

การประมาณค่าอัตราภาระของผู้สูงอายุไทยโดยใช้วิธีการไฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ESTIMATION THAI ELDERLY MORTALITY RATES BY HORIUCHI-COALE METHOD AND
MITRA METHOD



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Insurance
Department of Statistics
FACULTY OF COMMERCE AND ACCOUNTANCY
Chulalongkorn University
Academic Year 2022
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประมาณค่าอัตราภาระของผู้สูงอายุไทยโดยใช้วิธีการโฮริอุจิกับโคล และวิธีการมิทรา
โดย	น.ส.ปาณิสรา แยมสุข
สาขาวิชา	การประกันภัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สุวภาณี สุรเสียงสังข์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.ปุณทวิกา นาคา

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณะบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการ
บัญชี

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเลิศ ภูริวัชร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รัฐิวัตติ์ ชัยวัฒน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวภาณี สุรเสียงสังข์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร.ปุณทวิกา นาคา)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิฐุรา พึ่งพาพงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ เจริญเกียรติกุล)

ปาณิสรา แยมสุข : การประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทยโดยใช้วิธีการโฮริอุจิกับโคล และวิธีการมิทรา. (ESTIMATION THAI ELDERLY MORTALITY RATES BY HORIUCHI-COALE METHOD AND MITRA METHOD) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.สุวภาณี สุรเสียงสังข์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร.ปทุมวิภา นาคา

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบบำนาญส่วนแรกเป็นการประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทยด้วย 6 ตัวแบบ คือ ตัวแบบกอมเพิทซ์ ตัวแบบคานนิสโต ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์โฮริอุจิกับโคล ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์มิทรา ตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์โฮริอุจิกับโคล ตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์มิทรา ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปีระหว่างปีพ.ศ. 2558 – 2564 จำแนกตามเพศและรายอายุ จากกระทรวงมหาดไทย และข้อมูลจำนวนการตาย ระหว่างปีพ.ศ. 2559 – 2564 จำแนกตามเพศและรายอายุ จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการมรณะที่ได้จากแต่ละตัวแบบ แต่ละวิธีการ เพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสม ด้วยค่าร้อยละสมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย หลังจากนั้นนำอัตราการมรณะที่ได้มาคำนวณเบี้ยประกันภัยของแบบประกันภัยตัวอย่างและทำการเปรียบเทียบเบี้ยประกันภัยสุทธิที่ได้และเบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณจากตารางบำนาญไทย ปี 2552

เบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบบำนาญตัวอย่างที่มีระยะเวลาการชำระเบี้ยประกันภัย 10 ปี เป็นรายปี อายุของผู้เอาประกันภัย คือ 30 ถึง 50 ปี คุ่มครองถึงอายุครบ 110 ปี และใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละสองต่อปี พบว่าเมื่อผู้เอาประกันภัยมีอายุมากขึ้น เบี้ยประกันภัยสุทธิจะมีค่ามากขึ้น เบี้ยประกันภัยของเพศชายมีค่าน้อยกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 30 – 36 ปี แต่มากกว่าในช่วงอายุ 37 – 50 ปี นอกจากนี้ เบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณจากตารางบำนาญไทย ปี 2552 มีค่ามากกว่าเบี้ยประกันภัยที่คำนวณจากตัวแบบ อีกทั้งยังพบว่าภาระของโควิด 19 ไม่ส่งผลต่ออัตราการมรณะ

สาขาวิชา การประกันภัย

ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6280406026 : MAJOR INSURANCE

KEYWORD: Elderly mortality rate; Life table; Gompertz model; Kannisto model; Horiuchi-Coale method; Mitra method

Panisara Yamsook : ESTIMATION THAI ELDERLY MORTALITY RATES BY HORIUCHI-COALE METHOD AND MITRA METHOD. Advisor: Assoc. Prof. SUWANEE SURASIENGSUNK, Ph.D. Co-advisor: POONTAVIKA NAKA, Ph.D.

The objective of this research is to calculate pension premiums. The first part is to estimate the mortality rate of the Thai elderly with six mortality models, including Gompertz model, Kannisto model, Gompertz model by Horiuchi-Coale parameter estimation method, Gompertz model by Mitra parameter estimation method, Kannisto model by Horiuchi-Coale parameter estimation method, and Kannisto model by Mitra parameter estimation method. This study employed two datasets: one from the Ministry of Interior containing the number of populations by age and sex from 2015–2021 and another from the Ministry of Public Health containing the number of deaths by age and sex from 2016–2020. The obtained mortality rates were compared to determine the most suitable model using the MAPE. After that, calculate the net premiums of the designed pension product and to compare with the net premiums computed from the 2009 Thai Pension Table.

Premiums of a pension contract with a ten-year annual premium payment period, covering individuals aged 30 to 50 and providing coverage until the age of 110 with a 2% annual interest rate. The premium increased with the age of the insured. Premiums for men were lower than for women aged 30 to 36, but higher for ages 37 to 50. The premium was lower than that using the 2009 Thai pension table, and the mortality rates were not affected by the COVID-19 outbreak.

Field of Study: Insurance

Student's Signature

Academic Year: 2022

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำจากรองศาสตราจารย์ ดร. สุวณิ สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. ปุณทวิภา นาคา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ช่วยให้คำแนะนำและช่วงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์มากที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ฐิติวดี ชัยวัฒน์ รองศาสตราจารย์ ดร. วิฐุรา พึ่งพาพงศ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. อุไรวรรณ เจริญกิริติกุล ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกระทรวงมหาดไทย และ กระทรวงสาธารณสุข ที่กรุณาให้ข้อมูลเพื่อทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และให้คำปรึกษา และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลืออยู่เสมอ

ปาณิสรา แยมสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 บริบทของปัญหา	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย	4
1.6 คำจำกัดความของงานวิจัย.....	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.8 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ	4
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 การประมาณค่าอัตราการณะของผู้สูงอายุ	6
2.2 ตารางบำนาญไทย	8
2.3 การประกันชีวิตสำหรับผู้สูงอายุ.....	14
2.4 การคำนวณเบี้ยประกันภัยสุขภาพของการประกันชีวิตแบบบำนาญ	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20

2.6 แบบประกันชีวิตตัวอย่าง	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและการประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุ	28
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและการปรับข้อมูล	29
3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	29
3.1.2 การปรับอายุที่ไม่ทราบของจำนวนการตาย	29
3.1.3 การหาจำนวนประชากรกลางปี	30
3.2 การหาอัตราการตายกลางปีและอัตราการมรณะ	32
3.3 การจัดการข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิจัย	34
3.4 การปรับค่าอัตราตายกลางปีสำหรับผู้สูงอายุด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ (Coale-Kisker method)	36
3.5 การหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์ (Gompertz model) และตัวแบบคานนิสโต (Kannisto model)	39
3.6 การหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต โดยใช้วิธีการโฮริอุจิกับโคล และวิธีการมิทรา	42
3.6.1 การหาค่าประมาณพารามิเตอร์	43
3.6.2 การเปรียบเทียบตัวแบบของอายุช่วงเปิดที่ด้วยค่า MAPE	44
3.6.3 การเลือกตัวแบบเพื่อใช้ในการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง	49
บทที่ 4 เบี้ยประกันภัยสุทธิของการประกันชีวิตแบบบำนาญตัวอย่าง	50
4.1 เบี้ยประกันภัยสุทธิของการประกันชีวิตแบบบำนาญที่เป็นตัวอย่าง	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผลการวิจัย	58
5.2 อภิปรายผล	59
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	65

ภาคผนวก ก การปรับอายุที่ไม่ทราบของจำนวนการตาย.....	66
ภาคผนวก ข การหาจำนวนประชากรกลางปี.....	78
ภาคผนวก ค การอัตราตายกลางปี และอัตรามรณะ.....	90
ภาคผนวก ง การหาจำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และค่าอัตรามรณะ.....	102
ภาคผนวก จ ค่าอัตรามรณะสำหรับผู้สูงอายุที่ปรับค่าแล้ว ด้วยวิธีโคล - กิสเกอร์.....	111
ประวัติผู้เขียน.....	114



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 อัตราภาระตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552	9
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของแบบประกันชีวิตแบบบำนาญที่มีจำหน่ายในประเทศไทย	16
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงผลประโยชน์ของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง.....	25
ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ 60 ถึง 80 ปี 29.....	29
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ ต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี.....	31
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตราภาระเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี.....	32
ตารางที่ 3.4 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และ ค่าอัตราภาระของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 ของช่วงอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี	35
ตารางที่ 3.5 อัตราภาระที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศชาย อายุ 85 - 110 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564	37
ตารางที่ 3.6 แสดงค่าอายุ u ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้สำหรับตัวแบบกอมเพิทซ์ และค่า	40
ตารางที่ 3.7 แสดงค่าอายุ u ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้สำหรับตัวแบบคานนิสโต และค่าไคร์ส แควร์ที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปดีสำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564.....	41
ตารางที่ 3.8 แสดงอัตราการเติบโตต่อปีของประชากรเพศชายและเพศหญิง สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564	43
ตารางที่ 3.9 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของวิธีการโฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา ที่อายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ของเพศชายและเพศหญิง.....	43
ตารางที่ 3.10 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์เมื่อใช้การประมาณพารามิเตอร์ ด้วยวิธีการโฮริอูจิกับโคลและวิธีการมิทรา ในอายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ของเพศ ชายและเพศหญิง สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564.....	44

