัยรูปแบบที่ 2 มีค่าสูงกว่ารูปแบบที่ 1 เนื่องจากมีการเพิ่มผลประโยชน์การเสียชีวิต

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาโดยใช้ตัวแบบหลายสถานะในการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงสำหรับประเทศไทย พบว่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีและสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกจากโรคร้ายแรง ประมาณได้ด้วย  $GM(1, 2)$  และ  $GM(2, 2)$  สำหรับเพศชายและหญิงตามลำดับ และความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง ประมาณได้ด้วย  $GM(4, 0)$  ทั้งเพศชายและหญิง นอกจากนี้สามารถประมาณค่าอัตราอุบัติการณ์ของโรคได้โดยใช้อัตราความชุกของโรค ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยเมื่อข้อมูลมีจำกัด เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาของ Baione และคณะ (2014) ที่ใช้ข้อมูลอัตราความชุกของประเทศอิตาลี พบว่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะของทั้งคนสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตที่ได้เป็น  $GM(0, 2)$  ทั้งเพศชายและหญิง ซึ่งแตกต่างจากการศึกษานี้

เบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง รูปแบบที่ 1 เพศชายมีเบี้ยประกันภัยสุทธิสูงกว่าเพศหญิงทุกกลุ่มอายุ และมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกช่วงอายุ การประกันภัยในรูปแบบที่ 2 เมื่อกำหนด Acceleration parameter เพิ่มขึ้นส่งผลให้เบี้ยประกันภัยมีค่าเพิ่มขึ้น เพศชายมีเบี้ยประกันภัยสุทธิสูงกว่าเพศหญิงทุกกลุ่มอายุ และมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงและจากสถานะสุขภาพดีไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรงที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกช่วงอายุ

เมื่อเปรียบเทียบเบี้ยประกันภัยทั้ง 2 รูปแบบพบว่ารูปแบบที่ 2 มีเบี้ยประกันภัยสูงกว่ารูปแบบที่ 1 ทุกกลุ่มอายุ เนื่องจากรูปแบบที่ 2 มีการเพิ่มความคุ้มครองการเสียชีวิตเข้ามาด้วย นอกเหนือจากความคุ้มครองโรคร้ายแรง

เบี้ยประกันภัยรวมสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงที่คำนวณได้จากการศึกษาครั้งนี้อาจมีค่าต่ำกว่าเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงที่มีขายในตลาดประกันภัยโรคร้ายแรง เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลอัตราความชุกของโรคร้ายแรง ไม่ใช่ข้อมูลอุบัติการณ์ของโรคร้ายแรง ทำให้เบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้อาจไม่ตรงกับความเสี่ยงที่ผู้เอาประกันภัยจะเป็นโรคร้ายแรงที่แท้จริง และการกำหนดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ของกรมธรรม์ซึ่งแต่ละบริษัทมีการคิดค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการแข่งขันแต่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดของสำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย (คปภ.)

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลจำนวนผู้ป่วยในที่ใช้หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและสวัสดิการรักษายาบาลและครอบครัว ไม่ใช่จำนวนผู้ป่วยโรคร้ายแรงของประชากรไทยทั้งหมด ทำให้เบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้อาจมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นในการศึกษาต่อไปควรใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคร้ายแรงของประชากรไทยทั้งหมด เพื่อให้การคำนวณเบี้ยประกันภัยสำหรับโรคร้ายแรงมีความแม่นยำมากขึ้น

2. การศึกษานี้เป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในการคำนวณเบี้ยประกันภัยเมื่อไม่มีข้อมูลอัตราอุบัติการณ์ของโรคเท่านั้นอาจมีวิธีการอื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหานี้ได้ ซึ่งต้องทำการค้นคว้าต่อไป

3. เบี้ยประกันภัยที่ได้จากการศึกษานี้เป็นเบี้ยประกันภัยตามกลุ่มอายุ เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลที่แบ่งตามกลุ่มอายุ แต่ถ้าหากมีข้อมูลรายอายุจะสามารถทำให้คำนวณค่าต่างๆและเบี้ยประกันภัยได้ตรงตามความเสี่ยงภัยมากขึ้น ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลเป็นรายอายุหากมี

4. เบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต ในกรณีนี้ที่ผู้เอาประกันภัยซื้อกรมธรรม์ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 5 ปี พบว่าบางกลุ่มอายุผู้เอาประกันภัยจ่ายเบี้ยประกันภัยต่ำกว่าเมื่อซื้อกรมธรรม์ระยะเวลาคุ้มครอง 5 ปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษานี้ให้  $\mu^{23}(x)$  มีค่าคงที่ในช่วง 5 ปี ดังนั้นในการคำนวณเบี้ยประกันภัยทั้งแบบระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี จึงใช้  $\mu^{23}(x)$  ค่าเดียวกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์โดยใช้ความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะรายอายุ

5. การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง สามารถออกให้มีความคุ้มครองโรคร้ายแรงอื่น ๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง 6 โรคที่งานวิจัยนี้ได้ศึกษา หรือสามารถออกแบบการจ่ายผลประโยชน์ชดเชยรายได้ระหว่างเข้ารับรักษาพยาบาล และยังสามารถออกแบบให้มีความคุ้มครองต่อเนื่องหลังจากได้รับวินิจฉัยว่าเป็นโรคร้ายแรงตามเงื่อนไขกรมธรรม์ได้ อย่างไรก็ตาม การออกแบบการประกันภัยดังกล่าวต้องอาศัยข้อมูลที่ค่อนข้างละเอียดถึงจำนวนวันหรือค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคร้ายแรงที่คุ้มครอง ซึ่งควรจะมีการศึกษาต่อไป

6. โรคร้ายแรงจากค่านิยามโรคร้ายแรงบางโรคไม่ใช่สาเหตุของการเสียชีวิต ทำให้ในการศึกษาการคำนวณเบี้ยประกันภัยโรคร้ายแรง ไม่สามารถนำโรคร้ายแรงเหล่านี้มาใช้ในการศึกษาได้ เช่น การผ่าตัดเส้นเลือดเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ การผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะหรือปลูกถ่ายไขกระดูก ภาวะโคม่า การทุพพลภาพถาวรสิ้นเชิง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการศึกษานี้

7. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบไม่สามารถใช้วิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดได้ เนื่องจากไม่ทราบการแจกแจงของอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคร้ายแรงได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเสียชีวิตของโรคร้ายแรง เพื่อให้มีทางเลือกในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ Gompertz-Makeham มากขึ้น

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

ภรณ์ทิศา พลทิแสง. (2557). การสร้างตัวแบบของระยะเวลาที่ล่าช้าระหว่างเวลาที่วินิจฉัยโรคและเวลาที่ชำระสินไหมทดแทนสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมประกันชีวิตไทย. (2559). สมาคมประกันชีวิตไทย เผยธุรกิจประกันชีวิตปี 59 โตร้อยละ 5.7 คาดปี 60 โตต่อเนื่องร้อยละ 6. Retrieved from [http://www.tlaa.org/2012/enews\\_acti\\_de.php?activities\\_id=6&activities\\_detail\\_id=247#.WbtyL7JJa1s](http://www.tlaa.org/2012/enews_acti_de.php?activities_id=6&activities_detail_id=247#.WbtyL7JJa1s)

สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย. กรอบแนวทางปฏิบัติการกำหนดค่านิยามโรคร้ายแรง(*Guideline*).

สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย. (2560). คำสั่งนายทะเบียนที่ 81/2560 เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันชีวิตและอัตราเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). การสำรวจอนามัยและสวัสดิการ พ.ศ. 2558. Retrieved from กรุงเทพฯ:

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์. (2559). สถิติสาธารณสุข พ.ศ.2558 (โรงพิมพ์สามเจริญพาณิชย์ Ed.). กรุงเทพฯ.

### ภาษาอังกฤษ

Baione, F., & Levantesi, S. (2014). A health insurance pricing model based on prevalence rates: application to critical illness insurance. *Insurance: Mathematics and Economics*, 58, 174-184.

Bravo, J. M., & Malta, J. (2010). Estimating life expectancy in small population areas. *Proceeding of the Joint EUROSTAT/ UNECE Work Session on Demographic Projections*, 1-11.

Dash, A., & Grimshaw, D. (1993). Dread disease cover: an actuarial perspective. *J. Staple Inn Actuar. Soc*, 33, 149-193.

- Deb'on, A., Motes, F., & Sala, R. (2005). A comparison of parametric models for mortality graduation. Application to mortality data for the Valencia Rrgion (Spain). *SORT*, 29 (2), 269-288.
- Forfar, D. O., Mccutcheon, J. J., & Wilkie, A. D. (1988). On graduation by mathematical formula. *Journal of the Institute of Actuaries*, 115, 1-149.
- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 115, 513-583.
- Gyimah, S. A. (2011). *Pricing critical illness using the multiple decrement model approach*. (Master of Philosophy in Mathematics), Kwame Nkrumah University of Science and Technology.
- Haberman, S. (1983). Decrement tables and the measurement of Morbidity: I. *Journal of the Institute of Actuaries*, 110, 361-381.
- Haberman, S. (1984). Decrement tables and the measurement of morbidity: II. *Journal of the Institute of Actuaries*, 111, 73-86.
- Haberman, S., & Pitacco, E. (1999). Actuarial models for disability insurance. London: Chapman and Hall.
- Makeham, W. (1860). On the law of mortality. *Journal of the Institute of Actuaries*, 13, 325-358.







ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
1	โรคสมองเสื่อมชนิดอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease)	การได้รับการวินิจฉัยโดยอายุรแพทย์ประสาทวิทยาว่าเป็นโรคสมองเสื่อม (Alzheimer's disease) ร่วมกับมีความบกพร่องทางระบบประสาทอันเป็นสาเหตุทำให้ ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่างขึ้นไป ทั้งนี้ไม่รวมถึงโรคสมองเสื่อมที่มีผลมาจากยา แอลกอฮอล์ และสภาวะทางจิต
2	โรคโลหิตจางจากไขกระดูกไม่สร้างเม็ดโลหิต (Aplastic Anemia)	การเกิดภาวะล้มเหลวในระบบการสร้างเซลล์เม็ดเลือดทุกชนิดจากไขกระดูกอย่างถาวร (Irreversible persistent bone marrow failure) โดยได้รับการวินิจฉัยยืนยันจากผลการเจาะไขกระดูก (Bone Marrow biopsy) ทำให้คนไข้มีอาการซีด และ เม็ดเลือด ขาวต่ำ และเกล็ดเลือดต่ำ และต้องได้รับการรักษา โดยวิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้ (1) รักษาโดยการรับเลือด (Blood product transfusion) (2) ให้ยาหรือสารกระตุ้นไขกระดูก (Marrow stimulating agents) (3) ให้ยาหรือสารที่กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Immunosuppressive agents) (4) ปลูกถ่ายไขกระดูก (Bone marrow transplant)
3	โรคเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบจากเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial meningitis)	โรคเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบจากเชื้อแบคทีเรียที่ได้รับการยืนยันโดยการเจาะ น้ำไขสันหลัง (Cerebrospinal Fluid by Lumbar puncture) ทำให้มีความบกพร่องของระบบประสาทต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย.....วัน (ไม่เกิน 60 วัน ) และไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวรตั้งแต่ 1 อย่างขึ้นไป ทั้งนี้ไม่รวมถึงโรคเยื่อหุ้มสมองและไขสันหลังอักเสบที่เกิดจากภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
4	เนื้องอกในสมอง ชนิดที่ไม่ใช่มะเร็ง (Benign brain tumor)	เนื้องอกชนิดที่ไม่ใช่มะเร็งในกะโหลกศีรษะ ที่ได้รับการยืนยันโดยภาพถ่ายเอกซเรย์ สมองด้วยคอมพิวเตอร์ (CT Scan) หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) และมีอาการ ดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) เนื้องอกนั้นเป็นอันตรายถึงชีวิต (2) สร้างความเสียหายให้แก่สมอง โดยก่อให้เกิดความดันในกะโหลกศีรษะเพิ่มขึ้น และมีอาการทางระบบประสาท เช่น ชัก จอประสาทตาบวม ประสาทรับ ความรู้สึกหรือเคลื่อนไหวผิดปกติ (3) ได้รับการรักษาโดยการผ่าตัดออก หรือ ท า Gamma Knife ทั้งนี้ไม่รวมถุงชีส เนื้องอกแกรนูโลมา (Granuloma) ความผิดปกติของเส้นเลือด (Vascular malformation) ก้อนเลือดในสมอง(Hematoma) เนื้องอกที่ต่อมพิทูอิทารี หรือที่ไฮสั่นหลัง (Tumor of the Pituitary Gland or spinal cord) เนื้องอกที่ เส้นประสาท อะคูสติก (Tumor of the acoustic nerve)
5	ตาบอด (Blindness)	การสูญเสียการมองเห็นของตาทั้งสองข้าง และต้องได้รับคำยืนยันจากจักษุแพทย์ว่าเป็นการสูญเสียอย่างถาวรและไม่สามารถแก้ไขให้ดีขึ้นได้ โดยมีการมองเห็นของลานสายตาทั้งสองข้างน้อยกว่า 3/60 หรือลานสายตาแคบกว่า 10 องศา
6	โรคมะเร็งระยะลุกลาม (Invasive Cancer)	การเกิดขึ้นของเนื้องอกหรือเซลล์ที่ได้รับการตรวจยืนยันทางพยาธิวิทยาว่าเป็นมะเร็ง และมีการลุกลามลึกเกินกว่าชั้นรองรับเนื้อเยื่อชั้นผิว (Basement Membrane) หรือกระจายไปยังเนื้อเยื่อข้างเคียง หรือไปยังอวัยวะอื่นๆ ทั้งนี้ให้รวมถึงมะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งต่อมน้ำเหลือง และมะเร็งของไขกระดูก มะเร็งเนื้องอก ทั้งนี้ไม่รวมถึง (1) มะเร็งต่อมลูกหมาก (Prostate Cancer) มะเร็งต่อมไทรอยด์ (Thyroid Cancer) หรือ มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		<p>(Urinary Bladder Cancer)ระยะ T1N0M0 ตาม TNM Classification</p> <p>(2) มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด Chronic Lymphocytic Leukemia น้อยกว่า RAI ระยะที่ 3 (Stage 3)</p> <p>(3) มะเร็งในระยะเริ่มแรกที่ยังไม่ลุกลาม (Non-invasive cancer, Carcinoma in Situ)</p> <p>(4) มะเร็งผิวหนังทุกชนิด (Any Skin Cancers) ยกเว้น มะเร็ง ผิวหนังเมลาโนมา ชนิดร้ายแรง (Malignant Melanoma) ที่จัดอยู่ในระยะ ที่ 2 (Stage II) ขึ้นไป โดยอ้างอิงตามระบบการแบ่งระยะความรุนแรงของ โรคมะเร็งเมลาโนมาของ American Joint Committee on Cancer</p> <p>(5) กลุ่มเนื้องอกชนิด Borderline หรือ กลุ่มเนื้องอกที่มีโอกาสเป็นมะเร็งน้อย (Low Malignant Potential)</p> <p>(6) เนื้องอกที่ผลทางพยาธิวิทยาจัดเป็นเนื้องอกระยะก่อนเป็น มะเร็ง (Pre-Malignant) เช่น CIN I CIN II CIN III</p> <p>(7) มะเร็งในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวี</p> <p>(8) มะเร็งที่เกิดขึ้นซ้ำ หรือแพร่กระจายจากส่วนอื่น โดยที่ มะเร็งนี้เกิดขึ้นครั้งแรก ก่อนสัญญาณมีผลบังคับ หรือภายใน 90 วันหลังสัญญาณมีผลบังคับ</p>
7	โรคกล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiomyopathy)	<p>การเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiomyopathy) ซึ่งต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ครบทั้ง 2 ข้อ (1) มีการสูญเสียหน้าที่ของหัวใจห้องล่างซ้ายอย่างถาวรเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 90 วัน แม้ได้รับการรักษาอย่างเต็มที่ที่ยืนยันผลโดยการทำภาพสะท้อนหัวใจ (Echocardiogram) (2) มีความผิดปกติของหัวใจหรือความบกพร่องทางกายถึงระดับ 4 (ต่ำกว่าระดับ 4 ได้) ตาม The New York Heart Association Classification of Cardiac impairment</p>