ตารางที่ 3.11	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบคานนิสโตเมื่อใช้การประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีการไฮริอุจิกับโคลและวิธีการมิทรา ในอายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ของเพศชายและเพศหญิง สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564.....	44
ตารางที่ 3.12	ค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์ เพศชายอายุช่วงเปิด 85 ปี สำหรับข้อมูลช่วงปี ...	45
ตารางที่ 3.13	ค่า MAPE ของเพศชาย สำหรับข้อมูลช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564.....	47
ตารางที่ 3.14	ค่า MAPE ของเพศหญิง สำหรับข้อมูลช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564	47
ตารางที่ 3.15	ตัวแบบที่ทำการเลือกของเพศชายและเพศหญิง.....	49
ตารางที่ 4.1	อัตราการณะในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง.....	50
ตารางที่ 4.2	เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ	55
ตารางที่ 4.3	เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ คำนวณโดยใช้อัตราการณะตามตารางบำนาญไทย ปี 2552	56
ตารางที่ ก-1	แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559.....	67
ตารางที่ ก-2	แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2558 – 2563	70
ตารางที่ ก-3	แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศหญิงในปี พ.ศ. 2558 – 2563.....	74
ตารางที่ ข-1	การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559.....	79
ตารางที่ ข-2	การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 - 2564.....	82
ตารางที่ ข-3	การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศหญิงปี พ.ศ. 2559 - 2564.....	86
ตารางที่ ค-1	แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตราการณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559.....	91
ตารางที่ ค-2	แสดงค่าอัตราการณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 – 2564.....	94
ตารางที่ ค-3	แสดงค่าอัตราการณะเพศหญิงในปี พ.ศ. 2559 – 2564.....	98
ตารางที่ ง-1	จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563.....	103

ตารางที่ ง-2 ค่าอัตราภาระของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564
 ของเพศชายและหญิง 106

ตารางที่ จ-1 อัตราภาระที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศชาย อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2560 –
 2564.....112

ตารางที่ จ-2 อัตราภาระที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศหญิง อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2559 –
 2563 112

ตารางที่ จ-3 อัตราภาระที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศหญิง อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2560 –
 2564 113



สารบัญรูปภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 2.1 ตัวอย่างของผลประโยชน์และความคุ้มครองของแบบประกันชีวิตตัวอย่างของผู้เอาประกันภัยอายุ 45 ปี	26
แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	28
แผนภาพที่ 3.2 ค่าอัตราธรรมะไทยของเพศชายที่คำนวณจากข้อมูลจริงที่เป็นรายปี ตั้งแต่อายุน้อยกว่า 1 ปี ถึงอายุมากกว่า 100 ปี สำหรับปี พ.ศ. 2559-2564.....	33
แผนภาพที่ 3.3 ค่าอัตราธรรมะไทยของเพศหญิงที่คำนวณจากข้อมูลจริงที่เป็นรายปี ตั้งแต่อายุน้อยกว่า 1 ปี ถึงมากกว่า 100 ปี สำหรับปี พ.ศ. 2559-2564	33
แผนภาพที่ 3.4 ค่าอัตราธรรมะในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 ของเพศชายและหญิง	36
แผนภาพที่ 3.5 อัตราธรรมะที่ปรับค่าด้วยวิธีโคลและกิสเกอร์ ช่วงอายุ 60 - 110 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564	38
แผนภาพที่ 3.6 แสดงค่าประมาณอัตราธรรมะสำหรับเพศชายและหญิงในอายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ปีขึ้นไป ของแต่ละตัวแบบเปรียบเทียบกับข้อมูลทะเบียนราษฎร สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564	48
แผนภาพที่ 4.1 อัตราธรรมะในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง.....	53
แผนภาพที่ 4.2 เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ คำนวณโดยใช้อัตราธรรมะตามตารางบ้านานาญไทย ปี 2552 และจากตัวแบบ.....	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสังคมไทยเป็นสังคมผู้สูงอายุ โดยในวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 พบว่าประเทศไทย มีประชากรทั้งสิ้น 66.5 ล้านคน เฉพาะผู้สูงอายุมีมากถึง 11.1 ล้านคนหรือคิดเป็น 16.73% โดยในปี พ.ศ. 2564 คาดว่าจะเข้าสู่สังคมสูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) คือมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่า 20% ของประชากรทั้งประเทศ สำนักงานสถิติแห่งชาติคาดการณ์ว่า ประเทศไทยจะเข้าสู่ สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มตัวในปี พ.ศ. 2565 และในปี พ.ศ. 2573 จะมีสัดส่วนประชากรสูงวัยเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 26.9% ของประชากรทั้งประเทศ (กรมสุขภาพจิต, 2563) องค์การสหประชาชาติ คาดการณ์ว่า ช่วงปี พ.ศ. 2544 - 2643 โลกจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแต่ละประเทศจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ แตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม เช่น การพัฒนาด้านการแพทย์ ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และโภชนาการทางด้านอาหาร ฯลฯ

สำหรับการประมาณอัตราการเสียชีวิตของประชากรผู้สูงอายุนั้น มักพบปัญหาต่าง ๆ เช่น การมีข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง โดยอาจเกิดจากไม่มีเอกสารการจดทะเบียนการเกิดหรือการเสียชีวิตของผู้สูงอายุ หรือการแจ้งอายุของผู้เสียชีวิตคลาดเคลื่อน ส่งผลให้การประมาณอัตราการเสียชีวิตของประชากรผู้สูงอายุทำได้ยาก จึงมีการหาตัวแบบและการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อที่จะสามารถประมาณอัตราการเสียชีวิตของผู้สูงอายุที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคตได้ เช่น ศูนย์สถิติของ Abu Dhabi Emirate (The Statistics Centre of the Abu Dhabi Emirate, SCAD) ใช้ตัวแบบ Coale-Guo ซึ่งสามารถใช้กับอัตราการเสียชีวิตของผู้สูงอายุที่อายุ 85 ปี ขึ้นไปได้ดี

เนื่องจากสภาพสังคมและเศรษฐกิจของประเทศไทยที่จะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุจะส่งผลกระทบต่อตารางมรณะไทยที่ใช้ในการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยซึ่งใช้สถิติการรับประกันภัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 – 2551 ไม่สอดคล้องกับบริบทของสังคมไทยที่เปลี่ยนแปลงไป จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงตารางมรณะไทยให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ประชาชน โดยสำนักงานสำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย ได้รวบรวมสถิติการรับประกันชีวิตมาศึกษา วิเคราะห์เพื่อปรับปรุงตารางมรณะไทย โดยได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 จนสำเร็จในปี พ.ศ. 2560 โดยตารางมรณะล่าสุดนี้มีผลบังคับใช้สำหรับอัตราเบี้ยประกันภัยของแบบประกันชีวิตที่ยื่นขอรับความเห็นชอบตั้งแต่ 1 กันยายน พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป

การปรับการประมาณค่าอัตรามรณะจะส่งผลให้ประชาชนสามารถซื้อประกันชีวิตถูกลง เนื่องจากได้มีการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน

โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราเบี้ยประกันภัยที่คำนวณจากอัตราณระหว่างตารางมรณะไทยปี พ.ศ. 2560 กับตารางมรณะไทยปี พ.ศ. 2551 ในแต่ละแบบประกันภัยของผู้เอาประกันภัยอายุ 0 - 70 ปี โดยเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก มีผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงอัตราเบี้ยประกันภัย โดยภาพรวม กรมธรรม์ประกันชีวิตประเภทสามัญแบบตลอดชีพ มีอัตราเบี้ยประกันชีวิตลดลงประมาณ 6% แบบสะสมทรัพย์ลดลงประมาณ 1% แบบชั่วระยะเวลาลดลงประมาณ 24% และแบบคุ้มครองสินเชื่อลดลงประมาณ 35% สำหรับกรมธรรม์ประกันชีวิตประเภทอุตสาหกรรม แบบตลอดชีพลดลงประมาณ 9% แบบสะสมทรัพย์ลดลงประมาณ 2% และแบบชั่วระยะเวลาลดลงประมาณ 30% เป็นต้น อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้จะพิจารณาแบบประกันบำนาญ ดังนั้นเมื่ออัตราณมีค่าลดลง จะส่งผลให้เบี้ยประกันภัยเพิ่มขึ้น

เนื่องจากวัยสูงอายุนี้ส่วนใหญ่ไม่มีรายได้ประจำแต่จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดูตนเอง การทำประกันบำนาญจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจโดยมีข้อดีคือ มีเงินออมเพื่อตนเองไว้ใช้จ่ายหลังเกษียณ มีเงินออม เพื่อเป็นทุนให้แก่บุตรหลานในอนาคต มีเงินก่อนเวลาเสียชีวิต จะได้ไม่เป็นภาระของลูกหลาน สามารถใช้สิทธิ์นำค่าเบี้ยประกันภัยที่จ่ายไปลดหย่อนภาษีได้ตามเงื่อนไขของกรมสรรพากร โดยในส่วนของอัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยนั้น ใช้ตามประกาศจาก “ประกาศนายทะเบียน เรื่อง การคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยและ มูลค่าต่าง ๆ ตามกรมธรรม์ประกันภัย สำหรับกรมธรรม์ประกันภัยแบบบำนาญ พ.ศ. ๒๕๕๒” โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2552 เป็นต้นไป