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		ทั้งนี้ ไม่รวมถึงโรคกล้ามเนื้อหัวใจซึ่งมีสาเหตุโดยตรงจากการดื่มสุรา หรือการใช้ยาในทางที่ผิด (Drug abuse)
8	ตับวาย (Chronic Liver Disease / End-stage Liver disease / Liver failure )	หมายถึง อาการตับวายระยะสุดท้าย ซึ่งมีผลทำให้เกิดโรคตับแข็ง และมีอาการ ดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) ดีซ่านอย่างถาวร (2) ท้องมาน (Ascites) (3) เกิดพยาธิสภาพทางสมอง (Encephalopathy) หรือกลุ่มอาการไตวายอันเป็น ผลมาจากตับวาย (Hepatorenal syndrome) ทั้งนี้ ไม่รวมถึงโรคตับที่มีสาเหตุจากการดื่มสุรา (Alcoholic Cirrhosis) การใช้ยาในทางที่ผิด (Drug abuse) หรือการใช้สารเสพติด
9	โรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง / โรคปอด ระยะเวลาสุดท้าย (Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease / End-stage Lung disease)	หมายถึงโรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง หรือโรคปอดระยะสุดท้ายที่ได้รับการ ยืนยันการวินิจฉัยโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญระบบทางเดินหายใจและมีลักษณะต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) จำเป็นต้องให้ออกซิเจนตลอดไป โดยข้อบ่งชี้ของการให้ออกซิเจนคือ แรงดัน ออกซิเจนในหลอดเลือดแดงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 55 mmHg ขณะหายใจ อากาศปกติ (2) มีค่า Force Expiratory Volume 1st second (FEV 1) น้อยกว่า 1 ลิตรอย่าง ต่อเนื่อง
10	ภาวะโคม่า (Coma)	การสลบ หรือหมดความรู้สึกที่ได้รับการวินิจฉัยโดยอายุรแพทย์ หรือ ประสาท ศัลยแพทย์ (Neurosurgeon) และตรวจพบลักษณะต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) ไม่มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกอย่างน้อย 96 ชั่วโมง (2) ต้องอาศัยเครื่องช่วยชีวิตเพื่อพยุงชีพ

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		(3) ได้รับการประเมินว่าสมองถูกทำลายอย่างถาวร มีผลทำให้ไม่สามารถปฏิบัติ กิจวัตรประจำวันอย่างหนึ่งอย่างใดอย่างถาวร ภายหลังจากวันที่ สลบหรือหมดความรู้สึก ทั้งนี้ ไม่รวมถึงการสลบหรือหมดความรู้สึกที่มีสาเหตุโดยตรงจากการดื่มสุรา หรือการใช้ยาในทางที่ผิด (Drug abuse)
11	โรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่ รักษาด้วยการสวนหลอดเลือดหัวใจ (Coronary Artery Disease requiring Angioplasty)	การขยายเส้นเลือดกล้ามเนื้อหัวใจที่อุดตัน โดยวิธีการขยายหลอดเลือดหัวใจ(Angioplasty) การใส่อุปกรณ์ค้ำหลอดเลือดหัวใจ (Stent insertion) เลเซอร์ (Laser) หรือหัตถการอื่นๆ ที่ทำในหลอดเลือดแดงหัวใจ (Other intra-arterial procedure)หลอดเลือดหัวใจในที่นี้หมายถึง Left Main Artery ตีบอย่างน้อยร้อยละ 50 หรือ Left Anterior Descending, Circumflex และ Right Coronary Artery ตีบอย่างน้อยร้อยละ 60 ทั้งนี้ ไม่รวมถึงการตรวจหลอดเลือดหัวใจด้วยภาพรังสี (Diagnostic angiography)
12	การผ่าตัดเส้นเลือดเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ (Coronary Artery Bypass Surgery)	การผ่าตัดโดยการเปิดเข้าทางทรวงอก เพื่อรักษาโรคที่เกิดจากเส้นเลือดเลี้ยงกล้ามเนื้อ หัวใจตีบหรือตัน โดยการตัดต่อเส้นเลือดใหม่ ทั้งนี้ไม่รวมถึงการขยายเส้นเลือด กล้ามเนื้อหัวใจที่อุดตัน โดยวิธีการขยายหลอดเลือดหัวใจ (Angioplasty), การใส่ อุปกรณ์ค้ำหลอดเลือดหัวใจ (Stent Insertion), เลเซอร์ (Laser) หรือหัตถการอื่นๆ ที่ทำในหลอดเลือดแดงหัวใจ (Other Intra-arterial procedures)
13	กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันจากการขาดเลือด (Acute Heart Attack)	การเกิดกล้ามเนื้อหัวใจตายอย่างเฉียบพลันโดยมีลักษณะครบทั้ง 3 ข้อดังนี้ (1) มีประวัติการเจ็บหน้าอกซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของหัวใจขาดเลือด (2) มีการเพิ่มขึ้นของ Cardiac Troponin (T or I) อย่างน้อย 3 เท่าของค่าบนของ ค่าช่วงปกติ หรือ มีการเพิ่มขึ้นของ

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		CKMB อย่างน้อย 2 เท่าของค่าบนของค่าช่วงปกติ) (3) มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เกิดขึ้นใหม่ และมีลักษณะจำเพาะ สำหรับโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย เฉียบพลันครั้งแรก
14	การผ่าตัดลิ้นหัวใจโดย วิธีการเปิดหัวใจ (Open Heart Surgery for the Heart Valve)	การผ่าตัดเปิดหัวใจ (Open heart Surgery) เพื่อเปลี่ยนหรือ ซ่อมแซมลิ้นหัวใจ อันมี สาเหตุมาจากความบกพร่องในการ ทำงานของลิ้นหัวใจ แต่ไม่รวมถึงการทำบอลลูน (Balloon) การใช้สายสวน (Catheter Techniques) หรือหัตถการ ที่ทำ ผ่านหลอดเลือดแดง ( Intra-arterial procedures)
15	ไตวายเรื้อรัง (Chronic Kidney Failure)	ภาวะไตวายระยะสุดท้ายซึ่งเกิดจากไตวายเรื้อรังทั้ง 2 ข้างจน ไม่สามารถฟื้นกลับมาทำ หน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพียงพอ และเป็นผลให้ต้องทำการล้างไตเป็นประจำ หรือ ต้องทำการปลูกถ่ายไตใหม่
16	การสูญเสียการได้ยิน (Loss of Hearing)	การสูญเสียประสิทธิภาพของการฟังของหูทั้งสองข้างโดยไม่สามารถรักษาให้กลับคืนสู่ สภาพเดิมได้ ซึ่งเป็นผลมาจากโรค หรืออุบัติเหตุ การวินิจฉัยจะต้องทำโดยแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญ ทาง หู คอ จมูก และมีหลักฐานทางการแพทย์ยืนยัน โดยมี ผลการทดสอบ การได้ยิน (Audiometry) และมีค่าผลการ ตรวจรับเสียง (Sound threshold tests) ที่ 80 เดซิเบลหรือ มากกว่าในทุกความถี่ และการสูญเสียนี้ต้องคงอยู่ต่อเนื่องกัน เป็น ระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน
17	การสูญเสียการดำรงชีพ อย่างอิสระ (Loss of independent living)	การบาดเจ็บ การเจ็บป่วยหรือการเสื่อม ซึ่งทำให้ไม่สามารถ ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่างขึ้นไป ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ พิเศษ เพื่อการช่วยเหลือ หรือปรับแต่งสำหรับผู้พิการก็ตาม คำว่า ถาวรหมายถึง การ ปราศจากซึ่งโอกาสในการกลับมามี ความสามารถดั้งเดิม ด้วยความรู้ทางการแพทย์ และ เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และการสูญเสียนี้ต้องคงอยู่

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา อย่างน้อย 180 วัน
18	การทุพพลภาพถาวร สิ้นเชิง (Total and permanent disability - TPD)	<p>ผู้เอาประกันภัยเกิดทุพพลภาพทั้งหมดอย่างถาวร อันเป็นผลมาจากการเจ็บป่วยหรือ การบาดเจ็บโดยไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่างขึ้นไป และไม่สามารถทำงานหรือประกอบอาชีพใดๆ เพื่อรับค่าตอบแทนหรือกำไร ได้ การทุพพลภาพดังกล่าวต้องเป็นต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน ทั้งนี้ให้รวมถึงการสูญเสียหรือการทุพพลภาพอันเป็นผลมาจากการได้รับบาดเจ็บ หรือ การเจ็บป่วยซึ่งเป็นผลทำให้เกิดกรณีใดกรณีหนึ่งดังต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) สูญเสียสายตาทั้งสองข้าง</li> <li>(2) สูญเสียมือสองข้าง หรือเท้าสองข้าง หรือมือหนึ่งข้างและเท้าหนึ่งข้าง</li> <li>(3) สูญเสียสายตาหนึ่งข้างและสูญเสียมือหนึ่งข้าง หรือสูญเสียสายตาหนึ่งข้างและเท้า หนึ่งข้าง</li> </ol> <p>อนึ่ง บริษัทจะคุ้มครองการทุพพลภาพถาวรสิ้นเชิง อันเป็นผลจากการบาดเจ็บหรือ เจ็บป่วยซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจากวันที่สัญญาเริ่มมีผลบังคับ</p>
19	การสูญเสีย ความสามารถในการพูด (Loss of speech)	การสูญเสียความสามารถในการพูดทั้งหมดอย่างสิ้นเชิงและถาวรเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 12 เดือน อันเป็นผลจากโรคหรืออุบัติเหตุของกล่องเสียง โดยมีรายงานทางการแพทย์ บ่งชี้ถึงสาเหตุและภาวะการสูญเสียความสามารถในการพูดอย่างถาวร โดยแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน หู คอ จมูก แต่ไม่รวมถึงการผิดปกติทางจิตหรือโรคทางสมองที่มีผลต่อความสามารถในการพูด
20	แผลไหม้ฉกรรจ์ (Major burn)	การเกิดแผลไหม้ในระดับ 3 (Third degree burn) กินบริเวณของพื้นผิวทั่วร่างกาย อย่างน้อยร้อยละ 20 วัดตามมาตรฐานทางการแพทย์ โดยได้รับการวินิจฉัยโดย



ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		ศัลยกรรม และต้องเป็นอุบัติเหตุที่เกิดจากไฟไหม้ น้ำร้อน ลวก ไฟฟ้า สารเคมี และการ แผ่รังสี หมายเหตุ บริษัทประกันภัยบางบริษัทอาจกำหนดพื้นที่ผิวทั่วร่างกายที่เกิดแผลไหม้น้อย กว่าร้อยละ 20 โดยร่วมกับเงื่อนไขการจ่ายแบบผลประโยชน์จำกัดเป็นร้อยละของจำนวนเงินเอาประกันภัยก็ได้
21	การบาดเจ็บที่ศีรษะอย่าง รุนแรง (Major Head Trauma)	การบาดเจ็บที่ศีรษะอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุทำให้สมองได้รับความกระทบกระเทือนจน ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่างขึ้นไป ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน และได้รับการวินิจฉัยและประเมินโดยแพทย์
22	การผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ หรือ ปลูกถ่ายไขกระดูก (Major Organs Transplantation or Bone Marrow Transplantation)	การได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ หรือปลูกถ่ายไขกระดูกใน ฐานะผู้รับ (Recipient) ดังต่อไปนี้ (1) อวัยวะในนี้หมายถึงเฉพาะหัวใจ ปอด ตับ ไต ตับอ่อน โดยมีสาเหตุจากการที่ อวัยวะนั้นอยู่ในระยะสุดท้ายที่ไม่สามารถกลับมาทำงานได้ดั้งเดิม หรือ (2) การปลูกถ่ายไขกระดูกโดยการใช้ Haematopoietic stem cells ภายหลัง การทำ Bone Marrow Ablation ทั้งนี้ไม่รวมถึงการปลูกถ่ายสเต็มเซลล์อื่นๆ และการปลูกถ่ายอวัยวะเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง
23	โรคของเซลล์ประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor Neuron Disease)	การเกิดขึ้นของโรคเซลล์ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor Neuron Disease) ได้แก่ Spinal Muscular Atrophy, Progress Bulbar palsy, Amyotrophic Lateral Sclerosis หรือ Primary Lateral Sclerosis จนเป็นผลทำให้ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตร ประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่างขึ้นไป ซึ่งต้องได้รับการวินิจฉัยโดยอายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist)

## ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
24	โรคระบบประสาทมัลติเพิล สเคลอสโรสิส (Multiple Sclerosis)	กลุ่มอาการทางระบบประสาท ซึ่งมีลักษณะดังนี้ครบทุกข้อ (1) ได้รับการวินิจฉัยและยืนยันอย่างชัดเจนจากอายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist) ถึงการเป็นโรค Multiple Sclerosis ชนิด Definite Multiple Sclerosis ตามเกณฑ์การวินิจฉัยทางการแพทย์ (2) มีความบกพร่องทางระบบประสาทหลายส่วนของร่างกายต่อเนื่องกันเป็น ระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน นับตั้งแต่วันเริ่มมีอาการ
25	โรคกล้ามเนื้อเสื่อม (Muscular Dystrophy)	หมายถึงโรคกล้ามเนื้อเสื่อมที่มีลักษณะดังนี้ครบทุกข้อ (1) ได้รับการวินิจฉัยและยืนยันอย่างชัดเจนจากอายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist) ถึงการเป็นโรค Muscular Dystrophy ซึ่งถ่ายทอดทาง พันธุกรรม (2) ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่าง ขึ้นไป เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน
26	โรคไวรัสตับอักเสบขั้นรุนแรง (Fulminant Viral Hepatitis)	โรคตับอักเสบที่มีการทำลายของเซลล์ตับเป็นจำนวนมาก โดยมีสาเหตุจากเชื้อไวรัสตับ อักเสบซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดตับวาย โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) ขนาดของตับลดลงอย่างรวดเร็วร่วมกับการตายของตับทั้งกลีบ (2) มีผลเลือดแสดงความผิดปกติของการทำงานของตับอย่างมากและรวดเร็ว (3) มีอาการดีซ่านอย่างมาก ทั้งนี้ไม่รวมถึงตับอักเสบขั้นรุนแรงที่เกิดจากแอลกอฮอล์ สารพิษ หรือ ยา
27	โรคเส้นเลือดหัวใจตีบ (Other serious Coronary Artery Diseases)	มีการตีบของเส้นเลือดหัวใจ 3 เส้นหลัก (Right Coronary Artery, Left Anterior Descending และ Left Circumflex Artery) แต่ละเส้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 หากเป็นการตีบของ Left Main Stem ร้อยละ 60 ให้ถือเทียบเท่าว่ามีการตีบของ 2 เส้นหลัก (Left Anterior

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		Descending และ Left Circumflex Artery) ซึ่งพิสูจน์โดยการฉีดสีเส้นเลือดหัวใจ (Coronary Angiogram) ทั้งนี้ไม่รวมถึงการตรวจพบโดยวิธี Non-invasive diagnosis procedure เช่น Computer Tomography (CT) หรือ Magnetic Resonance Imaging (MRI) ของหลอดเลือดหัวใจ
28	อัมพาตของกล้ามเนื้อแขน หรือขา (Paralysis )	ภาวะที่สูญเสียการทำงานอย่างสิ้นเชิงและถาวรของกล้ามเนื้อแขนและ/หรือขา ตั้งแต่ 2 ข้างขึ้นไป เป็นเวลาอย่างน้อย 180 วัน โดยมีสาเหตุจากโรคหรือการบาดเจ็บ
29	โรคพาร์กินสัน (Parkinson's Disease)	โรคพาร์กินสันที่เกิดขึ้นโดยหาสาเหตุไม่ได้ (Idiopathic) และได้รับการวินิจฉัยโดยอายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist) และต้องมีหลักฐานสนับสนุนต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) ภาวะโรคไม่สามารถควบคุมได้ด้วยมาตรการทางยาใดๆ (2) ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองอย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่าง ขึ้นไป ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน ทั้งนี้ไม่รวมถึงโรคพาร์กินสันที่เกิดจากการใช้ยาหรือสารพิษ
30	โรคแรงดันในหลอดเลือดแดงปอดสูงแบบปฐมภูมิ (Primary Pulmonary Arterial Hypertension)	โรคแรงดันในหลอดเลือดแดงปอดสูงโดยหาสาเหตุไม่ได้ เป็นเหตุให้ผนังกล้ามเนื้อหัวใจด้านขวาขยายขนาดขึ้น โดยอายุรแพทย์โรคหัวใจ (Cardiologist) พร้อมหลักฐาน การตรวจพบโดยการสวนหัวใจ (Cardiac Catheterization) ความผิดปกตินี้เป็นผลให้มี ความผิดปกติของหัวใจหรือความบกพร่องทางกายอย่างถาวรถึงระดับ 4 ตามระดับ ความบกพร่องที่จัดแบ่งโดย New York Heart Association (NYHA) Classification of Cardiac Impairment หมายเหตุ บริษัทประกันภัยอาจพิจารณาความบกพร่องทางกายถึงระดับ 3 ก็ได้

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
31	ภาวะข้ออักเสบรูมาตอยด์ ชนิดรุนแรง (Severe Rheumatoid Arthritis)	ภาวะข้ออักเสบรูมาตอยด์ที่รุนแรง โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) เข้าได้กับเกณฑ์การวินิจฉัยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ตาม American College of Rheumatology และได้รับการวินิจฉัยโดยอายุรแพทย์โรคข้อ (Rheumatologist) (2) มีการทำลายข้อหลายข้อ และมีการผิดรูปร่างของข้ออย่างมาก จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ของข้อต่อไปนี้คือ ข้อนิ้วมือ ข้อมือ ข้อศอก ข้อเข่า ข้อสะโพก ข้อเท้า กระดูกสันหลังบริเวณคอ หรือ ข้อนิ้วเท้า ซึ่งได้รับการยืนยันจาก ลักษณะทางคลินิกและภาพถ่ายรังสี มีความผิดปกติทางกายภาพซึ่งส่งผลให้ไม่ สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเอง อย่างถาวร ตั้งแต่ 3 อย่างขึ้นไป ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 180 วัน
32	โรคหลอดเลือดสมองแตก หรืออุดตัน (Major Stroke)	การเกิดความบกพร่องทางระบบประสาทอย่างเฉียบพลัน อันมีสาเหตุมาจากโรคหลอดเลือด สมองอันเนื่องมาจากการอุดตัน (Cerebral Thrombosis) หรือการแตก (Intracerebral Haemorrhage) หรือการอุดตันโดยลิ่มเลือดจากหัวใจหรือหลอดเลือด นอกกะโหลกศีรษะ (Extracranial Embolism) โดยมีหลักฐานการตรวจพบความพิการ ทางระบบประสาทอย่างต่อเนื่องกัน (ไม่รวมถึงอาการชา) เป็นระยะเวลาอย่างน้อย...วัน (ไม่เกิน 45 วัน) นับจากวันที่วินิจฉัย การวินิจฉัยต้องยืนยันด้วยการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงใหม่ของภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan) หรือภาพคลื่นแม่เหล็ก (MRI) ทั้งนี้ไม่รวมถึงโรคเนื้อเยื่อสมองขาดเลือด (Infarction) หรือเลือดออกในกะโหลกศีรษะ อันเนื่องจากการได้รับการบาดเจ็บภายนอกและโรคสมองขาดเลือดแบบชั่วคราว (Transient Ischemic Attack หรือ Reversible Ischemic Neurological Deficit)

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
33	การผ่าตัดเส้นเลือดแดงใหญ่เอออร์ต้า (Surgery to Aorta)	การเข้ารับการผ่าตัดใหญ่แบบเปิดหน้าอกหรือช่องท้องเพื่อซ่อมแซมหรือแก้ไขหลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ต้า (Aorta) บริเวณทรวงอกและช่องท้อง โดยใช้กราฟท์ (Graft) อันเนื่องมาจากผนังหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพอง ตีบ อุดตัน หรือผนังด้านในแยกตัวออก (Aortic Dissection) ทั้งนี้หลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ต้าหมายความถึงหลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ต้าระดับอกและช่องท้องเท่านั้น ไม่รวมถึงแขนงต่างๆ ของหลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ต้า ทั้งนี้ไม่รวมถึง การผ่าตัดขนาดเล็ก (Minimally Invasive Surgery) หรือการใช้สายสวนเข้าสู่หลอดเลือดแดง (Intra Arterial Techniques)
34	ไตอักเสบลูปัส จากโรคซิส เต็มมิก ลูปัส อิริเรมาโตซุส (Lupus Nephritis from Systemic Lupus Erythematosus)	ไตอักเสบลูปัส (Lupus Nephritis) ตั้งแต่ระดับ 3 หรือมากกว่า ตามการจำแนกระดับ โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ยืนยันโดยหลักฐานการตรวจชิ้นเนื้อของไต (Renal biopsy) หรือหลักฐานการตรวจการทำงานของไต (Urine Examination, Urine Protein, BUN and Creatinine) โดยไตอักเสบลูปัสมีสาเหตุจากโรคซิสเต็มมิก ลูปัส อิริเรมาโตซุส หมายความว่า โรคซิสเต็มมิก ลูปัส อิริเรมาโตซุส ต้องได้รับการวินิจฉัยโดยอายุรแพทย์โรคข้อ (Rheumatologist) หรือวิทยาภูมิคุ้มกัน (Immunologist) หรืออายุรแพทย์โรคไต (Nephrologist) และมีข้อวินิจฉัยครบตาม American College of Rheumatology การจำแนกความรุนแรงของโรคไตอักเสบลูปัส โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ระดับ 1 Minimal change Glomerulonephritis ระดับ 2 Pure Mesangial Alterations (Mesangiopathy) ระดับ 3 Focal segmental glomerulonephritis (associated with mild or moderate mesangial

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		alterations) ระดับ 4 Diffuse glomerulonephritis (Severe mesangial, endocapillary, or mesangiocapillary proliferation, and/or extensive subendothelial deposits. Mesangial deposits are present invariably and subepithelial deposits often, and may be numerous) ระดับ 5 Diffuse Membranous glomerulonephritis ระดับ 6 Advanced Sclerosing glomerulonephritis
35	สมองอักเสบจากเชื้อไวรัส (Viral Encephalitis)	การอักเสบจากการติดเชื้อไวรัสอย่างรุนแรงของเนื้อเยื่อสมอง เป็นผลให้เกิดความพิการ ทางระบบประสาทและภาวะแทรกซ้อนอย่างรุนแรงและถาวร จนไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันอย่างหนึ่งอย่างใดได้ด้วยตนเองอย่างถาวร โดยภาวะนี้ต้องคงอยู่ ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย .....วัน (ไม่เกิน 60 วัน ) นับตั้งแต่วันที่ได้รับการ วินิจฉัยโดยอายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist)
36	ภาวะอะแพลลิก (Apallic Syndrome หรือ Vegetative State)	ภาวะที่มีการเสียหายของสมองใหญ่ (Cerebral Cortex) อย่างกว้างขวาง ทำให้สมองไม่สามารถควบคุมการทำงานของร่างกายตามปกติได้อย่างถาวร การวินิจฉัยต้องกระทำโดยอายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist) หรือประสาทศัลยแพทย์ (Neurosurgeon) ภายใต้หลักเกณฑ์ทางเวชปฏิบัติมาตรฐานปัจจุบัน ภาวะนี้ต้องคงอยู่ ต่อเนื่องกัน และได้รับการบันทึกไว้ในรายงานแพทย์เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์
37	โรคหลอดเลือดสมองโป่งพองที่ต้องรักษาโดยการผ่าตัด	การเข้ารับการผ่าตัดสมอง ด้วยวิธีการเปิดกะโหลกศีรษะ (Craniotomy) เพื่อหนีบ ซ่อมแซม หรือนำเส้นโลหิตแดงส่วนที่โป่งพอง (Aneurysm) ออก การวินิจฉัยต้องยืนยันด้วยภาพรังสีหลอดเลือดสมอง และต้องได้รับการรักษาโดย

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
	(Cerebral Aneurysm Requiring Brain Surgery)	ประสาทศัลยแพทย์ (Neurosurgeon) ทั้งนี้ไม่รวมถึง การป้องกันของหลอดเลือดสมองจากการติดเชื้อใดๆ (Infection and Micotic aneurysm) การรักษาเส้นโลหิตแดงของสมองที่โป่งพองโดยวิธีใช้สายสวนทางหลอดเลือดเพื่อทำการรักษา การรักษาด้วยการตัดกะโหลกแบบจำกัด (Craniectomy) และการเจาะรูที่กะโหลก (Burr hole)
38	โรคหลอดเลือดสมองที่ต้องได้รับการผ่าตัดลอกหลอดเลือดแดงคาโรติด (Stroke Requiring Carotid Endarterectomy Surgery)	การเข้ารับการผ่าตัดลอกเส้นเลือดแดงใหญ่บริเวณคอ (Carotid Artery) เพื่อการรักษา หรือป้องกันผู้เอาประกันภัยที่เคยได้รับการวินิจฉัยภาวะโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดมาก่อน ซึ่งต้องกระทำภายใต้ข้อบ่งชี้ทางเวชปฏิบัติมาตรฐาน ปัจจุบัน โดยประสาท ศัลยแพทย์ (Neurosurgeon) หรือ ศัลยแพทย์หลอดเลือด (Cardiovascular Thoracic Surgeon)
39	การฉีกขาดของรากประสาทต้นแขน (Multiple root avulsions of Brachial Plexus)	หมายถึง การสูญเสียการทำงานและการรับรู้ความรู้สึกของแขนแบบสมบรูณ์และถาวร อันเป็นผลจากการฉีกขาดของรากประสาทต้นแขน (Nerve root) อย่างน้อย 2 ราก ประสาทจากการได้รับอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บ การวินิจฉัยยืนยันด้วยหลักฐานการตรวจคลื่นไฟฟ้าเส้นประสาท (Electrodiagnostic Study) ที่กระทำโดยแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูหรืออายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist)
40	โรคโปลิโอ (Poliomyelitis)	การติดเชื้อไวรัสโปลิโอ โดยมีอาการที่ปรากฏอย่างชัดเจนของการสูญเสียความสามารถ ในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้ออย่างสิ้นเชิง หรือการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อควบคุมการหายใจ ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 90 วัน และการวินิจฉัยต้องกระทำโดย อายุรแพทย์ประสาทวิทยา (Neurologist)