1.2 บริบทของปัญหา

เมื่อข้อมูลสถิติของประชากรของบางประเทศมีความแม่นยำไม่เพียงพอ วิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาคือการประมาณค่าอัตราณของผู้สูงอายุเมื่อพิจารณาจากอัตราณของช่วงอายุที่น้อยกว่า โดยการใช้ตัวแบบกอมเพิทซ์ (Gompertz model) หรือ ตัวแบบคานนิสโต (Kannisto model) แต่ในการทดสอบเชิงประจักษ์ (empirical test) โดยในปี ค.ศ 2018 Ediev แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้ไม่ใช่การปรับปรุงตารางมรณะที่ดีนัก เนื่องจากในช่วงสูงอายุ อายุคาดเฉลี่ย (life expectancy) ที่ประมาณได้มีความต่างจากค่าจริงค่อนข้างมาก ซึ่งหากทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบทั้งสองด้วยวิธีการโฮริอูจิบโคล (Horiuchi-Coale method) และวิธีการมิทรา (Mitra method) สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้

งานวิจัยนี้จึงจะใช้วิธีการโฮริอูจิบโคล และวิธีการมิทรา มาประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต ในการประมาณค่าอัตราณของผู้สูงอายุไทย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทย โดยใช้วิธีการโฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา มาประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์ หรือตัวแบบคานนิสโต
- 2) เพื่อออกแบบแผนประกันชีวิตตัวอย่างและคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับผู้สูงอายุไทยโดยใช้อัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทยที่ประมาณได้ในข้อ 1)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้จะทำการประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทยด้วยวิธีการโฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา จากนั้นนำมาใช้ในการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสุทธิสำหรับผู้สูงอายุที่ออกแบบมาเป็นตัวอย่าง ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

ตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552 (จากสำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย)

จำนวนประชากรจากการทะเบียนราษฎรรายอายุรายปีแยกเพศ ณ วันที่ 31 ธันวาคม ของปี พ.ศ. 2558 – 2564 จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย โดยจำแนกตามรายอายุ คือ ตั้งแต่อย่างน้อยกว่า 1 ปี ถึงอายุ 110 ปี

จำนวนการเสียชีวิตของประชากรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 – 2564 จากข้อมูลสถิติสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข โดยข้อมูลการเสียชีวิตในแต่ละปีแบ่งตามเพศ และอายุรายปี (ข้อมูลการเสียชีวิตดังกล่าวกระทรวงสาธารณสุขได้รวบรวมข้อมูลจากฐานจากการทะเบียนราษฎรที่วิเคราะห์และประมวลผลตามวัน เดือน ปี ที่มีการเสียชีวิตจริง) ส่วนการจัดการข้อมูลการเสียชีวิตก่อนนำไปใช้ดำเนินการดังนี้

กรณีข้อมูลที่ไม่ทราบอายุของจำนวนการเสียชีวิต

เนื่องจากข้อมูลในแต่ละปีนั้นจะมีข้อมูลที่ไม่ทราบอายุ ต้องทำการปรับโดยการกระจายข้อมูลที่ไม่ทราบอายุนี้อายุต่าง ๆ ด้วยการถ่วงน้ำหนักตามจำนวนการเสียชีวิตในอายุนั้น ๆ โดยคำนวณน้ำหนักได้จาก

$$\text{น้ำหนักแต่ละกลุ่มอายุ} = \frac{\text{จำนวนการเสียชีวิตในกลุ่มอายุนั้น}}{\text{จำนวนการเสียชีวิตรวมทุกกลุ่มอายุ}}$$

และคำนวณจำนวนการเสียชีวิตและจำประชากรแต่ละอายุที่ปรับใหม่จากการถ่วงน้ำหนักแต่ละอายุ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{จำนวนการเสียชีวิตที่ปรับใหม่} \\ &= \text{จำนวนการเสียชีวิตเดิม} + \\ & \quad (\text{น้ำหนัก} \times \text{จำนวนการเสียชีวิตที่ไม่ทราบอายุ}) \end{aligned}$$

โดยที่จำนวนคนเสียชีวิตที่ปรับใหม่จะเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจากการคำนวณข้างต้น ถ้าคำนวณได้เป็นเป็นจุดทศนิยมมากกว่าเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม และถ้าน้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลง เป็นจำนวนเต็ม

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

ข้อมูลที่น่าสนใจ คือ ข้อมูลจำนวนประชากรระหว่างปี พ.ศ. 2558 – 2564 จากกระทรวงมหาดไทยและ ข้อมูลจำนวนการเสียชีวิต ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2564 จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข

ในการศึกษาจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเสียชีวิต ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2563 เปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนการเสียชีวิต ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2564 เพื่อพิจารณาว่าเนื่องจากเหตุการณ์ของโรคระบาดโควิด 19 ในช่วงปี พ.ศ. 2564 ทำให้อัตราการเสียชีวิตมีค่ามากผิดปกติหรือไม่

1.6 คำจำกัดความของงานวิจัย

ผู้สูงอายุ คือ ประชากรไทยที่อายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป
 อายุช่วงเปิด a คือ อายุตั้งแต่ a ปี ถึง 110 ปี
 อายุคาดเฉลี่ย (life expectancy, e_x) คือ จำนวนปีที่มีชีวิตเหลืออยู่โดยเฉลี่ยของบุคคลเมื่ออายุ x ปี

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ค่าประมาณอัตราการเสียชีวิตของผู้สูงอายุไทยที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน ก่อให้เกิดรากายดิธรรม บริษัทประกันภัยสามารถขายได้โดยไม่ขาดทุน และคุ้มค่างับผู้ซื้อประกันชีวิต

1.8 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ

การดำเนินการวิจัยทำตามขั้นตอนโดยย่อดังนี้

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประมาณค่าอัตราการเสียชีวิตโดยใช้การประมาณโหรูจิกกับโคลและวิธีการมิตรา และตัวแบบกอมเพิทซ์ และคานนิสโต
2. รวบรวมข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนประชากรที่เสียชีวิตแยกเพศและอายุรายปี เพื่อใช้ในการประมาณค่าอัตราการเสียชีวิตของผู้สูงอายุไทย โดยแยกเป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2559 - 2563 (ชุด ก) และระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2564 (ชุด ข)
3. ประมาณค่าอัตราการเสียชีวิตของข้อมูลชุด ก และชุด ข ด้วยตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต

- 1) หาค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีการไฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา
- 2) นำค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ ไปใช้ในการประมาณค่าอัตราส่วนของตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต
4. เปรียบเทียบอัตราณณะที่ประมาณได้จากตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต กับอัตราณณะที่ได้จากข้อมูลจริงเพื่อหา ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) โดยตัวแบบที่มีค่า MAPE น้อยที่สุดจะนำไปใช้ในการออกแบบประกันชีวิตสำหรับผู้สูงอายุไทยที่เป็นตัวอย่าง
5. เปรียบเทียบอัตราณณะที่ประมาณได้จากข้อมูลชุด ก และชุด ข เพื่อพิจารณาผลกระทบของเหตุการณ์ของโรคระบาดของโควิด 19
6. นำค่าอัตราณณะที่ประมาณได้ไปสร้างตารางมรณะเพื่อใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง
7. ใช้ตารางบำนาญไทยปี พ.ศ. 2552 ในการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสุทธิของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง
8. เปรียบเทียบเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้จากข้อ 6. และ 7. และเปรียบเทียบอัตราณณะที่เปลี่ยนแปลงจากโรคระบาดของโควิด 19
9. วิเคราะห์และสรุปผลเขียนรายงานผลการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุ

ในปีค.ศ. 1825 Benjamin Gompertz ได้เสนอกฎอัตราการมรณะ (Law of mortality) หรือ กฎของกอมเพิทซ์ (Gompertz law) เพื่ออธิบายลักษณะอัตราการมรณะของวัยผู้ใหญ่ซึ่งศึกษาจาก ประชากรอังกฤษ สวีเดน และฝรั่งเศสที่มีช่วงอายุระหว่าง 20 ถึง 60 ปี โดยพบว่าอัตราการมรณะมี ลักษณะเพิ่มขึ้นแบบเรขาคณิต (geometric progression) เช่น การเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential rise) กับอายุ แต่ว่าตัวแบบนี้ใช้ได้ไม่ดีกับช่วงอายุที่มากกว่า 85 ปีขึ้นไป ซึ่งค่าสังเกตที่ ได้จะมีค่าต่ำกว่าค่าจากกฎของกอมเพิทซ์ (Gompertz law) โดยในปี ค.ศ. 1992 Väinö Kannisto นักประชากรศาสตร์ได้สังเกตพบว่าอัตราการมรณะผู้สูงอายุนั้นมีรูปแบบใกล้เคียงกับตัวแบบโลจิสติก (Logistic model) และได้ทำการเสนอตัวแบบที่ประกอบด้วย 2 พารามิเตอร์ คือ ตัวแบบ Kannisto ซึ่งตัวแบบทำการปรับมาจากตัวแบบของ Bread โดยที่ตัวแบบของ Bread จะมีค่าอัตราการมรณะในช่วง อายุมาก ๆ มีอัตราเพิ่มขึ้นที่น้อยลง ซึ่งสาเหตุอาจมาจากกลุ่มประชากรที่ประกอบไปด้วยกลุ่มย่อย ๆ โดยแต่ละกลุ่มจะแตกต่างกันไปเนื่องจากกระบวนการคัดเลือก (Beard, 1963) โดยตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต ที่ได้กล่าวมาเป็นดังนี้

เมื่อ a เป็นอายุเริ่มต้นของอายุในช่วงเปิด (open age interval)

1) ตัวแบบกอมเพิทซ์

ตัวแบบกอมเพิทซ์นั้นจะแสดงว่าอัตราการมรณะจะเพิ่มขึ้นในลักษณะของ geometric progression ตามอายุที่เพิ่มขึ้น หลังจากอายุ 80 ปี จะมีอัตราสูงวัยที่ลดลงกว่าตัวแบบ หรือก็คือมีอัตราการเสียชีวิตที่น้อยกว่าตัวแบบ ตัวแบบกอมเพิทซ์มีสูตร คือ

$$M_x = Ce^{b(x-a+1)} \quad (1)$$

โดย $C = M_{a-1}$ เมื่อ M_{a-1} คือ อัตราการมรณะที่อายุน้อยกว่าอายุเริ่มต้นของอายุในช่วงเปิด a อยู่ 1 ปี

b คือพารามิเตอร์ในตัวแบบ

M_x คืออัตราการมรณะที่อายุ x ปี

2) ตัวแบบคานนิสโต

ตัวแบบนี้พัฒนามาโดยคำนึงถึงปัญหาอัตราการเสียชีวิตของผู้สูงอายุ เหมาะกับอัตราการเสียชีวิตในกรณีที่อัตราการเสียชีวิตลดลง ตัวแบบคานนิสโต มีสูตรดังสมการ

$$M_x = \frac{Ce^{b(x-a+1)}}{1 + Ce^{b(x-a+1)}} \quad (2)$$

โดย $C = \frac{M_{a-1}}{1-M_{a-1}}$

b คือพารามิเตอร์ในตัวแบบ

M_x คืออัตราการระยะที่อายุ x ปี

3) การประมาณค่าอัตราการระยะของตัวแบบกอมเพิทซ์ (Gompertz model) และตัวแบบคานนิสโต (Kannisto model) จากการประมาณพารามิเตอร์ ด้วยวิธีการโฮริอุจิกับโคล (Horiuchi - Coale method) และ วิธีการมิทรา (Mitra method)

ในปี ค.ศ. 1982 Horiuchi และ Coale ได้เสนอวิธีการประมาณอายุคาดเฉลี่ย (e_a) ของผู้สูงอายุด้วยวิธีการประมาณค่าโฮริอุจิกับโคล เมื่อได้นำวิธีการนี้มาใช้ในการประมาณอายุคาดเฉลี่ยของคนอายุ 65 ปี โดยพิจารณาข้อมูลของประชากร 2 กลุ่มประเทศ โดยกลุ่ม 1 ได้แก่ประเทศเบลเยียม แคนาดา ฝรั่งเศส อิตาลี ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ สวิตเซอร์แลนด์ และสหราชอาณาจักร โดยมีอายุคาดเฉลี่ยที่ค่อนข้างแม่นยำ และกลุ่ม 2 ได้แก่ประเทศเอลซัลวาดอร์ เม็กซิโก เพอร์โตริโก และมาเลเซียตะวันตก เป็นประชากรกลุ่มที่มีอายุคาดเฉลี่ยค่อนข้างสูงมากกว่าปกติ ผลคืออายุคาดเฉลี่ยของกลุ่ม 1 มีค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกตโดยค่าที่ได้จากวิธีโฮริอุจิกับโคล สูงกว่าค่าสังเกตเล็กน้อย แต่อายุคาดเฉลี่ยของกลุ่ม 2 มีค่าต่ำกว่าค่าสังเกตมาก นั่นหมายถึงวิธีการปรับค่านี้สามารถใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับข้อมูลอายุที่มีอายุคาดเฉลี่ยที่สูงกว่าปกติได้ โดยมีสมการเป็นดังนี้ (Dalkhat M. Ediev, 2018)

1) วิธีการโฮริอุจิกับโคล

$$e_a^{HC} = M_{a+}^{-1} e^{-\beta_a r M_{a+}^{\alpha_a}} \quad (3)$$

เมื่อ r คืออัตราการเติบโตต่อปี (annual growth rate) ของอายุในช่วงเปิด (open age interval)

α_a และ β_a คือพารามิเตอร์ของวิธีการโฮริอุจิกับโคล

M_{a+} คืออัตราการมรณะของคนที่มีอายุตั้งแต่ a ปีขึ้นไป
 e_a^{HC} คืออายุคาดเฉลี่ยของคนที่มีอายุ a ปีขึ้นไป

ต่อมาในปี ค.ศ. 1984 Mitra ได้ตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับ e_a และ M_{a+} ของวิธีการไฮริอูจิกับโคล จึงได้ทำการปรับปรุงวิธีการประมาณค่าของไฮริอูจิกับโคล ซึ่งได้นำวิธีการประมาณค่านี้มาใช้ในกลุ่มประชากรเดียวกันกับที่ Horuichi และ Coale ใช้ โดยผลคือ กลุ่มที่ 1 ค่าที่ได้จากวิธีมิทรา สูงกว่าค่าสังเกตเล็กน้อย แต่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีไฮริอูจิกับโคล แต่สำหรับกลุ่มที่ 2 ค่าที่สูงกว่าทั้งค่าสังเกตและค่าที่ได้จากวิธีไฮริอูจิกับโคล นั้นหมายความว่าวิธีการประมาณค่าของ Mitra มีประสิทธิภาพในการจัดการแก้ปัญหาสำหรับข้อมูลอายุที่มีค่าคาดหวังของอายุที่สูงกว่าปกติได้เช่นกัน โดยมีสมการเป็นดังนี้ (Dalkhat M. Ediev, 2018)

2) วิธีการมิทรา

$$e_a^M = M_{a+}^{-1} e^{-r[M_{a+}^{-1} - (1+rM_{a+}^{-1})(x-a)]} \quad (4)$$

เมื่อ r คืออัตราการเติบโตต่อปี (annual growth rate) ของอายุในช่วงเปิด (open age interval)

M_{a+} คืออัตราการมรณะของคนที่อายุ a ขึ้นไป

\bar{x} เป็นค่าเฉลี่ยอายุของประชากรในช่วงอายุเปิด ซึ่ง

$$\bar{x} = C + k_1 M_{a+}^{-1} + k_2 r M_{a+}^{-1} \quad (5)$$

โดยที่ C, k_1, k_2 เป็นพารามิเตอร์ของวิธีการ Mitra

$$\text{และ } M_{a+} = \frac{\sum_{x=a}^{\omega} M_x P_x}{\sum_{x=a}^{\omega} P_x}$$

เมื่อ M_x คืออัตราการเสียชีวิตของประชากรอายุ x ปี

P_x คือจำนวนประชากรที่อายุ x ปี

ω คืออายุสูงสุด

และอัตราการเติบโตต่อปีของประชากรในช่วงอายุ a ปีขึ้นไป (annual growth rate, r) หาได้จาก

$$\text{Annual growth rate (r)} = \frac{\text{จำนวนของประชากรที่เพิ่มขึ้นใน 1 ปี}}{\text{จำนวนประชากรในปีนั้น ๆ}} \times 100$$

2.2 ตารางบำนาญไทย

ตามประกาศนายทะเบียนจากคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัยบริษัทประกันชีวิตใช้้อัตรามรณะตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552 (สำนักงานคณะกรรมการ

กำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย, 2560) ในการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยและมูลค่าต่าง ๆ สำหรับกรมธรรม์ประกันภัยแบบบำนาญ ตามอัตราต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 อัตราภาระตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552

ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศชาย					ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศหญิง				
อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$	อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$
0	1,000,000	3,839	74.869	3.8393	0	1,000,000	2,607	80.174	2.6068
1	996,161	2,354	74.156	2.3631	1	997,393	1,299	79.382	1.3022
2	993,807	1,604	73.330	1.6140	2	996,094	971	78.485	0.9748
3	992,203	1,094	72.448	1.1023	3	995,123	761	77.561	0.7649
4	991,109	819	71.527	0.8264	4	994,362	617	76.620	0.6209
5	990,290	654	70.586	0.6607	5	993,745	514	75.667	0.5174
6	989,636	559	69.632	0.5653	6	993,231	438	74.706	0.4405
7	989,076	487	68.671	0.4928	7	992,793	380	73.739	0.3830
8	988,589	436	67.705	0.4407	8	992,413	343	72.767	0.3453
9	988,153	396	66.735	0.4006	9	992,070	320	71.792	0.3226
10	987,757	366	65.761	0.3703	10	991,750	308	70.815	0.3101
11	987,391	370	64.785	0.3743	11	991,443	302	69.836	0.3050
12	987,022	415	63.809	0.4204	12	991,140	296	68.858	0.2982
13	986,607	500	62.836	0.5072	13	990,845	295	67.878	0.2982
14	986,107	611	61.868	0.6196	14	990,549	292	66.898	0.2948
15	985,496	734	60.906	0.7445	15	990,257	289	65.918	0.2918
16	984,762	856	59.951	0.8692	16	989,968	287	64.937	0.2899
17	983,906	970	59.002	0.9861	17	989,681	286	63.955	0.2891
18	982,936	1,052	58.060	1.0701	18	989,395	286	62.974	0.2894
19	981,884	1,104	57.122	1.1245	19	989,109	288	61.992	0.2909
20	980,780	1,128	56.186	1.1500	20	988,821	290	61.010	0.2938