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
41	การผ่าตัดกระดูกสันหลังคดที่ไม่ทราบสาเหตุ (Surgery for Idiopathic Scoliosis)	การเข้ารับการผ่าตัดกระดูกสันหลังคดที่ไม่ทราบสาเหตุ ตามข้อบ่งชี้ภายใต้มาตรฐานเวชปฏิบัติปัจจุบัน ทั้งนี้ไม่รวมถึง การเข้ารับการผ่าตัดกระดูกสันหลังคดที่เป็นมาตั้งแต่กำเนิด หรือเป็นผล เนื่องมาจากโรคทางระบบประสาทกระดูกและกล้ามเนื้อ (Secondary Scoliosis)
42	ภาวะตับอ่อนอักเสบที่กลับเป็นซ้ำและเรื้อรัง (Chronic Relapsing Pancreatitis)	โรคตับอ่อนอักเสบที่กลับเป็นซ้ำและเรื้อรัง เกิดจากตับอ่อนถูกทำลายมากขึ้นเรื่อยๆ และมีลักษณะดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) มีภาวะตับอ่อนอักเสบเฉียบพลันมากกว่า 1 ครั้งในช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี (2) พบมีแคลเซียมกระจายอยู่ทั่วไปในตับอ่อน (จากภาพถ่ายทางรังสี) (3) มีภาวะการทำงานของตับอ่อนบกพร่องเรื้อรังอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้มีภาวะโรคเบาหวานตามมา หรือมีการดูดซึมอาหารของลำไส้บกพร่อง (อุจจาระมีไขมันมากกว่าปกติ) ทั้งนี้ไม่รวมถึง ภาวะตับอ่อนอักเสบที่กลับเป็นซ้ำและเรื้อรังซึ่งมีสาเหตุจากการดื่มสุรา
43	โรคเท้าช้าง (Elephantiasis)	หมายถึง การติดเชื้อพยาธิเท้าช้างเรื้อรัง (Chronic Filariasis) ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ครบทุกข้อ (1) มีการบวมของแขนขา หรือร่างกายส่วนอื่นอย่างมาก และถาวรจากทางเดิน น้ำเหลืองอุดตัน (2) มีผลตรวจทางห้องปฏิบัติการว่าเกิดจากเชื้อ Microfilariae ทั้งนี้ไม่รวมถึง ทางเดินน้ำเหลืองอุดตันที่มีผลสืบเนื่องมาจากสาเหตุอื่น หรือภาวะที่เป็นมาแต่กำเนิด
44	โรคถุงน้ำในไต (Medullary Cystic Disease)	หมายถึง โรคทางพันธุกรรมของไตที่มีลักษณะต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) ตรวจพบถุงน้ำในชั้น Medulla ของเนื้อไต



ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		(2) ท่อไตฝ่อ (Tubular Atrophy) และพังผืดในเนื้อเยื่อไต (Interstitial Fibrosis) (3) มีภาวะไตวายเรื้อรัง การวินิจฉัย ต้องยืนยันด้วยหลักฐานการตรวจชิ้นเนื้อของไต (Renal biopsy)
45	โรคเนื้อเยื่อพังผืดอักเสบติดเชื้อและเป็นเนื้อตาย (Necrotising Fasciitis and Gangrene)	หมายถึง การเกิดโรคเนื้อเยื่อพังผืดอักเสบติดเชื้อและเป็นเนื้อตาย ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) มีอาการทางคลินิกที่เข้ากับเกณฑ์การวินิจฉัยของ Necrotising Fasciitis ตามมาตรฐานเวชปฏิบัติปัจจุบัน (2) เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคนี้นี้ (3) กล้ามเนื้อถูกทำลายอย่างมาก เป็นผลทำให้สูญเสียการทำงานทั้งหมด อย่างถาวรในส่วนนั้นๆของร่างกาย
46	โรคหนังแข็งชนิดลุกลาม (Progressive Scleroderma or Diffuse systemic sclerosis/scleroderma)	หมายถึง โรคของเส้นเลือดและคอลลาเจนทั่วร่างกายทำให้มีลักษณะดังต่อไปนี้ครบทุกข้อ (1) เกิดพังผืดทั่วไปในผิวหนัง เส้นเลือดและอวัยวะภายใน มีผลให้การทำงานของหัวใจ หรือปอด หรือไต หรือหลอดอาหารลดลง (2) การวินิจฉัยต้องยืนยันด้วยหลักฐานการตรวจชิ้นเนื้อทางห้องปฏิบัติการ และการตรวจทางน้ำเหลือง (Serological Test) ทั้งนี้ไม่รวมถึง - โรคหนังแข็งชนิดเฉพาะที่ (Linear Scleroderma or Morphea) และ - โรคเนื้อเยื่อพังผืดอักเสบ (Eosinophilic Fasciitis) และ - กลุ่มอาการ CREST (CREST Syndrome)
47	โรคลำไส้อักเสบเป็นแผลรุนแรง	หมายถึงโรคลำไส้อักเสบเป็นแผลรุนแรง ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป (1) ได้รับการผ่าตัดลำไส้ใหญ่ทั้งหมดออก

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
	(Severe Ulcerative Colitis or Crohn's Disease)	<p>(2) ได้รับการตัดลำไส้บางส่วนออก จากการเข้ารับการผ่าตัดต่างวาระกัน</p> <p>(3) มีการอักเสบของทางเดินน้ำดี (Ascending Sclerosing Cholangitis)</p> <p>(4) มีโรคตับอักเสบเรื้อรังที่ไม่สงบจากภูมิคุ้มกันตนเอง (Autoimmune Chronic Active Hepatitis) และตับแข็ง ทั้งนี้การวินิจฉัยต้องยืนยันด้วย หลักฐานการตรวจทางพยาธิวิทยา</p> <p>(5) เป็นโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ระยะก่อนลุกลาม (Carcinoma in Situ of Large Intestine)</p>
48	โรคมะเร็งระยะไม่ลุกลาม (Non-invasive cancer / Carcinoma in Situ)	<p>การเกิดขึ้นครั้งแรกของเนื้องอกหรือเซลล์ที่ได้รับการตรวจยืนยันทางพยาธิวิทยาว่าเป็น มะเร็ง และไม่ลุกลามเกินกว่าชั้นรองรับเนื้อเยื่อชั้นผิว (Basement Membrane) หรือไม่กระจายไปยังเนื้อเยื่อข้างเคียง หรือไปยังอวัยวะอื่น ๆ และให้รวมถึงมะเร็งหรือ เนื้องอกดังต่อไปนี้</p> <p>(1) มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งต่อมไทรอยด์ หรือมะเร็งกระเพาะปัสสาวะระยะ T1 N0 M0 ตาม TNM Classification</p> <p>(2) มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด Chronic Lymphocytic Leukemia น้อยกว่า RAI ระยะที่ 3 (Stage 3)</p> <p>(3) มะเร็งผิวหนัง Melanoma (Malignant Melanoma) ชนิดร้ายแรงที่จัดอยู่ใน ชั้นน้อยกว่าระยะที่ 2 (Stage 2) อ้างอิงตามระบบการแบ่งชั้น/ระยะความรุนแรงของโรคมะเร็ง ผิวหนัง Melanoma ของ American Joint Committee on Cancer Classification</p> <p>(4) กลุ่มเนื้องอกชนิด borderline หรือกลุ่มเนื้องอกที่โอกาสเป็นมะเร็งน้อย (Low malignant potential)</p>

ตาราง ก คำนิยามโรคร้ายแรง 50 โรค (ต่อ)

ลำดับ	โรคร้ายแรง	คำนิยาม
		<p>ทั้งนี้ไม่รวมถึง มะเร็งผิวหนังทุกชนิด (ยกเว้นมะเร็งผิวหนัง Melanoma ข้างต้น) และ</p> <p>เนื้องอกที่มีผลพยาธิจัดเป็นเนื้องอกระยะก่อนเป็นมะเร็ง (Pre-malignant lesion)</p> <p>หมายเหตุบริษัทประกันภัยบางบริษัทอาจพิจารณาให้ความคุ้มครองในข้อยกเว้นบางข้อก็ได้</p>
49	โรคหลอดเลือดสมองโป่งพองที่รักษาโดยใช้ขดลวดผ่านสายสวนทางหลอดเลือด (Cerebral Aneurysm Treatment by Endovascular Coiling)	<p>การรับการรักษาหลอดเลือดสมองโป่งพอง โดยวิธีใช้สายสวนทางหลอดเลือดและนำขดลวดใส่เข้าไปในหลอดเลือดแดงส่วนที่โป่งพอง ตามข้อบ่งชี้ที่เป็นมาตรฐานเวชปฏิบัติปัจจุบัน เพื่อให้เกิดลิ่มเลือดและพังผืดในหลอดเลือดแดงส่วนที่โป่งพองในสมอง การวินิจฉัย ต้องยืนยันด้วยภาพรังสีหลอดเลือด และต้องได้รับการรักษาโดยแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญที่มีใบอนุญาตในสาขาที่เหมาะสม</p> <p>ทั้งนี้ไม่รวมถึง การโป่งพองของหลอดเลือดสมองจากการติดเชื้อใดๆ (Infection and Micotic aneurysm)</p>
50	โรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับ การรักษาโดยวิธีใส่สายสวน เส้นเลือดแดงบริเวณคอ (Stroke Treatment by Carotid Angioplasty and Stent Placement)	<p>การใส่สายสวนเข้าทางเส้นเลือดแดง และใส่อุปกรณ์ค้ำหลอดเลือด (Stent) ในเส้นเลือด Carotid Artery เพื่อการรักษาหรือป้องกันผู้เอาประกันภัยที่เคยได้รับการวินิจฉัยภาวะ โรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดมาก่อน ซึ่งต้องกระทำภายใต้ข้อบ่งชี้ทางเวชปฏิบัติ มาตรฐานปัจจุบัน โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่มีใบอนุญาตในสาขาที่เหมาะสม</p>



ภาคผนวก ข

ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยใน และจำนวนการตายของประชากรไทย 6 โรคร้ายแรง ตามบัญชีจำแนกโรค  
ระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 จำแนกตามกลุ่มอายุและเพศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข1 จำนวนผู้ป่วยในที่ใช้หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและสวัสดิการรักษายาบาลข้าราชการ และครอบครัว 6 โรคภัยแรง ตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 เพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

กลุ่มอายุ (ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
<1	1924	1794	594	461	790
1-4	7830	6773	3754	3524	4696
5-9	4120	3974	3589	3394	4023
10-14	3503	3295	2893	2704	3575
15-19	3250	3487	2841	2969	3517
20-24	2706	3038	2587	2911	3404
25-29	3363	3210	2755	2971	3674
30-34	5385	5446	4648	4873	6161
35-39	9169	10044	9060	9888	11353
40-44	17207	18258	15800	17131	21272
45-49	30445	31358	28053	30085	35883
50-54	46166	49603	44751	48138	57899
55-59	60744	65633	58968	65222	80448
60-64	69640	75819	69684	78892	97369
65-69	72040	75692	68180	80845	98877
70-74	79413	83677	70995	78901	92563
75-79	71286	75633	66138	75140	88632
80-84	47110	51635	46008	54187	64035
85-89	20609	21784	21004	24504	31673
90-94	5880	6091	6014	6982	9066
95-99	1064	1182	1124	1319	1593
มากกว่า 100	214	246	183	209	218

ตารางที่ ข2 จำนวนผู้ป่วยในที่ใช้หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและสวัสดิการรักษายาบาลข้าราชการ และครอบครัว 6 ไร่ครึ่ง ตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 เพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

กลุ่มอายุ (ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
<1	1194	1135	400	491	604
1-4	5536	4711	2660	2435	3499
5-9	2562	2578	2446	2422	2815
10-14	2364	2433	2181	2115	2765
15-19	2795	2640	2226	2005	2460
20-24	2236	2331	2052	2328	2795
25-29	2805	2822	2659	2545	3379
30-34	5362	5326	4520	4871	6160
35-39	10925	10978	9467	9303	11707
40-44	20816	20926	18674	19248	22649
45-49	35273	35459	31511	32996	39231
50-54	45500	48213	43319	47102	55939
55-59	54573	59453	53630	58844	71958
60-64	59635	65998	61001	70216	85854
65-69	55783	60877	56570	66443	83833
70-74	59885	64208	55941	63302	75579
75-79	53124	57550	51817	60526	72844
80-84	33658	38082	34668	41786	52361
85-89	15637	17073	16670	20137	26621
90-94	4979	5434	4973	6242	7911
95-99	1006	1146	1110	1322	1679
มากกว่า100	202	211	194	215	234

ตารางที่ ข3 จำนวนการตายของประชากรไทย 6 โรคร้ายแรง ตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 เพศชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 –2558

กลุ่มอายุ (ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
<1	14	22	31	23	27
1-4	63	76	72	77	91
5-9	72	55	85	98	74
10-14	92	97	88	112	110
15-19	212	214	226	231	249
20-24	206	215	238	302	325
25-29	349	341	327	387	355
30-34	691	719	699	721	768
35-39	1315	1414	1388	1423	1500
40-44	2319	2353	2399	2513	2695
45-49	3775	3739	3936	4166	4209
50-54	5261	5428	5718	5995	6182
55-59	6106	6188	6629	7138	7546
60-64	6388	6599	7228	7714	8138
65-69	5832	6056	6583	7345	7934
70-74	5339	5702	6198	6812	7008
75-79	4523	4641	5513	6411	6522
80-84	2687	2982	3710	4386	4757
85-89	1212	1350	1740	2051	2477
90-94	359	350	531	659	715
95-99	73	69	112	132	131
มากกว่า100	20	19	15	21	18

ตาราง ข4 จำนวนการตายของประชากรไทย 6 โรคร้ายแรง ตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 เพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 –2558