ตารางที่ 2.1 อัตราการณะตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศชาย					ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศหญิง				
อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$	อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$
21	979,652	1,112	55.250	1.1356	21	988,530	295	60.028	0.2986
22	978,539	1,098	54.312	1.1217	22	988,235	301	59.045	0.3047
23	977,442	1,088	53.372	1.1128	23	987,934	308	58.063	0.3115
24	976,354	1,082	52.431	1.1085	24	987,626	314	57.081	0.3183
25	975,272	1,080	51.489	1.1074	25	987,312	321	56.099	0.3247
26	974,192	1,080	50.545	1.1091	26	986,992	326	55.117	0.3308
27	973,111	1,081	49.601	1.1105	27	986,665	332	54.135	0.3368
28	972,031	1,080	48.656	1.1113	28	986,333	338	53.153	0.3431
29	970,950	1,080	47.709	1.1121	29	985,994	346	52.171	0.3510
30	969,870	1,084	46.762	1.1178	30	985,648	356	51.190	0.3613
31	968,786	1,097	45.814	1.1322	31	985,292	370	50.208	0.3754
32	967,689	1,121	44.865	1.1580	32	984,922	388	49.227	0.3940
33	966,569	1,160	43.916	1.2003	33	984,534	412	48.246	0.4183
34	965,409	1,218	42.969	1.2621	34	984,122	442	47.266	0.4489
35	964,190	1,284	42.022	1.3313	35	983,681	478	46.287	0.4863
36	962,907	1,358	41.078	1.4102	36	983,202	521	45.309	0.5304
37	961,549	1,440	40.135	1.4978	37	982,681	571	44.333	0.5809
38	960,108	1,532	39.194	1.5955	38	982,110	627	43.358	0.6380
39	958,577	1,640	38.256	1.7105	39	981,483	691	42.386	0.7039
40	956,937	1,762	37.321	1.8409	40	980,793	775	41.415	0.7901
41	955,175	1,894	36.389	1.9827	41	980,018	870	40.447	0.8877
42	953,282	2,025	35.460	2.1248	42	979,148	983	39.483	1.0043
43	951,256	2,162	34.534	2.2728	43	978,164	1,098	38.522	1.1228
44	949,094	2,311	33.612	2.4349	44	977,066	1,221	37.565	1.2493

ตารางที่ 2.1 อัตรา mortality ตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศชาย					ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศหญิง				
อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$	อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$
45	946,783	2,482	32.693	2.6220	45	975,845	1,345	36.611	1.3782
46	944,301	2,679	31.777	2.8366	46	974,500	1,476	35.661	1.5142
47	941,622	2,900	30.866	3.0794	47	973,025	1,627	34.714	1.6722
48	938,722	3,145	29.960	3.3501	48	971,398	1,808	33.772	1.8610
49	935,578	3,411	29.059	3.6455	49	969,590	2,013	32.834	2.0763
50	932,167	3,699	28.164	3.9686	50	967,577	2,233	31.901	2.3074
51	928,467	4,013	27.274	4.3226	51	965,344	2,449	30.974	2.5366
52	924,454	4,360	26.390	4.7163	52	962,896	2,670	30.051	2.7730
53	920,094	4,728	25.513	5.1390	53	960,226	2,909	29.133	3.0292
54	915,366	5,159	24.642	5.6356	54	957,317	3,186	28.220	3.3284
55	910,207	5,649	23.779	6.2061	55	954,130	3,500	27.313	3.6686
56	904,558	6,215	22.924	6.8703	56	950,630	3,860	26.412	4.0602
57	898,344	6,867	22.079	7.6445	57	946,770	4,265	25.517	4.5044
58	891,476	7,625	21.246	8.5527	58	942,506	4,733	24.630	5.0217
59	883,852	8,481	20.425	9.5958	59	937,773	5,282	23.752	5.6325
60	875,370	9,436	19.618	10.7789	60	932,491	5,937	22.884	6.3669
61	865,935	10,487	18.826	12.1109	61	926,554	6,707	22.027	7.2386
62	855,447	11,658	18.051	13.6276	62	919,847	7,519	21.184	8.1742
63	843,790	12,965	17.293	15.3657	63	912,328	8,343	20.355	9.1443
64	830,824	14,460	16.555	17.4040	64	903,985	9,184	19.538	10.1595
65	816,365	16,082	15.840	19.6991	65	894,801	10,118	18.733	11.3070
66	800,283	17,347	15.148	21.6758	66	884,684	11,163	17.942	12.6183
67	782,936	18,672	14.472	23.8492	67	873,520	12,313	17.165	14.0961

ตารางที่ 2.1 อัตราณณะตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศชาย					ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศหญิง				
อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$	อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$
68	764,264	20,051	13.814	26.2362	68	861,207	13,560	16.403	15.7451
69	744,213	21,474	13.172	28.8548	69	847,647	14,904	15.658	17.5829
70	722,738	22,928	12.549	31.7237	70	832,743	16,346	14.929	19.6286
71	699,810	24,397	11.944	34.8628	71	816,398	17,881	14.218	21.9027
72	675,413	25,863	11.357	38.2927	72	798,516	19,506	13.525	24.4272
73	649,550	27,304	10.789	42.0350	73	779,011	21,209	12.851	27.2254
74	622,246	28,693	10.241	46.1120	74	757,802	22,978	12.197	30.3223
75	593,553	30,002	9.712	50.5469	75	734,824	24,796	11.562	33.7442
76	563,551	31,200	9.202	55.3636	76	710,028	26,640	10.949	37.5191
77	532,350	32,253	8.712	60.5864	77	683,388	28,481	10.356	41.6762
78	500,097	33,126	8.242	66.2401	78	654,907	30,287	9.785	46.2465
79	466,971	33,785	7.791	72.3497	79	624,620	32,020	9.235	51.2624
80	433,186	34,196	7.360	78.9403	80	592,600	33,634	8.707	56.7574
81	398,990	34,328	6.948	86.0366	81	558,966	35,084	8.201	62.7665
82	364,662	34,155	6.555	93.6628	82	523,882	36,318	7.716	69.3255
83	330,507	33,660	6.180	101.8426	83	487,563	37,284	7.254	76.4711
84	296,847	32,831	5.824	110.5985	84	450,279	37,932	6.813	84.2403
85	264,016	31,669	5.486	119.9514	85	412,347	38,212	6.394	92.6705
86	232,347	30,187	5.166	129.9203	86	374,135	38,086	5.996	101.7982
87	202,160	28,408	4.863	140.5217	87	336,048	37,523	5.619	111.6583
88	173,753	26,370	4.576	151.7689	88	298,526	36,505	5.262	122.2835
89	147,382	24,122	4.305	163.6713	89	262,021	35,033	4.926	133.7034
90	123,260	21,723	4.050	176.2336	90	226,988	33,127	4.609	145.9428

ตารางที่ 2.1 อัตราการตายตามตารางบำนาญไทย ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศชาย					ตารางบำนาญไทยปี 2552 เพศหญิง				
อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$	อายุ	$l(x)$	$d(x)$	$e^{\circ}(x)$	$1000q(x)$
91	101,537	19,233	3.810	189.4133	91	193,861	30,821	4.311	158.9879
92	82,305	16,729	3.583	203.2549	92	163,039	28,188	4.031	172.8927
93	65,576	14,279	3.370	217.7444	93	134,851	25,306	3.770	187.6606
94	51,297	11,945	3.168	232.8610	94	109,545	22,269	3.525	203.2847
95	39,352	9,782	2.978	248.5762	95	87,276	19,179	3.297	219.7477
96	29,570	7,832	2.798	264.8540	96	68,097	16,140	3.084	237.0205
97	21,738	6,149	2.626	282.8532	97	51,957	13,252	2.887	255.0618
98	15,590	4,703	2.465	301.6933	98	38,705	10,595	2.704	273.7445
99	10,886	3,499	2.314	321.3750	99	28,109	8,223	2.535	292.5340
100	7,388	2,526	2.172	341.8954	100	19,886	6,201	2.377	311.8006
101	4,862	1,766	2.041	363.2484	101	13,686	4,540	2.227	331.7473
102	3,096	1,189	1.920	384.2220	102	9,146	3,227	2.084	352.8723
103	1,906	773	1.806	405.6328	103	5,918	2,219	1.948	374.8536
104	1,133	484	1.698	427.4066	104	3,700	1,473	1.817	398.1933
105	649	292	1.592	449.4638	105	2,227	941	1.688	422.5100
106	357	168	1.484	471.7202	106	1,286	576	1.557	447.9450
107	189	93	1.363	494.0884	107	710	336	1.414	473.6966
108	95	49	1.206	516.5472	108	374	187	1.237	499.9250
109	46	25	0.961	538.9612	109	187	98	0.974	526.2010
110	21	21	0.500	1000.0000	110	89	89	0.500	1000.0000