กลุ่มอายุ (ปี)	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
<1	12	14	33	24	20
1-4	65	64	70	58	64
5-9	67	65	58	67	55
10-14	73	79	98	61	90
15-19	127	111	126	115	109
20-24	145	134	140	162	146
25-29	235	231	258	252	239
30-34	504	485	425	511	513
35-39	945	913	930	923	1032
40-44	1691	1707	1737	1786	1762
45-49	2621	2625	2706	2865	2903
50-54	3445	3549	3744	3892	3966
55-59	3936	4017	4254	4478	4712
60-64	4218	4394	4773	5111	5428
65-69	3850	4034	4547	5080	5502
70-74	4080	4209	4516	4867	5308
75-79	3878	3975	4532	5171	5399
80-84	2665	2861	3325	3801	4321
85-89	1400	1415	1786	2149	2500
90-94	464	524	610	720	841
95-99	109	151	161	177	193
มากกว่า100	22	30	30	35	32





ตารางที่ ค ข้อมูลจำนวนตายที่ปรับแล้วสำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	2554	2555	2556	2557	2558	2554	2555	2556	2557	2558
ต่ำกว่า 1	2965	2993	2643	2569	2397	2312	2427	2112	2046	1824
1	420	368	386	332	334	289	325	286	278	246
2	294	280	236	257	241	198	147	182	185	195
3	229	213	203	204	191	141	148	123	121	133
4	195	215	196	173	175	141	131	128	112	105
5	227	176	207	173	152	140	124	115	117	98
6	235	206	203	177	155	131	123	115	111	94
7	195	159	163	153	150	111	134	111	98	95
8	163	177	161	134	124	124	117	110	103	98
9	158	156	145	140	116	132	104	111	106	84
10	155	166	150	127	150	124	120	105	96	109
11	163	169	137	155	121	114	103	106	106	109
12	213	200	185	190	205	130	142	121	119	108
13	328	264	277	257	259	186	170	162	135	138
14	458	417	365	385	352	189	196	160	185	165
15	587	666	593	550	502	281	248	219	218	201
16	748	702	732	733	643	246	229	260	222	204
17	821	809	744	734	819	223	274	238	225	217
18	866	854	790	780	863	244	250	253	245	255
19	874	927	816	792	866	250	252	261	242	266
20	828	862	787	850	904	244	268	236	258	271
21	846	816	816	792	779	245	255	277	256	247
22	877	850	817	759	864	239	258	266	255	257
23	887	820	873	891	925	259	238	280	236	246
24	945	839	844	885	875	289	248	257	243	246
25	927	935	849	898	876	271	274	304	262	314

ตารางที่ ค ข้อมูลจำนวนตายที่ปรับแล้วสำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554-2558 (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	2554	2555	2556	2557	2558	2554	2555	2556	2557	2558
26	1043	923	930	892	892	344	311	302	282	291
27	1047	1006	999	948	909	361	371	296	313	279
28	1223	1093	1059	1066	956	406	361	339	343	280
29	1291	1219	1084	1050	1061	394	430	424	338	348
30	1400	1270	1229	1108	1123	457	443	421	412	382
31	1513	1388	1343	1350	1168	503	520	470	396	414
32	1537	1511	1418	1411	1336	571	508	492	496	448
33	1650	1573	1599	1477	1365	592	548	532	548	513
34	1762	1669	1635	1623	1530	674	584	560	587	526
35	1814	1935	1733	1718	1655	667	706	611	624	590
36	1902	1942	1926	1867	1734	704	657	682	622	629
37	2008	2038	1936	2035	2045	750	712	696	749	738
38	2117	2051	2222	2098	2248	811	803	770	744	755
39	2295	2339	2205	2282	2172	914	844	813	825	783
40	2459	2334	2459	2335	2262	979	942	891	909	855
41	2500	2594	2446	2453	2511	1001	994	955	952	880
42	2657	2497	2616	2587	2539	1077	997	1029	1064	1017
43	2692	2771	2711	2768	2862	1153	1163	1137	1132	1085
44	2591	2886	2894	2779	2919	1242	1264	1211	1217	1273
45	2975	2935	2981	3043	2987	1320	1227	1281	1283	1201
46	3168	3065	2983	3267	3170	1463	1387	1322	1398	1345
47	3165	3237	3237	3054	3334	1479	1529	1422	1469	1551
48	3253	3302	3320	3341	3196	1482	1581	1534	1546	1511
49	3460	3329	3594	3625	3584	1630	1582	1636	1724	1705
50	3522	3542	3555	3642	3796	1664	1685	1697	1755	1805
51	3737	3597	3594	3711	3943	1823	1755	1773	1702	1859

ตารางที่ ค ข้อมูลจำนวนตายที่ปรับแล้วสำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554-2558 (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	2554	2555	2556	2557	2558	2554	2555	2556	2557	2558
52	3677	3870	3749	3858	3999	1791	1856	1791	1930	1893
53	3643	3850	3946	3940	3984	1871	1956	2012	1935	2026
54	3627	3750	4046	4201	4131	1905	2013	1972	2116	2030
55	3744	3713	3864	4118	4352	1995	1982	1997	2065	2183
56	3812	3728	3736	4100	4280	2155	2104	2110	2091	2163
57	3657	3997	4003	4161	4302	2135	2276	2166	2205	2182
58	3914	3755	4078	4147	4302	2180	2171	2346	2366	2238
59	3954	4070	4053	4212	4414	2264	2469	2424	2613	2451
60	3910	4074	4035	4218	4573	2496	2499	2560	2539	2748
61	4129	4180	4229	4332	4431	2624	2504	2613	2714	2660
62	4129	4220	4355	4424	4650	2676	2822	2680	2814	2925
63	3904	4099	4364	4542	4657	2553	2829	2982	2883	3018
64	3980	3964	4353	4501	4666	2730	2712	3024	3112	3126
65	3846	4070	4205	4586	4847	2676	2761	2874	3267	3354
66	3885	3908	4242	4558	4630	2725	2724	3050	3081	3418
67	4103	3940	4068	4359	4610	2917	2827	2998	3358	3278
68	3893	4159	4126	4229	4761	2811	3121	3015	3155	3403
69	4480	4104	4313	4251	4390	3418	3081	3224	3150	3378
70	4381	4555	4130	4569	4328	3408	3576	3171	3584	3470
71	4496	4467	4733	4376	4665	3646	3461	3713	3564	3782
72	4819	4556	4719	4874	4542	4054	3683	3804	4074	3683
73	4833	4942	4728	4744	5020	4182	4264	4007	4136	4296
74	4866	4913	5037	4835	4821	4271	4428	4341	4187	4388
75	5059	4811	5242	5343	5020	4751	4449	4631	4680	4503
76	4818	5066	5035	5228	5388	4780	4950	4920	4998	4872
77	5066	4867	5110	5162	5262	5076	4676	5237	5027	5112

ตารางที่ ค ข้อมูลจำนวนตายที่ปรับแล้วสำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554-2558 (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	2554	2555	2556	2557	2558	2554	2555	2556	2557	2558
78	5061	5004	5030	5117	5296	5187	5272	4987	5366	5279
79	4917	4879	5298	4985	5263	5200	5243	5397	5335	5688
80	4447	4704	5086	5112	5047	5029	5138	5410	5586	5505
81	4590	4428	4828	4926	5207	5102	5056	5397	5747	5802
82	4277	4354	4379	4892	5090	4859	5126	5183	5608	5780
83	4214	4116	4528	4244	4716	5163	4981	5261	5290	5685
84	3539	3989	4038	4197	4366	4535	5087	5069	5215	5382
85	3465	3316	4023	3937	4113	4608	4304	5218	5040	5277
86	2875	3125	3264	3702	3804	3986	4269	4500	5119	4961
87	2423	2586	3070	2948	3649	3732	3636	4331	4339	5254
88	2467	2262	2479	2742	2865	3656	3397	3705	4163	4376
89	1917	2131	2229	2288	2595	3109	3336	3319	3576	4055
90	1735	1600	2057	1857	2018	2943	2779	3150	3108	3344
91	1436	1466	1542	1733	1701	2492	2451	2541	2989	2884
92	960	1157	1372	1317	1546	1816	2097	2366	2387	2662
93	1005	822	1037	1124	1165	1896	1451	1937	2166	2159
94	731	777	682	867	986	1521	1570	1408	1724	1859
95	625	593	637	577	745	1346	1226	1373	1204	1470
96	404	466	478	540	431	794	979	1017	1080	982
97	329	294	394	427	429	756	692	856	851	933
98	225	229	245	270	267	536	536	515	641	677
99	139	143	189	173	208	343	384	414	449	562
100	136	117	112	151	121	312	286	302	336	313
มากกว่า 100	258	245	276	280	307	715	666	717	740	798



ภาคผนวก ง

Source Code โปรแกรม RStudio สำหรับตัวแบบ Gompertz-Makeham ตัวแบบ  
Piecewise constant intensitiy และเบี่ยงแปรกันภัยสุทธิตำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน  
กำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิตและแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ง1 Source Code สำหรับประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดี ไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง โดยใช้ตัวแบบ Gompertz-Makeham สำหรับเพศชาย

```
#GM(0,1)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
n=9
sum
beta1=log(sum(y)/9)
beta1
y_hat=exp(beta1)
sse=sum((y-y_hat)^2)
sse
plot(x,y,main="GM(0,1)_nMx(14)_Male")
abline(h=y_hat, col="red")
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
#GM(0,2)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
exponential.model <- lm(log(y)~ x)
summary(exponential.model)
prediction <- exp(predict(exponential.model,list(Rate=y)))
plot(x,y,main="GM(0,2)_nMx(14)_Male")
lines(x, prediction,lwd=2, col = "red", xlab = "Age", ylab = "Rate")
sse=sum((y-prediction)^2)
```

sse

```
#GM(1,0)
```

```
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713  
7,0.00774308,0.01079694)
```

```
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
```

```
sum
```

```
n=9
```

```
alpha1=sum/9
```

```
alpha1
```

```
y_hat=alpha1
```

```
sse=sum((y-y_hat)^2)
```

```
sse
```

```
plot(x,y,main="GM(1,0)_nMx(14)_Male")
```

```
abline(h=y_hat, col="red")
```



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
#GM(1,2)
```

```
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713  
7,0.00774308,0.01079694)
```

```
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
```

```
nonlin_mod=nls(y~a+exp(b+(c*x)),start=list(a=1,b=1,c=0.1))
```

```
summary(nonlin_mod)
```

```
plot(x,y,main="GM(1,2)_nMx(14)_Male")
```

```
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
```

```
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
```

```
sse
```



```
#GM(2,0)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x,start=list(a=1,b=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(2,0)_nMx(14)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse
```

```
#GM(2,2)
#nMx_(14)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+(b*x)+exp(c+(d*x)),start=list(a=1,b=1,c=1,d=0.1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(2,2)_nMx(14)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse
```

```
#GM(3,0)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
```

```

x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2),start=list(a=1,b=1,c=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,0)_nMx(14)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

#GM(3,2)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+exp(d+(e*x)),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1,e=0.1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,2)_nMx(14)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

#GM(4,0)
y=c(0.00164170,0.00193376,0.00246670,0.00325242,0.00398382,0.00483112,0.0060713
7,0.00774308,0.01079694)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+d*(x^3),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(4,0)_nMx(14)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")

```

```
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
```

```
sse
```

ง2 Source Code สำหรับประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดี ไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ นอกเหนือจากโรคร้ายแรง โดยใช้ตัวแบบ Gompertz-Makeham สำหรับเพศหญิง

```
#GM(0,1)
```

```
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496  
7,0.00350495,0.00593821)
```

```
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
```

```
n=9
```

```
sum
```

```
beta1=log(sum(y)/9)
```

```
beta1
```

```
y_hat=exp(beta1)
```

```
sse=sum((y-y_hat)^2)
```

```
sse
```

```
plot(x,y,main="GM(0,1)_nMx(14)_Female")
```

```
abline(h=y_hat, col="red")
```

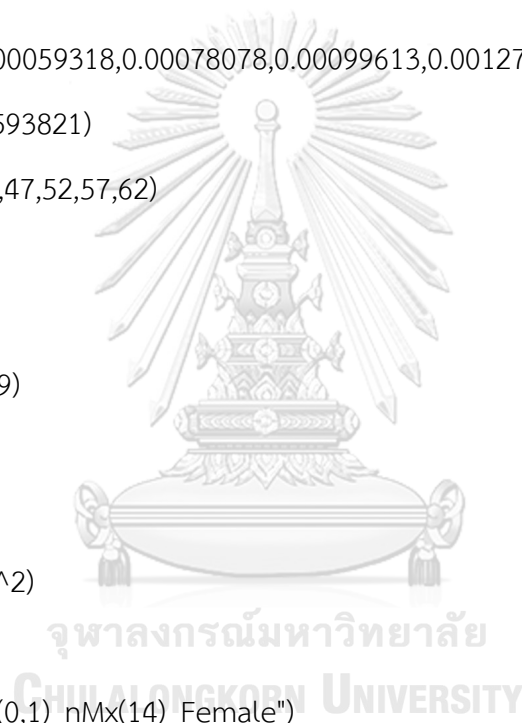
```
#GM(0,2)
```

```
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496  
7,0.00350495,0.00593821)
```

```
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
```

```
exponential.model <- lm(log(y)~ x)
```

```
summary(exponential.model)
```



```

prediction <- exp(predict(exponential.model,list(Rate=y)))
plot(x,y,main="GM(0,2)_nMx(14)_Male")
lines(x, prediction,lwd=2, col = "red", xlab = "Age", ylab = "Rate")
sse=sum((y-prediction)^2)
sse

#GM(1,0)
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
7,0.00350495,0.00593821)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
sum
n=9
alpha1=sum/9
alpha1
y_hat=alpha1
sse=sum((y-y_hat)^2)
sse
plot(x,y,main="GM(1,0)_nMx(14)_Female")
abline(h=y_hat, col="red")

#GM(1,2)
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
7,0.00350495,0.00593821)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+exp(b+(c*x)),start=list(a=1,b=1,c=0.1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(1,2)_nMx(14)_Female")

```

```
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
```

```
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
```

```
sse
```

```
#GM(2,0)_Female
```

```
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
```

```
7,0.00350495,0.00593821)
```

```
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
```

```
nonlin_mod=nls(y~a+b*x,start=list(a=1,b=1))
```

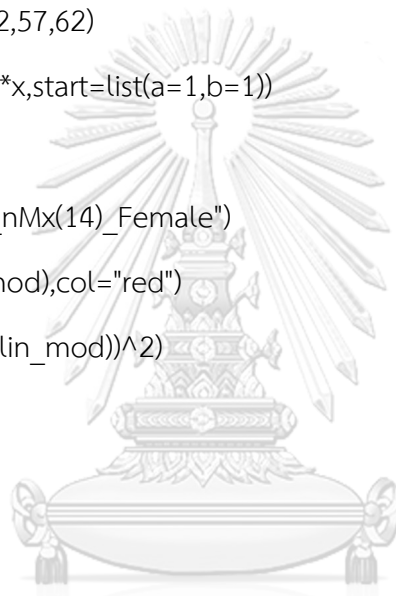
```
summary(nonlin_mod)
```

```
plot(x,y,main="GM(2,0)_nMx(14)_Female")
```

```
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
```

```
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
```

```
sse
```



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
#GM(2,2)
```

```
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
```

```
7,0.00350495,0.00593821)
```

```
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
```

```
nonlin_mod=nls(y~a+(b*x)+exp(c+(d*x)),start=list(a=1,b=1,c=1,d=0.1))
```

```
summary(nonlin_mod)
```

```
plot(x,y,main="GM(2,2)_nMx(14)_Female")
```

```
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
```

```
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
```

```
sse
```

```

#GM(3,0)
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
7,0.00350495,0.00593821)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2),start=list(a=1,b=1,c=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,0)_nMx(14)_Female")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

```

```

#GM(3,2)
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
7,0.00350495,0.00593821)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+exp(d+(e*x)),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1,e=0.1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,2)_nMx(14)_Female")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

```

```

#GM(4,0)
y=c(0.00048126,0.00059318,0.00078078,0.00099613,0.00127419,0.00169163,0.0023496
7,0.00350495,0.00593821)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)

```

```

nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+d*(x^3),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(4,0)_nMx(14)_Female")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

```

ง3 Source Code สำหรับประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง โดยใช้ตัวแบบ Gompertz-Makeham สำหรับเพศชาย

```

#GM(0,1)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.115932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
n=9
sum
beta1=log(sum(y)/9)
beta1
y_hat=exp(beta1)
sse=sum((y-y_hat)^2)
sse
plot(x,y,main="GM(0,1)_nMx(23)_Male")
abline(h=y_hat, col="red")

```

```

#GM(0,2)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.1
15932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
exponential.model <- lm(log(y)~ x)
summary(exponential.model)
prediction <- exp(predict(exponential.model,list(Rate=y)))
plot(x,y,main="GM(0,2)_nMx(23)_Male")
lines(x, prediction,lwd=2, col = "red", xlab = "Age", ylab = "Rate")
sse=sum((y-prediction)^2)
sse

#GM(1,0)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.1
15932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
sum
n=9
alpha1=sum/9
alpha1
y_hat=alpha1
sse=sum((y-y_hat)^2)
sse
plot(x,y,main="GM(1,0)_nMx(23)_Male")
abline(h=y_hat, col="red")

```



```

#GM(2,0)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.1
15932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x,start=list(a=1,b=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(2,0)_nMx(23)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

#GM(3,0)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.1
15932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2),start=list(a=1,b=1,c=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,0)_nMx(23)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

#GM(3,2)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.1
15932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+exp(d+(e*x)),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1,e=0.1))

```

```

summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,2)_nMx(23)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

#GM(4,0)
y=c(0.087805544,0.110123333,0.135707012,0.142182009,0.136938484,0.127226871,0.1
15932624,0.101527121,0.092147755)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+d*(x^3),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(4,0)_nMx(23)_Male")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

```

**ง4 Source Code สำหรับประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงไปยังสถานะเสียชีวิตเนื่องจากโรคร้ายแรง โดยใช้ตัวแบบ Gompertz-Makeham สำหรับเพศหญิง**

```

#GM(0,1)
y=c(0.061914495,0.085503167,0.092915126,0.090549828,0.084867026,0.078638161,0.0
77459773,0.071691829,0.069809515)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
n=9
sum

```

```

beta1=log(sum(y)/9)

beta1

y_hat=exp(beta1)

sse=sum((y-y_hat)^2)

sse

plot(x,y,main="GM(0,1)_nMx(23)_Female")

abline(h=y_hat, col="red")

#GM(0,2)
y=c(0.061914495,0.085503167,0.092915126,0.090549828,0.084867026,0.078638161,0.0
77459773,0.071691829,0.069809515)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
exponential.model <- lm(log(y)~ x)
summary(exponential.model)
prediction <- exp(predict(exponential.model,list(Rate=y)))
plot(x,y,main="GM(0,2)_nMx(23)_Female")
lines(x, prediction,lwd=2, col = "red", xlab = "Age", ylab = "Rate")
sse=sum((y-prediction)^2)

sse

#GM(1,0)
y=c(0.061914495,0.085503167,0.092915126,0.090549828,0.084867026,0.078638161,0.0
77459773,0.071691829,0.069809515)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)

sum

n=9

alpha1=sum/9

```

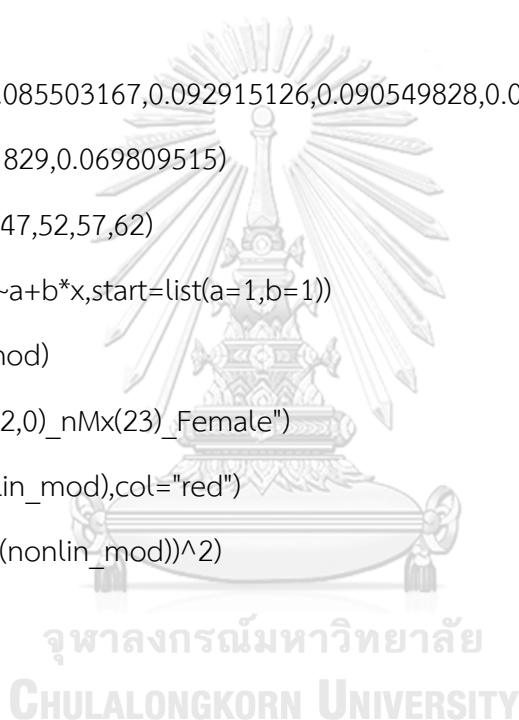
```

alpha1
y_hat=alpha1
sse=sum((y-y_hat)^2)
sse
plot(x,y,main="GM(1,0)_nMx(23)_Female")
abline(h=y_hat, col="red")

#GM(2,0)
y=c(0.061914495,0.085503167,0.092915126,0.090549828,0.084867026,0.078638161,0.0
77459773,0.071691829,0.069809515)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x,start=list(a=1,b=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(2,0)_nMx(23)_Female")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse

#GM(3,0)
y=c(0.061914495,0.085503167,0.092915126,0.090549828,0.084867026,0.078638161,0.0
77459773,0.071691829,0.069809515)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2),start=list(a=1,b=1,c=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(3,0)_nMx(23)_Female")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)

```



sse

```
#GM(4,0)
y=c(0.061914495,0.085503167,0.092915126,0.090549828,0.084867026,0.078638161,0.0
77459773,0.071691829,0.069809515)
x=c(22,27,32,37,42,47,52,57,62)
nonlin_mod=nls(y~a+b*x+c*(x^2)+d*(x^3),start=list(a=1,b=1,c=1,d=1))
summary(nonlin_mod)
plot(x,y,main="GM(4,0)_nMx(23)_Female")
lines(x,predict(nonlin_mod),col="red")
sse=sum((y-predict(nonlin_mod))^2)
sse
```

**ง5 Source Code สำหรับประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดี ไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง โดยใช้ตัวแบบ Piecewise constant function สำหรับเพศชาย**

```
#fx.male=(0.001205535,0.001319037,0.002019127,0.003721154,0.006760046,0.012385
714,0.022569423,0.038335553,0.059644996)
objective<-function(sigma){
f=0.001205535
x=20
t=5
a1=-0.282
a2=0.02726
a3=-0.0005567
a4=0.000003452
```

```
ah1=0.000903
```

```
b1=-8.407103
```

```
b2=0.060831
```

```
integrand <- function(u) {exp(-sigma*u-ah1*u-(exp(b1)/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x)))*sigma*exp(-a1*(t-u)-a2*(x+u)*(t-u)-a2*((t-u)^2)/2-
a3*((x+t)^3)/3+a3*((x+u)^3)/3-a4*((x+t)^4)/4+a4*((x+u)^4)/4-ah1*(t-u)-
(exp(b1))/b2*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*(x+u))))}
```

```
tpx.12=integrate(integrand, lower = 0, upper = 5)$value
```

```
tpx.11=exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))
```

```
f2=tpx.12/(tpx.11+tpx.12)
```

```
error=(f-f2)^2
```

```
return(error)
```

```
}
```

```
sigma_hat=nlm(f=objective,0.01)
```

```
sigma_hat
```

  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

ง6 Source Code สำหรับประมาณค่าความรุนแรงของการเปลี่ยนสถานะจากสถานะสุขภาพดี ไปยังสถานะเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรง โดยใช้ตัวแบบ Piecewise constant function สำหรับ เพศหญิง

```
#fx.female=(0.001000704,0.001200209,0.002016616,0.003877633,0.007350388,0.01289
4937,0.020132509,0.030826945,0.045304867)
```

```
objective<-function(sigma){
```

```
f=0.001000704
```

```
x=20
```

```
t=5
```

```

a1=-0.2068
a2=0.02134
a3=-0.0004869
a4=0.00000347
ah1=-0.0002496
ah2=0.00003129
b1=-14.76
b2=0.1499
integrand <- function(u) {exp(-sigma*u-ah1*u-ah2*x*u-ah2*(u^2)/2-
(exp(b1)/b2)*(exp(b2*(x+u))-exp(b2*x)))*sigma*exp(-a1*(t-u)-a2*(x+u)*(t-u)-a2*((t-
u)^2)/2-a3*((x+t)^3)/3+a3*((x+u)^3)/3-a4*((x+t)^4)/4+a4*((x+u)^4)/4-ah1*(t-u)-
ah2*(x+u)*(t-u)-ah2*((t-u)^2)/2-(exp(b1))/b2*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*(x+u))))}
tpx.12=integrate(integrand, lower = 0, upper = 5)$value
tpx.11=exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))
f2=tpx.12/(tpx.11+tpx.12)
error=(f-f2)^2
return(error)
}
sigma_hat=nlm(f=objective,0.01)
sigma_hat

```

ง7 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต สำหรับเพศชาย ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```

a1=-0.282
a2=0.02726

```

```

a3=-0.0005567
a4=0.000003452
ah1=0.000903
b1=-8.407103
b2=0.060831
#sigma=(0.000302441,0.00035206,0.000556308,0.001033874,0.001861625,0.003344469
,0.005947948,0.00987943,0.01515218)
sigma=0.000302441
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#1-year durations
Function1 <- function(t) {1000*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
Abar.DD=integrate(Function1, lower = 0, upper = 1)$value
Abar.DD
#5-year durations
Function2 <- function(t) {1000*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
Abar.DD=integrate(Function2, lower = 0, upper = 5)$value

```

ง8 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อการประกันภัยโรคภัยแรงแผน  
กำหนดผลประโยชน์ไม่ครอบคลุมการเสียชีวิต สำหรับเพศหญิง ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```

a1=-0.2068
a2=0.02134
a3=-0.0004869

```



```

a4=0.00000347
ah1=-0.0002496
ah2=0.00003129
b1=-14.76
b2=0.1499
#sigma=(0.000237324,0.000294842,0.00050299,0.00096652,0.001813409,0.003138404,
0.004846583,0.007411527,0.01105041)
sigma=0.000237324
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#1-year durations
Function1 <- function(t) {1000*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-
((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
Abar.DD=integrate(Function1, lower = 0, upper = 1)$value
Abar.DD
#5-year durations
Function1 <- function(t) {1000*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-
((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
Abar.DD=integrate(Function1, lower = 0, upper = 5)$value
Abar.DD

```

ง9 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคภัยแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 1$  สำหรับเพศชาย ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```
a1=-0.282
```

```

a2=0.02726
a3=-0.0005567
a4=0.000003452
ah1=0.000903
b1=-8.407103
b2=0.060831
#sigma=(0.000302441,0.00035206,0.000556308,0.001033874,0.001861625,0.003344469
,0.005947948,0.00987943,0.01515218)
sigma=0.000302441
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#1-year durations
Function1<-function(t) {1000*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*(sigma+(ah1+(exp(b1+b2*(x+t)))))*exp(-delta*t)}
Abar=integrate(Function1, lower = 0, upper = 1)$value
Abar
#5-year durations
Function2<-function(t) {1000*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*(sigma+(ah1+(exp(b1+b2*(x+t)))))*exp(-delta*t)}
Abar=integrate(Function2, lower = 0, upper = 5)$value
Abar

```

ง10 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 1$  สำหรับเพศหญิง ระยะเวลา คุ่มครอง 1 ปี และ 5 ปี

a1=-0.2068

a2=0.02134

a3=-0.0004869

a4=0.00000347

ah1=-0.0002496

ah2=0.00003129

b1=-14.76

b2=0.1499

#sigma=(0.000237324,0.000294842,0.00050299,0.00096652,0.001813409,0.003138404,  
0.004846583,0.007411527,0.01105041)

sigma=0.000237324

i=0.03

delta=log(1+i)

x=20

#1-year durations

Function1<-function(t) {1000\*exp(-(sigma\*t)-(ah1\*t)-(ah2\*x\*t)-(ah2\*(t^2)/2)-  
((exp(b1))/b2)\*(exp(b2\*(x+t))-exp(b2\*x)))\*(sigma+(ah1+ah2\*x+(exp(b1+b2\*(x+t))))))\*exp(-  
delta\*t)}

Abar=integrate(Function1, lower = 0, upper = 1)\$value

Abar

#5-year durations

Function2<-function(t) {1000\*exp(-(sigma\*t)-(ah1\*t)-(ah2\*x\*t)-(ah2\*(t^2)/2)-  
((exp(b1))/b2)\*(exp(b2\*(x+t))-exp(b2\*x)))\*(sigma+(ah1+ah2\*x+(exp(b1+b2\*(x+t))))))\*exp(-  
delta\*t)}

Abar=integrate(Function2, lower = 0, upper = 5)\$value

Abar

ง11 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 0.75$  สำหรับเพศชาย ระยะเวลา คู้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```
#Premium_Male
#x=c(22,27,32,37,42,47,52,57)
#coef.mu23=GM(4,0)
a1=-0.282
a2=0.02726
a3=-0.0005567
a4=0.000003452
#coef.mu14&mu24=GM(1,2)
ah1=0.000903
b1=-8.407103
b2=0.060831
#coef.12
#sigma=(0.000302441,0.00035206,0.000556308,0.001033874,0.001861625,0.003344469
,0.005947948,0.00987943,0.01515218)
sigma=0.000302441
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#lamda=c(1,0.75,0.5,0.25)
n=5
lamda=0.75
InnerFunc = function(r)
  {exp(-(sigma*t)-ah1*t-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*(1-lamda)*(exp(-
a1*r-a2*(x+t)*r-a2*(r^2)/2-a3*((x+t+r)^3/3)+a3*((x+t)^3)/3-
```

```

a4*((x+t+r)^4)/4+a4*((x+t)^4)/4-ah1*r-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t+r))-
exp(b2*(x+t))))*(ah1+exp(b1+b2*(x+t+r))+a1+a2*(x+t+r)+a3*(x+t+r)^2+a4*(x+t+r)^3)*e
xp(-delta*(t+r))}
InnerIntegral = Vectorize(function(t) { integrate(InnerFunc, 0, n-t)$value})
Inner=integrate(InnerIntegral , 0, n)$value
Inner
OutterFunc=function(u)
{exp(-(sigma*u)-ah1*u-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x)))*(ah1+exp(b1+b2*(x+u))))*exp(-delta*u)}
Outter=integrate(OutterFunc,lower=0,upper=n)$value
Outter
Abar.D=1000*(Outter+Inner)
Abar.D
Term1 <- function(t) {1000*lamda*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
Abar.DD=integrate(Term1, lower = 0, upper = n)$value
Abar.DD
Abar=Abar.D+Abar.DD
Abar