จากตารางที่ 2.1 จะพบว่าอัตราการตายตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 10 ปี มีแนวโน้มลดลง และหลังจากนั้นอัตราการตายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น และในช่วงอายุประมาณ 50 ปีขึ้นไปจะเห็นว่าอัตราการตายมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไปจนถึงอายุ 110 ปี โดยอัตราการตายของเพศชายจะมากกว่าเพศหญิงทุกช่วงอายุ

โดยความหมายสำหรับแต่ละค่า คือ

$d(x)$ คือ จำนวนคนเสียชีวิตในช่วงอายุ x ถึง $x + 1$ ปี

$l(x)$ คือ จำนวนประชากรปลายปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปี

$e^\circ(x)$ คือ ค่าคาดหวังของชีวิตของคนอายุ x ปี โดยคำนวณได้จาก

$$e^\circ(x) = \int_0^{\omega-x} t p_x dt$$

เมื่อ ω คือ อายุขัยของคนอายุ x ปี

$1000q(x)$ คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x ปี จะเสียชีวิตภายใน 1 ปี ต่อ 1000 คน

2.3 การประกันชีวิตสำหรับผู้สูงอายุ

ผู้บริโภควัยสูงอายุต้องการประกันภัยที่มีการจ่ายผลประโยชน์คุ้มครองดูแล และมีคุณค่าที่มีประโยชน์ในวันข้างหน้า เนื่องจากในวัยนี้ส่วนใหญ่จะไม่มีรายได้ประจำ แต่ก็จำเป็นต้องมีเงินสำหรับใช้จ่ายต่าง ๆ โดยแบบประกันชีวิตที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ เช่น การประกันชีวิตแบบบำนาญ (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย, 2564)

การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำ หรือแบบบำนาญ (Annuity Life Insurance)

หากพิจารณาจากลักษณะของผลประโยชน์การจ่ายเงินได้ประจำนั้น สามารถแบ่งการประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำแบ่งออกเป็น 3 แบบ (ฐิติวดี ชัยวัฒน์, 2560) ดังนี้

1) การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำตามกำหนด (Annuity Certain)

การประกันชีวิตแบบนี้ คือ การที่ผู้รับประกันภัยจะกำหนดระยะเวลาการจ่ายคืนที่แน่นอน โดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาของการมีชีวิตอยู่ของผู้เอาประกันภัยว่าจะสั้นหรือยาว ไม่มีเรื่องของความเสี่ยงภัยของอัตราณณะ (mortality risk) เข้ามาเกี่ยวข้อง และถ้าผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตก่อนที่ครบกำหนดสัญญาประกันภัย บริษัทประกันชีวิตก็จะจ่ายเงินได้ประจำให้แก่ผู้รับประโยชน์ต่อไปจนกว่าจะครบกำหนดระยะเวลาการจ่ายคืน

2) การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำตลอดชีพ (Whole Life Annuity)

การประกันชีวิตแบบนี้ คือ การที่ผู้รับประกันภัยจะจ่ายเงินรายปี หรือ รายครึ่งปี หรือรายเดือนให้แก่ผู้เอาประกันภัยหลังจากอายุที่ระบุไว้ในสัญญาประกันภัย ตลอดไปตราบเท่าที่ผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ไม่ว่าจะเป็นเวลานานเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตลงบริษัทประกันชีวิตก็จะไม่จ่ายเงินได้ประจำอีกต่อไป เพราะถือว่าสัญญาประกันภัยสิ้นสุดลงเมื่อผู้เอาประกันภัยเสียชีวิต

3) การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำมีเงินคืน (Life Annuity with Refund)

การประกันชีวิตแบบนี้ คือ การที่ผู้รับประกันภัยตกลงจะจ่ายเงินได้ประจำให้แก่ผู้เอาประกันภัยตราบเท่าที่ผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ แต่หากผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตเร็วมากหลังจากได้รับเงินได้ประจำเพียงไม่กี่งวด ผู้รับประกันภัยก็จะยังคงจ่ายเงินคืนให้แก่ผู้รับประกันภัยจนกว่าเงินได้ประจำที่รับไปทั้งหมดนั้นจะมีค่าเท่ากับเบี้ยประกันภัยทั้งหมดที่ผู้เอาประกันภัยได้จ่ายมา

โดยการรับเงินในจำนวนที่เหลือนั้นสามารถแบ่งแบบย่อยของการประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำมีเงินคืนออกเป็น 2 แบบ คือ

- ก. การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำแบบคืนเงินสด (Cash Refund Annuity) โดยบริษัทจะจ่ายเป็นเงินก้อน (lump-sum) ในส่วนต่างของเบี้ยประกันภัยทั้งหมดกับเงินได้ประจำที่รับไปแล้ว
- ข. การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำแบบคืนเงินเป็นรายงวด (Installment Refund Annuity) โดยบริษัทประกันชีวิตรับประกันจะจ่ายเงินรายงวดให้แก่ผู้รับประกันภัยต่อไปจนกว่าจำนวนเงินได้ประจำทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับเบี้ยประกันภัยทั้งหมดที่ผู้เอาประกันภัยได้จ่ายมา

สำหรับการจ่ายเงินผลประโยชน์ของการประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำ นั้นแบ่งออกได้ เป็น 2 ชนิดด้วยกัน (รัฐวิบัติ ชัยวัฒน์, 2560) คือ

- ก. การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำชนิดจ่ายทันที (Immediate Annuity)

บริษัทประกันชีวิตจะจ่ายเงินได้ประจำให้ผู้รับเงินได้ประจำ (ผู้เอาประกันภัย) ทันทีตอนสิ้นงวดที่ระบุไว้ในสัญญา และถ้าผู้เอาประกันภัยต้องการจะได้รับเงินผลประโยชน์ทันที ก็สามารถทำได้โดยชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว (เพราะการสะสมได้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้วผู้เอาประกันภัยจึงสามารถขอรับเงินได้ประจำได้ทันที)

- ข. การประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำชนิดเลื่อนการรับ (Deferred Annuity)

บริษัทประกันชีวิตจะจ่ายเงินได้ประจำให้แก่ผู้รับเงินได้ประจำ (ผู้เอาประกันภัย) ภายหลังจากระยะเวลาที่กำหนดไว้ หรือเริ่มการจ่ายเงินได้ประจำให้แก่ผู้รับเงินได้ประจำเมื่อผู้เอาประกันภัยมีอายุครบตามที่ได้ตก

ลงกันไว้ในสัญญาประกันภัย และสำหรับการจ่ายเบี้ยประกันภัยนั้นผู้เอา
ประกันภัยสามารถเลือกที่จะชำระเบี้ยประกันภัยครั้งเดียว หรือเลือก
ชำระเบี้ยประกันภัยเป็นงวด ๆ ในอัตราคงที่ก็ได้

โดยตัวอย่างของแบบประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำ หรือแบบบำนาญที่มีจำหน่ายในประเทศไทย
ไทย ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของแบบประกันชีวิตแบบบำนาญที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ชื่อ บริษัท ที่ จำหน่าย	ชื่อแบบ ประกัน	อายุรับ ประกันภัย	ระยะเวลา คุ้มครอง	ระยะเวลา ชำระเบี้ย ประกันภัย	สิทธิประโยชน์		สิทธิด้าน ภาษี	หมายเหตุ
					รอดชีวิต	เสียชีวิต		
บริษัท เอฟ ดับบลิวดี จำกัด (มหาชน) (FWD)	ประกัน ชีวิตแบบ บำนาญ เกษียณ พระราช (Pension)	20-60 ปี	คุ้มครอง จนผู้เอา ประกันภัย อายุครบ 85 ปี	เลือกได้ 3 แบบ คือ ถึงอายุ 55, 60 หรือ 65 ปี	รับเงินบำนาญทุกปี โดย - ณ วันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 55 ไปจนถึงอายุครบ 64 ปี จะได้รับปี ละ 12% ของจำนวนเงินเอา ประกันภัย - ณ วันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 65 ไปจนถึงอายุครบ 74 ปี จะได้รับปี ละ 18% ของจำนวนเงินเอา ประกันภัย - รับเงินบำนาญทุกปี หลังจากวัน ครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 75 ไป จนถึงอายุครบ 85 ปี จะได้รับปีละ 24% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย	- กรณีเสียชีวิตในช่วงก่อนรับ เงินบำนาญ บริษัทจะจ่าย จำนวนเงินให้แก่ผู้รับ ผลประโยชน์ 110% ของเบี้ย ประกันภัยสำหรับการประกัน ชีวิตที่ได้ชำระให้แก่บริษัท มาแล้วทั้งหมด หรือมูลค่า เวนคืนเงินสดแล้วแต่จำนวน ใดมากกว่า - กรณีเสียชีวิตในช่วงที่ยัง ได้รับเงินบำนาญไม่ครบตาม กำหนด เบี้ยประกันภัยที่ ชำระมาทั้งหมดหักเงิน บำนาญที่รับไปแล้วทั้งหมด หรือ มูลค่าปัจจุบันของเงิน บำนาญที่ยังไม่ได้จ่ายจนครบ 10 ปี (กรณีเสียชีวิตก่อนรับ เงินบำนาญครบ 10 ปี) แล้วแต่จำนวนใดมากกว่า	ลดหย่อน ภาษีได้ สูงสุดถึง 300,000 บาท	การันตี การ จ่ายเงิน บำนาญ ขั้นต่ำ 10 งวด