```

ง12 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 0.75$  สำหรับเพศหญิง ระยะเวลา คู้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```

#Premium_Female
#coef.mu23=GM(4,0)
a1=-0.2068

```

```

a2=0.02134
a3=-0.0004869
a4=0.00000347
#coef.mu14&mu24=GM(2,2)
ah1=-0.0002496
ah2=0.00003129
b1=-14.76
b2=0.1499
#coef.12
#sigma=(0.000237324,0.000294842,0.00050299,0.00096652,0.001813409,0.003138404,
0.004846583,0.007411527,0.01105041)
sigma=0.000237324
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#lamda=c(1,0.75,0.5,0.25)
n=5
lamda=0.25
InnerFunc = function(r)
{exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*(1-lamda)*(exp(-a1*r-a2*(x+t)*r-a2*(r^2)/2-
a3*((x+t+r)^3/3)+a3*((x+t)^3)/3-a4*((x+t+r)^4)/4+a4*((x+t)^4)/4-ah1*r-ah2*(x+t)*r-
ah2*((r^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t+r))-
exp(b2*(x+t))))*(ah1+ah2*(x+t+r)+exp(b1+b2*(x+t+r))+a1+a2*(x+t+r)+a3*(x+t+r)^2+a4*
(x+t+r)^3)*exp(-delta*(t+r))}
InnerIntegral = Vectorize(function(t) { integrate(InnerFunc, 0, n-t)$value})
Inner=integrate(InnerIntegral , 0, n)$value

```

Inner

OutterFunc=function(u)

```
{exp(-(sigma*u)-ah1*u-ah2*x*u-ah2*((u^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x)))*(ah1+ah2*(x+u)+exp(b1+b2*(x+u)))^exp(-delta*u)}
```

Outter=integrate(OutterFunc,lower=0,upper=n)\$value

Outter

Abar.D=1000\*(Outter+Inner)

Abar.D

```
Term1 <- function(t) {1000*lamda*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-
((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
```

Abar.DD=integrate(Term1, lower = 0, upper = n)\$value

Abar.DD

Abar=Abar.D+Abar.DD

Abar

ง13 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 0.5$  สำหรับเพศชาย ระยะเวลา คຸ້ມครอง 1 ปี และ 5 ปี

```
#Premium_Male
```

```
#x=c(22,27,32,37,42,47,52,57)
```

```
#coef.mu23=GM(4,0)
```

```
a1=-0.282
```

```
a2=0.02726
```

```
a3=-0.0005567
```

```
a4=0.000003452
```

```
#coef.mu14&mu24=GM(1,2)
```

```

ah1=0.000903
b1=-8.407103
b2=0.060831
#coef.12
#sigma=(0.000302441,0.00035206,0.000556308,0.001033874,0.001861625,0.003344469
,0.005947948,0.00987943,0.01515218)
sigma=0.000302441
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#lamda=c(1,0.75,0.5,0.25)
n=5
lamda=0.5
InnerFunc = function(r)
  {exp(-(sigma*t)-ah1*t-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*(1-lamda)*(exp(-
a1*r-a2*(x+t)*r-a2*(r^2)/2-a3*((x+t+r)^3/3)+a3*((x+t)^3)/3-
a4*((x+t+r)^4)/4+a4*((x+t)^4)/4-ah1*r-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t+r))-
exp(b2*(x+t))))*(ah1+exp(b1+b2*(x+t+r))+a1+a2*(x+t+r)+a3*(x+t+r)^2+a4*(x+t+r)^3)*e
xp(-delta*(t+r))}
InnerIntegral = Vectorize(function(t) { integrate(InnerFunc, 0, n-t)$value})
Inner=integrate(InnerIntegral , 0, n)$value
Inner
OutterFunc=function(u)
{exp(-(sigma*u)-ah1*u-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x)))*(ah1+exp(b1+b2*(x+u)))*exp(-delta*u)}
Outter=integrate(OutterFunc,lower=0,upper=n)$value
Outter

```



```
Abar.D=1000*(Outter+Inner)
```

```
Abar.D
```

```
Term1 <- function(t) {1000*lamda*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
```

```
Abar.DD=integrate(Term1, lower = 0, upper = n)$value
```

```
Abar.DD
```

```
Abar=Abar.D+Abar.DD
```

```
Abar
```

ง14 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 0.5$  สำหรับเพศหญิง ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```
#Premium_Female
```

```
#coef.mu23=GM(4,0)
```

```
a1=-0.2068
```

```
a2=0.02134
```

```
a3=-0.0004869
```

```
a4=0.00000347
```

```
#coef.mu14&mu24=GM(2,2)
```

```
ah1=-0.0002496
```

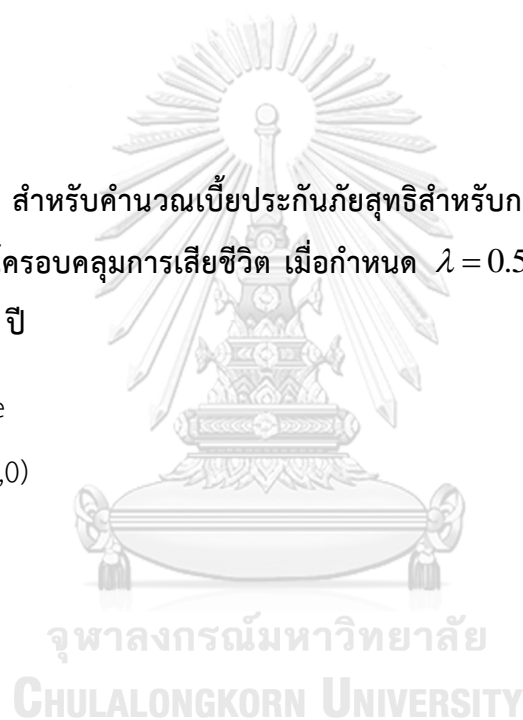
```
ah2=0.00003129
```

```
b1=-14.76
```

```
b2=0.1499
```

```
#coef.12
```

```
#sigma=(0.000237324,0.000294842,0.00050299,0.00096652,0.001813409,0.003138404,
0.004846583,0.007411527,0.01105041)
```



```

sigma=0.000237324
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#lamda=c(1,0.75,0.5,0.25)
n=5
lamda=0.25
InnerFunc = function(r)
{exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*(1-lamda)*(exp(-a1*r-a2*(x+t)*r-a2*(r^2)/2-
a3*((x+t+r)^3/3)+a3*((x+t)^3)/3-a4*((x+t+r)^4)/4+a4*((x+t)^4)/4-ah1*r-ah2*(x+t)*r-
ah2*((r^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t+r))-
exp(b2*(x+t))))*(ah1+ah2*(x+t+r)+exp(b1+b2*(x+t+r))+a1+a2*(x+t+r)+a3*(x+t+r)^2+a4*
(x+t+r)^3)*exp(-delta*(t+r))}
InnerIntegral = Vectorize(function(t) { integrate(InnerFunc, 0, n-t)$value})
Inner=integrate(InnerIntegral , 0, n)$value
Inner
OutterFunc=function(u)
{exp(-(sigma*u)-ah1*u-ah2*x*u-ah2*((u^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x)))*(ah1+ah2*(x+u)+exp(b1+b2*(x+u)))*exp(-delta*u)}
Outter=integrate(OutterFunc,lower=0,upper=n)$value
Outter
Abar.D=1000*(Outter+Inner)
Abar.D
Term1 <- function(t) {1000*lamda*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-
((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
Abar.DD=integrate(Term1, lower = 0, upper = n)$value

```

Abar.DD

Abar=Abar.D+Abar.DD

Abar

ง15 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อการประกันภัยโรคร้ายแรงแผนกำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 0.25$  สำหรับเพศชาย ระยะเวลาคุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

#Premium\_Male

#Abar x:N=integrate tpx.11\*mu(x+t).12\*v^t dt

#x=c(22,27,32,37,42,47,52,57)

#coef.mu23=GM(4,0)

a1=-0.282

a2=0.02726

a3=-0.0005567

a4=0.000003452

#coef.mu14&mu24=GM(1,2)

ah1=0.000903

b1=-8.407103

b2=0.060831

#coef.12

#sigma=(0.000302441,0.00035206,0.000556308,0.001033874,0.001861625,0.003344469,  
,0.005947948,0.00987943,0.01515218)

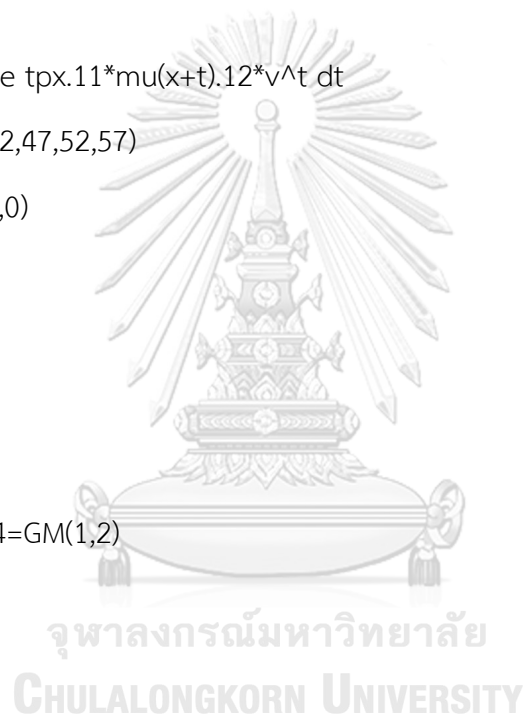
sigma=0.000302441

i=0.03

delta=log(1+i)

x=20

#lamda=c(1,0.75,0.5,0.25)



n=5

lamda=0.75

InnerFunc = function(r)

```
{exp(-sigma*t)-ah1*t-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x))*sigma*(1-lamda)*(exp(-
a1*r-a2*(x+t)*r-a2*(r^2)/2-a3*((x+t+r)^3/3)+a3*((x+t)^3)/3-
a4*((x+t+r)^4)/4+a4*((x+t)^4)/4-ah1*r-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t+r))-
exp(b2*(x+t))))*(ah1+exp(b1+b2*(x+t+r))+a1+a2*(x+t+r)+a3*(x+t+r)^2+a4*(x+t+r)^3)*e
xp(-delta*(t+r))}
```

InnerIntegral = Vectorize(function(t) { integrate(InnerFunc, 0, n-t)\$value})

Inner=integrate(InnerIntegral , 0, n)\$value

Inner

OutterFunc=function(u)

```
{exp(-sigma*u)-ah1*u-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x))*ah1+exp(b1+b2*(x+u))*exp(-delta*u)}
```

Outter=integrate(OutterFunc,lower=0,upper=n)\$value

Outter

Abar.D=1000\*(Outter+Inner)

Abar.D

```
Term1 <- function(t) {1000*lamda*exp(-sigma*t)-(ah1*t-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x))*sigma*exp(-delta*t)}
```

Abar.DD=integrate(Term1, lower = 0, upper = n)\$value

Abar.DD

Abar=Abar.D+Abar.DD

Abar

ง16 Source Code สำหรับคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิต่อการประกันภัยโรคร้ายแรงแผน  
กำหนดผลประโยชน์ครอบคลุมการเสียชีวิต เมื่อกำหนด  $\lambda = 0.25$  สำหรับเพศหญิง ระยะเวลา  
คุ้มครอง 1 ปี และ 5 ปี

```
#Premium_Female
#coef.mu23=GM(4,0)
a1=-0.2068
a2=0.02134
a3=-0.0004869
a4=0.00000347
#coef.mu14&mu24=GM(2,2)
ah1=-0.0002496
ah2=0.00003129
b1=-14.76
b2=0.1499
#coef.12
#sigma=(0.000237324,0.000294842,0.00050299,0.00096652,0.001813409,0.003138404,
0.004846583,0.007411527,0.01105041)
sigma=0.000237324
i=0.03
delta=log(1+i)
x=20
#lamda=c(1,0.75,0.5,0.25)
n=5
lamda=0.25

InnerFunc = function(r)
```

```
{exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-
exp(b2*x)))*sigma*(1-lamda)*(exp(-a1*r-a2*(x+t)*r-a2*(r^2)/2-
a3*((x+t+r)^3/3)+a3*((x+t)^3)/3-a4*((x+t+r)^4)/4+a4*((x+t)^4)/4-ah1*r-ah2*(x+t)*r-
ah2*((r^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t+r))-
exp(b2*(x+t))))*(ah1+ah2*(x+t+r)+exp(b1+b2*(x+t+r))+a1+a2*(x+t+r)+a3*(x+t+r)^2+a4*
(x+t+r)^3)*exp(-delta*(t+r))}
```

```
InnerIntegral = Vectorize(function(t) { integrate(InnerFunc, 0, n-t)$value})
```

```
Inner=integrate(InnerIntegral , 0, n)$value
```

```
Inner
```

```
OutterFunc=function(u)
```

```
{exp(-(sigma*u)-ah1*u-ah2*x*u-ah2*((u^2)/2)-((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+u))-
exp(b2*x)))*(ah1+ah2*(x+u)+exp(b1+b2*(x+u)))*exp(-delta*u)}
```

```
Outter=integrate(OutterFunc,lower=0,upper=n)$value
```

```
Outter
```

```
Abar.D=1000*(Outter+Inner)
```

```
Abar.D
```

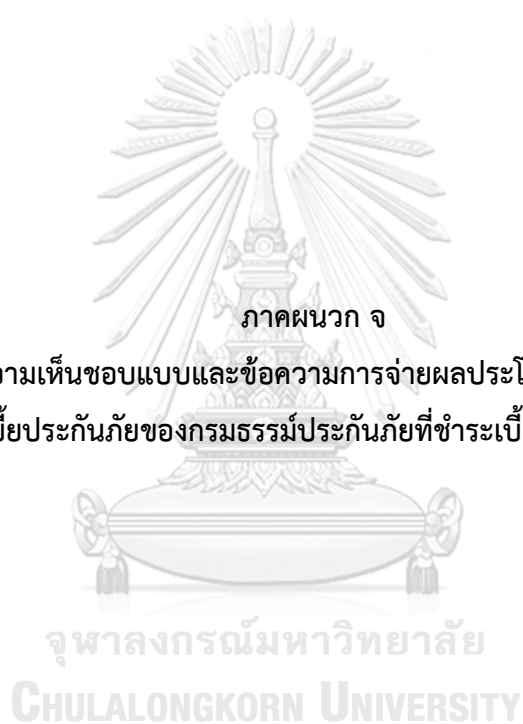
```
Term1 <- function(t) {1000*lamda*exp(-(sigma*t)-(ah1*t)-(ah2*x*t)-(ah2*(t^2)/2)-
((exp(b1))/b2)*(exp(b2*(x+t))-exp(b2*x)))*sigma*exp(-delta*t)}
```

```
Abar.DD=integrate(Term1, lower = 0, upper = n)$value
```

```
Abar.DD
```

```
Abar=Abar.D+Abar.DD
```

```
Abar
```



ภาคผนวก จ

หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย  
และอัตราเบี้ยประกันภัยของกรรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY



กปท.  
National Endowment for Democracy  
ในประเทศไทย

คำสั่งนายทะเบียน

ที่ ๔๑ /๒๕๖๐

เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์  
ตามกรรมธรรม์ประกันภัยและอัตราเบี้ยประกันภัย ของกรรมธรรม์ประกันภัย  
ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว

เพื่อปรับปรุงหลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัยและอัตราเบี้ยประกันภัยของกรรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียวให้มีความเหมาะสมกับสภาพการณ์ในปัจจุบัน อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๗ และ ๓๐ แห่งพระราชบัญญัติประกันชีวิต พ.ศ. ๒๕๓๕ นายทะเบียนจึงออกคำสั่งไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ คำสั่งนี้ เรียกว่า “คำสั่งนายทะเบียน ที่ ๔๑ /๒๕๖๐ เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัยและอัตราเบี้ยประกันภัยของกรรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว”

ข้อ ๒ คำสั่งนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศนายทะเบียน เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัยและอัตราเบี้ยประกันภัย ของกรรมธรรม์ประกันชีวิต ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว พ.ศ. ๒๕๕๔ ลงวันที่ ๑๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้อ ๔ ในคำสั่งนี้

“กรรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว” หมายถึง การประกันชีวิตแบบใดๆ ที่มีระยะเวลาเอาประกันภัยมากกว่าหนึ่งปี และชำระเบี้ยประกันภัยทั้งหมดในคราวเดียวเมื่อเริ่มทำสัญญาประกันชีวิต และมีผลให้ความคุ้มครองจนตลอดอายุสัญญา

“แบบตลอดชีพ” หมายถึง แบบประกันภัยที่คุ้มครองการอยู่รอดหรือเสียชีวิต หรือคุ้มครองการอยู่รอดหรือเสียชีวิตและความคุ้มครองอื่น ซึ่งมีระยะเวลาเอาประกันภัยตั้งแต่ครบอายุเก้าสิบปีขึ้นไป และให้รวมถึงการเพิ่มผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต หรือเพิ่มหรือลดผลประโยชน์กรณีมีชีวิตอยู่รอด ณ วันครบกำหนดสัญญา (Pure Endowment)

“แบบสะสมทรัพย์” หมายถึง แบบประกันภัยที่คุ้มครองการอยู่รอดหรือเสียชีวิต หรือคุ้มครองการอยู่รอดหรือเสียชีวิตและความคุ้มครองอื่นภายในระยะเวลาเอาประกันภัย และให้รวมถึงการเพิ่มผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต หรือเพิ่มหรือลดผลประโยชน์กรณีมีชีวิตอยู่รอด ณ วันครบกำหนดสัญญา (Pure Endowment)

“แบบชั่วระยะเวลา” หมายถึง แบบประกันภัยที่คุ้มครองการเสียชีวิต หรือคุ้มครองการอยู่รอดหรือเสียชีวิตและความคุ้มครองอื่น ภายในระยะเวลาเอาประกันภัย โดยจำนวนเงินเอาประกันภัยคงที่หรือเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเอาประกันภัย



“แบบคุ้มครองสินเชื่อ” หมายถึง แบบประกันภัยที่คุ้มครองการเสียชีวิต หรือ คุ้มครองการเสียชีวิตและทุพพลภาพถาวรสิ้นเชิง ภายในระยะเวลาเอาประกันภัย โดยจำนวนเงินเอาประกันภัยลดลงเป็นรายงวด ซึ่งอาจลดลงงวดละเท่าๆ กัน หรือลดลงตามอัตราดอกเบี้ยทบต้น

ข้อ ๕ ในกรณีที่บริษัทอื่นขอรับความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์และอัตราเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว แบบสะสมทรัพย์ แบบตลอดชีพ แบบชั่วระยะเวลา และแบบคุ้มครองสินเชื่อ หากมีองค์ประกอบและเนื้อหาของแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ และอัตราเบี้ยประกันภัยเป็นไปตามหลักเกณฑ์ท้ายคำสั่งนี้ ให้ถือว่าได้รับความเห็นชอบจากนายทะเบียนนับแต่วันที่สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัยประทับตรารับเรื่องขอรับความเห็นชอบและชำระค่าธรรมเนียมเรียบร้อยแล้ว

ข้อ ๖ กรณีที่บริษัทประสงค์จะใช้แบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์และอัตราเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียวแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ในข้อ ๕ ให้บริษัทขอรับความเห็นชอบต่อนายทะเบียน และเมื่อนายทะเบียนให้ความเห็นชอบแล้ว บริษัทจึงนำออกใช้ได้ โดยในการยื่นขอรับความเห็นชอบให้บริษัทดำเนินการตามหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

(๑) ให้ใช้อัตราตามตารางมรณะไทยปี ๒๕๖๐ ประเภทสามัญ แยกตามเพศ และให้ใช้อัตราดอกเบี้ยตามที่นายทะเบียนกำหนด ส่วนอัตราค่าใช้จ่ายให้เป็นไปตามที่นายทะเบียนพิจารณาให้ความเห็นชอบ

(๒) ในการยื่นอัตราเบี้ยประกันภัยของการประกันชีวิตทุกแบบ ให้ใช้เอกสารดังต่อไปนี้

(ก) สมุดอัตราเบี้ยประกันภัย จำนวน ๒ ชุด ตามที่กำหนดในส่วนที่ ๓ ท้ายคำสั่งนี้ โดยอนุโลม

(ข) แบบและข้อความของสรุปสาระสำคัญโดยย่อ และข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันภัย จำนวน ๓ ชุด ตามที่กำหนดในส่วนที่ ๔ ท้ายคำสั่งนี้ โดยอนุโลม

(ค) สำเนาใบเสร็จรับเงินค่าธรรมเนียมแบบและข้อความกรมธรรม์ประกันภัย และสำเนาใบเสร็จรับเงินค่าธรรมเนียมอัตราเบี้ยประกันภัย

เอกสารตาม (ก) และ (ข) ให้ลงนามรับรองโดยนักคณิตศาสตร์ประกันภัย

สั่ง ณ วันที่ ๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๐

(นายสุทธิพล ทวีชัยการ)

เลขาธิการ

คณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย

นายทะเบียน

ท้ายคำสั่งนายทะเบียน

เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย  
และอัตราเบี้ยประกันภัย ของกรรมธรรม์ประกันภัย ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว

หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย และอัตราเบี้ย  
ประกันภัยของกรรมธรรม์ประกันภัย ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว ท้ายคำสั่งนายทะเบียน ประกอบด้วย

๑. หมวดที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์  
ประกันภัย และอัตราเบี้ยประกันภัยของกรรมธรรม์ประกันภัย ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว แบบสะสมทรัพย์  
แบบตลอดชีพ และแบบชั่วระยะเวลา

- ๑) ส่วนที่ ๑ ข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย
- ๒) ส่วนที่ ๒ องค์ประกอบในการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย
- ๓) ส่วนที่ ๓ สมุดอัตราเบี้ยประกันภัย
- ๔) ส่วนที่ ๔ แบบและข้อความของสรุปสาระสำคัญโดยย่อ และข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตาม  
กรรมธรรม์ประกันภัย

๒. หมวดที่ ๒ หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย  
และอัตราเบี้ยประกันภัยของกรรมธรรม์ประกันภัย ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว แบบคุ้มครองเงินเชื่อ

- ๑) ส่วนที่ ๑ ข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย
- ๒) ส่วนที่ ๒ องค์ประกอบในการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย
- ๓) ส่วนที่ ๓ สมุดอัตราเบี้ยประกันภัย
- ๔) ส่วนที่ ๔ แบบและข้อความของสรุปสาระสำคัญโดยย่อ และข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตาม  
กรรมธรรม์ประกันภัย

๓. หมวดที่ ๓ การยื่นขอรับความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรรมธรรม์ประกันภัย  
และอัตราเบี้ยประกันภัย

## หมวดที่ ๑

หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบแบบและข้อความการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันภัย  
และอัตราเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์ประกันภัย ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว  
แบบสะสมทรัพย์ แบบตลอดชีพ และแบบชั่วระยะเวลา

## ส่วนที่ ๑

ข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันภัย

ข้อ ๑ ข้อกำหนดการจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันภัย

(๑) การกำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต ให้บริษัทจ่ายผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตเป็นจำนวนเงินเอาประกันภัย หรือเบี้ยประกันภัยที่ชำระครั้งเดียว หรือเงินค่าเวนคืนกรมธรรม์ประกันภัยแล้วแต่จำนวนใดจะมากกว่า

(๒) การกำหนดผลประโยชน์กรณีมีชีวิตอยู่รอด ณ วันครบกำหนดสัญญา (Pure Endowment) ห้ามกำหนดการจ่ายผลประโยชน์กรณีมีชีวิตอยู่รอด ณ วันครบกำหนดสัญญา (Pure Endowment) อย่างเดียวโดยไม่มีการกำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต

ทั้งนี้ เงื่อนไขการจ่ายผลประโยชน์ต้องมีความเหมาะสมและเป็นธรรมต่อผู้เอาประกันภัย รวมทั้งแบบประกันภัยต้องไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อความเสียหายด้านฐานะการเงินของบริษัท

## ส่วนที่ ๒

องค์ประกอบในการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย

ข้อ ๒ การกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัยที่ใช้สำหรับกรมธรรม์ประกันภัยของการประกันชีวิตประเภทสามัญ  
แบบสะสมทรัพย์ แบบตลอดชีพ และแบบชั่วระยะเวลา สำหรับชีวิตเดี่ยว (Single Life) ที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้ง  
เดียว มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

(๑) ให้ใช้อัตรารณณะร้อยละหนึ่งร้อยของอัตรารณณะตามตารางรณณะไทยปี ๒๕๖๐ แยกตามเพศ

(๒) ให้ใช้อัตราดอกเบี้ยไม่ต่ำกว่าร้อยละสองต่อปีในการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัย โดยมีสมมุติฐานการ  
คำนวณการจ่ายผลประโยชน์ต่างๆ เกิดขึ้น ณ วันครบรอบปีกรมธรรม์ประกันภัย

(๓) ให้ใช้อัตราค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

(ก) กรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว แบบตลอดชีพ และแบบสะสมทรัพย์ ให้ใช้อัตรา  
ค่าใช้จ่ายไม่เกินร้อยละสิบแปด ของอัตราเบี้ยประกันภัยชำระครั้งเดียว

(ข) กรมธรรม์ประกันภัยที่ชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว แบบชั่วระยะเวลา ให้ใช้อัตราค่าใช้จ่ายไม่เกิน  
ร้อยละสี่สิบ ของอัตราเบี้ยประกันภัยชำระครั้งเดียว สำหรับเพศชาย และไม่เกินร้อยละสี่สิบห้า ของอัตราเบี้ย  
ประกันภัยชำระครั้งเดียว สำหรับเพศหญิง

(๔) อัตราเบี้ยประกันภัยเพิ่มชำระครั้งเดียว สำหรับภัยต่ำกว่ามาตรฐานเนื่องจากสุขภาพ ให้ใช้ค่าใช้จ่ายไม่เกิน  
ร้อยละยี่สิบ ของอัตราเบี้ยประกันภัยเพิ่มสุทธิชำระครั้งเดียว

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวรติกร แยมสรवल เกิดเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ.2535 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในปีการศึกษา 2557 จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