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของแบบประกันชีวิตแบบบำนาญที่มีจำหน่ายในประเทศไทย (ต่อ)

ชื่อบริษัท ที่จำหน่าย	ชื่อแบบ ประกัน	อายุรับ ประกันภัย	ระยะเวลา คุ้มครอง	ระยะเวลา ชำระเบี้ย ประกันภัย	สิทธิประโยชน์		สิทธิด้าน ภาษี	หมายเหตุ
					รอดชีวิต	เสียชีวิต		
บริษัท อลิอันซ์ อยุธยา แคปปิตอล จำกัด (มหาชน) (AYUD)	มาย บำนาญ พลัส (บำนาญ แบบ ลดหย่อน ได้)	25 - 50 ปี	คุ้มครอง จนผู้เอา ประกันภัย อายุครบ 85 ปี	ชำระเบี้ย ประกันภัย ถึงอายุ 55 ปี	<p>- รับเงินบำนาญทุกปี ปีละ 10% ของจำนวนเงินเอาประกันภัยทุกปี</p> <p>- โอกาสรับเพิ่มเงินบำนาญเพิ่มเติมปีละ 10% ของจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษสะสม โดยจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษสะสม เป็นจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษสะสมที่สะสมตั้งแต่ปีที่บริษัทพิจารณาเพิ่มจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษให้ผู้เอาประกันภัย และจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษนั้น บริษัทอาจพิจารณาเพิ่มจำนวนเงินเอาประกันภัยให้ผู้เอาประกันภัย หากมีการพิจารณาเพิ่มจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษ จะเริ่มพิจารณาตั้งแต่วันที่ 3 เป็นต้นไป โดยจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษนี้จะขึ้นอยู่กับผลตอบแทนจากการลงทุนที่บริษัทจัดสรรให้ผู้เอาประกันภัย ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามประเภทประกันภัย ทั้งนี้เป็นไปตามเงื่อนไข ข้อกำหนด และวิธีการคำนวณจำนวนเงินเอาประกันภัยเพิ่มพิเศษพิจารณาในแต่ละปี</p>	<p>- กรณีเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงินบำนาญ</p> <p>ในปีกรมธรรม์ที่ 1-2 ผลประโยชน์เท่ากับ 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ชำระมาแล้ว หรือ เงินค่าเวนคืนกรมธรรม์ (แล้วแต่จำนวนใดจะสูงกว่า)</p> <p>ในปีกรมธรรม์ที่ 3-ก่อนวันครบรอบปี กรมธรรม์ที่ผู้เอาประกันภัยมีอายุครบ 55 ปี ผลประโยชน์เท่ากับ 110% ของเบี้ยประกันภัยที่ชำระมาแล้ว หรือ เงินค่าเวนคืนกรมธรรม์ (แล้วแต่จำนวนใดจะสูงกว่า)</p> <p>- กรณีเสียชีวิตช่วงรับเงินบำนาญ บริษัทจะจ่ายเบี้ยประกันภัยหลักที่ชำระมาทั้งหมด หักด้วยเงินบำนาญ (ส่วนที่บริษัทรับรองจ่าย) ที่บริษัทที่จ่ายให้ผู้เอาประกันภัยไปแล้วทั้งหมด หรือ มูลค่าปัจจุบันตามตารางมูลค่าปัจจุบันของเงินบำนาญ (กรณีเสียชีวิตก่อนได้รับเงินบำนาญครบ 15 ปี) (แล้วแต่จำนวนใดจะสูงกว่า)</p>	ลดหย่อน ภาษีได้ สูงสุดถึง 300,000 บาท	ไม่ต้อง ตรวจ และ ตอบ คำถาม สุขภาพ

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของแบบประกันชีวิตแบบบำนาญที่มีจำหน่ายในประเทศไทย (ต่อ)

ชื่อบริษัท ที่ จำหน่าย	ชื่อแบบ ประกัน	อายุรับ ประกันภัย	ระยะเวลา คุ้มครอง	ระยะเวลา ชำระเบี้ย ประกันภัย	สิทธิประโยชน์		สิทธิด้าน ภาษี	หมายเหตุ
					รอดชีวิต	เสียชีวิต		
บริษัท กรุงไทย- แอกซ่า ประกัน ชีวิต จำกัด (มหาชน)	ประกัน ชีวิตแบบ บำนาญ Life Retire 5	25-50 ปี	คุ้มครอง จนผู้เอา ประกันภัย อายุครบ 85 ปี	5 ปี	- กรณีเลือกรับเงินบำนาญรายปี จะได้รับเงินบำนาญ 15% ของ จำนวนเงินเอาประกันภัยต่อปี - กรณีเลือกรับเงินบำนาญราย เดือน จะได้รับเงินบำนาญ 1.26% ของจำนวนเงินเอา ประกันภัยต่อเดือน (มีการ รับรองการจ่ายเงินบำนาญ 15 ปี)	- กรณีเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงิน บำนาญ การเสียชีวิตก่อนวัน ครบรอบปีกรมธรรม์ประกันภัยที่ผู้ ขอเอาประกันภัยครบอายุ 60 ปี บริษัทจะจ่าย 350% ของจำนวน เงินเอาประกันภัย หรือมูลค่าเวนคืน กรมธรรม์ หรือ 100% ของเบี้ย ประกันภัยที่ชำระมาแล้วทั้งหมด (ไม่รวมเบี้ยประกันภัยของสัญญา เพิ่มเติม) แล้วแต่จำนวนใดจะ มากกว่า - กรณีเสียชีวิตช่วงรับเงินบำนาญ 1) การเสียชีวิตภายในช่วงวัน ครบรอบปีกรมธรรม์ประกันภัยที่ผู้ ขอเอาประกันภัย ครบอายุ 60-74 ปี บริษัทจะ จ่ายเงินบำนาญที่ยังไม่ได้จ่ายตาม ตารางมูลค่าปัจจุบันของเงินบำนาญ หรือ 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ ชำระมาแล้วทั้งหมด (ไม่รวมเบี้ย ประกันภัยของสัญญาเพิ่มเติม) หัก ด้วยจำนวนเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว ทั้งหมด แล้วแต่จำนวนใดมากกว่า 2) การเสียชีวิตภายในช่วงวัน ครบรอบปีกรมธรรม์ประกันภัยที่ผู้ เอาประกันภัยครบอายุ 75-85 ปี บริษัทจะจ่าย 100% ของเบี้ย ประกันภัยที่ชำระมาแล้วทั้งหมด (ไม่รวมเบี้ยประกันภัยของสัญญา เพิ่มเติม) หักด้วยจำนวนเงินบำนาญ ที่จ่ายไปแล้วทั้งหมด	ลดหย่อน ภาษีได้ สูงสุดถึง 300,000 บาท	สามารถ เลือกรับ เงิน บำนาญ เป็นราย เดือน หรือ รายปี
บริษัท เอไอเอ จำกัด (AIA)	เอไอเอ บำนาญ มั่นคง (บำนาญ แบบ ลดหย่อน ภาษีได้)	20-55 ปี	คุ้มครอง จนผู้เอา ประกันภัย อายุครบ 85 ปี	ชำระเบี้ย ประกันภัย ถึงอายุ 60 ปี	กรณีมีชีวิตอยู่ ณ วันที่ครบรอบ ปีกรมธรรม์ เมื่อผู้เอาประกันภัย มีอายุระหว่าง 60-85 ปี - รับเงินบำนาญอัตรา 6.25% ของมูลค่าบำนาญตั้งต้น สำหรับ เพศชาย - รับเงินบำนาญอัตรา 5.95% ของมูลค่าบำนาญตั้งต้น สำหรับ เพศหญิง	- กรณีเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงิน บำนาญ (ก่อนอายุ 60 ปี) รับ 105% ของเบี้ยประกันภัยที่ชำระมา ทั้งหมด (ไม่รวมเบี้ยประกันภัยของ สัญญาเพิ่มเติม) หรือเงินค่าเวนคืน กรมธรรม์ (แล้วแต่จำนวนใดจะสูง กว่า) - กรณีเสียชีวิตช่วงรับเงินบำนาญ จากวันแรกที่เริ่มรับเงินบำนาญ หากผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตก่อนที่ จะได้รับเงินบำนาญครบ 15 ปี บริษัทจะจ่ายมูลค่าปัจจุบันของ จำนวนเงินบำนาญ ตามตารางมูลค่า ปัจจุบันของเงินบำนาญและเงิน บำนาญคงเหลือที่ยังไม่ได้จ่ายในปีที่ ผู้เอาประกันภัยเสียชีวิต (ถ้ามี) ให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ แต่ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับอายุที่เริ่มรับเงินบำนาญ	ลดหย่อน ภาษีได้ สูงสุดถึง 300,000 บาท	แบบ ประกัน สามารถ ซื้อ สัญญา เพิ่มเติม ได้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของแบบประกันชีวิตแบบบำนาญที่มีจำหน่ายในประเทศไทย (ต่อ)

ชื่อบริษัท ที่ จำหน่าย	ชื่อแบบ ประกัน	อายุรับ ประกัน	ระยะเวลา คุ้มครอง	ระยะเวลา ชำระเบี้ย ประกัน	สิทธิประโยชน์		สิทธิด้าน ภาษี	หมายเหตุ
					รอดชีวิต	เสียชีวิต		
บริษัท ไทย ประกัน ชีวิต จำกัด (มหาชน)	ไทย ประกัน ชีวิต เกษียณ สุข	20 - 50 ปี	คุ้มครองจน ผู้เอา ประกันภัย อายุครบ 85 ปี	10 ปี	- รับเงินบำนาญตั้งแต่วัน ครบรอบปีกรมธรรม์ที่ ผู้ทำประกันภัยครบอายุ 60 ปี จนถึงวันครบรอบ ปีกรมธรรม์ที่ผู้เอา ประกันภัยอายุครบ 85 ปี โดยรับเงินบำนาญปี ละ 12% ของจำนวนเงิน เอาประกันภัย ณ วันเริ่ม สัญญา	- กรณีเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงิน บำนาญ (ก่อนอายุ 60 ปี) รับ 105% ของเบี้ยประกันภัยที่ชำระมาทั้งหมด (ไม่รวมเบี้ยประกันภัยของสัญญา เพิ่มเติม) หรือเงินค่าเวนคืนกรมธรรม์ (แล้วแต่จำนวนใดจะสูงกว่า) - กรณีผู้ทำประกันภัยเสียชีวิตก่อนที่จะ ได้รับเงินบำนาญครบ 15 ปี บริษัทจะ จ่าย 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ชำระ มาแล้วทั้งหมด (ไม่รวมเบี้ยประกันภัย ของสัญญาเพิ่มเติม) หักด้วยจำนวนเงิน บำนาญที่จ่ายไปแล้วทั้งหมด หรือมูลค่า ปัจจุบันของเงินบำนาญที่ยังรับไม่ครบ 15 ปี (แล้วแต่จำนวนใดจะสูงกว่า) - กรณีผู้ทำประกันภัยเสียชีวิตหลังได้รับ เงินบำนาญครบ 15 ปี บริษัทจะจ่าย 100% ของเบี้ยประกันภัยสำหรับการ ประกันชีวิตที่ได้ชำระให้แก่บริษัท มาแล้วทั้งหมด หักด้วยเงินบำนาญที่ จ่ายไปแล้ว โดย หากผลรวมของเงิน บำนาญที่บริษัทจ่ายไปแล้ว มีจำนวน มากกว่าเบี้ยประกันภัยสำหรับการ ประกันชีวิตที่ได้ชำระให้แก่บริษัท มาแล้วทั้งหมด บริษัทจะไม่จ่าย ผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต	ลดหย่อน ภาษีได้ สูงสุดถึง 300,000 บาท	ไม่ต้อง ตรวจ และ ตอบ คำถาม สุขภาพ
บริษัท เมืองไทย ประกัน ชีวิต จำกัด	โครงการ เมืองไทย รีเทิร์น รีไทร์	20-55 ปี	คุ้มครองจน ผู้เอา ประกันภัย อายุครบ 85 ปี	5 ปี	- รับเงินบำนาญตั้งแต่วัน ครบรอบปีกรมธรรม์ที่ ผู้ทำประกันภัยครบอายุ 60 ปี จนถึงวันครบรอบ ปีกรมธรรม์ที่ผู้เอา ประกันภัยอายุครบ 85 ปี โดยรับเงินบำนาญปี ละ 20% ของจำนวนเงิน เอาประกันภัย ณ วันเริ่ม สัญญา	- กรณีเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงิน บำนาญ ในปีกรมธรรม์ที่ 1-5 ผลประโยชน์ เท่ากับ 105% ของเบี้ยประกันภัยที่ ชำระมาแล้ว ในปีกรมธรรม์ที่ 6-10 ผลประโยชน์ เท่ากับ 110% ของเบี้ยประกันภัยที่ ชำระมาแล้ว ในปีกรมธรรม์ที่ 11-ก่อนครบอายุ 60 ปี ผลประโยชน์เท่ากับ 150% ของเบี้ย ประกันภัยที่ชำระมาแล้ว - กรณีผู้ทำประกันภัยเสียชีวิตก่อนที่จะ ได้รับการจ่ายเงินบำนาญครบ 15 ปี จะ ได้รับการจ่ายเงินบำนาญจนครบ 15 ปี โดยรับเงินเป็นจำนวนเดียว ซึ่งเท่ากับ มูลค่าปัจจุบันของจำนวนเงินบำนาญที่ ยังไม่ได้จ่ายจนครบ 15 ปี (ตามตาราง มูลค่าปัจจุบันของเงินบำนาญ) และถือ ว่าสัญญาประกันภัยสิ้นสุด	ลดหย่อน ภาษีได้ สูงสุดถึง 300,000 บาท	ไม่ต้อง ตรวจ และ ตอบ คำถาม สุขภาพ

2.4 การคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิของการประกันชีวิตแบบบำนาญ

จำนวนเงินที่ผู้เอาประกันภัยจ่ายให้แก่บริษัทเพื่อความคุ้มครองเรียกว่า เบี้ยประกันภัย (Premium) โดยเบี้ยประกันภัยสุทธิคำนวณมาจากอัตราฆณะ (Mortality rate) และอัตราดอกเบี้ย (Interest rate) ซึ่งใช้หลักการของการเท่ากัน (Equivalence Principle) คือ

$$E[\text{Present value of premiums}] = E[\text{Present value of benefits}]$$

โดยในการคำนวณจะต้องทราบมูลค่าปัจจุบัน (present value) ของผลประโยชน์ทั้งหมดในอนาคตที่บริษัทประกันชีวิตจะต้องให้ความคุ้มครองแก่ผู้เอาประกันภัยหรือผู้รับผลประโยชน์ การคิดมูลค่าปัจจุบันของค่าสินไหมหรือจำนวนเงินผลประโยชน์จะใช้สมมติฐานของอัตราดอกเบี้ยที่จะนำมาคำนวณหาตัวประกอบส่วนลด (discount factor) คือ V โดยที่ $V = \frac{1}{1+i}$ เมื่อ i คืออัตราดอกเบี้ย ถ้าต้องการหาตัวประกอบส่วนลดเป็นระยะเวลา n ปี จะได้ว่า $V^n = \frac{1}{(1+i)^n}$ เพื่อเป็นพื้นฐานในการคำนวณ

E[Present value of premiums]

คือ ค่าคาดหวังของค่าปัจจุบันของเบี้ยประกันภัยรับ จะคำนวณโดยสมมติให้เบี้ยประกันภัยสุทธิเป็น P นำมาคูณกับมูลค่าปัจจุบันของเงินรายงวดโดยง่ายเป็นระยะเวลาตามที่เงื่อนไขในสัญญากำหนด คุณความน่าจะเป็นของการได้รับเบี้ยประกันภัย ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับความน่าจะเป็นที่ผู้เอาประกันภัยจะมีชีวิตอยู่ ณ วันครบกำหนดชำระเบี้ยประกันภัย คูณกับตัวประกอบส่วนลด

E[Present value of benefits]

คือ ค่าคาดหวังของค่าปัจจุบันของผลประโยชน์จ่าย ในการคำนวณจะต้องทราบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่จะจ่ายทั้งหมดในอนาคตมีค่าเท่ากับผลประโยชน์จ่ายตามเงื่อนไขคูณกับตัวประกอบส่วนลดตามระยะเวลาของเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญา และคูณกับความน่าจะเป็นที่เสียชีวิตหรือมีชีวิตอยู่ตามระยะเวลาของเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญา

$$\text{จากนั้นนำ } E[\text{Present value of premiums}] = E[\text{Present value of benefits}]$$

และทำการแก้สมการหา P

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในต่างประเทศ

Horiuchi และ Coale (1982) ได้แสดงให้เห็นว่าการประมาณอายุคาดเฉลี่ย (life expectancy) จากการสำรวจการเปลี่ยนแปลงประชากรตามตารางฆณะมีความคลาดเคลื่อนเมื่ออายุของประชากรเพิ่มขึ้น โดยได้เสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์

สำหรับแก้ไขเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ ซึ่งเรียกว่าวิธีการ Horiuchi - Coale โดยอายุคาดเฉลี่ย คือ การคาดประมาณจำนวนปีโดยเฉลี่ยของการมีชีวิตอยู่ของประชากร

ต่อมา Mitra (1984) ได้ทำการพัฒนาวิธีการของ Horiuchi และ Coale มาเป็นวิธีการของ Mitra และได้ใช้ข้อมูลของประชากรที่อายุ 65 ปีขึ้นไปของประเทศต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 ได้แก่ เบลเยียม แคนาดา ฝรั่งเศส อิตาลี ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ สวิตเซอร์แลนด์ และ สหราชอาณาจักร กลุ่ม 2 ได้แก่ เอลซัลวาดอร์ เม็กซิโก ปวยร์โตรีโก และมาเลเซีย มาเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากทั้งสองวิธีการ พบว่าในประเทศกลุ่มที่ 2 วิธีการ Mitra ให้ค่าประมาณอัตราณณะที่ดีกว่า

Louis G. Doray (2008) ได้ทำการศึกษาตัวแบบคานนิสโต (Kannisto model) และพบว่าการใช้วิธีตัวประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimator: MLE) คำนวณหาค่าพารามิเตอร์นั้นยากในการคำนวณหาค่า และได้พบในภายหลังว่าการประมาณพารามิเตอร์ด้วยตัวประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Least-squares estimator: WLS estimator) เป็นวิธีหนึ่งที่ดีในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

Giulia Roli (2008) ได้นำข้อมูลประชากรชาวอิตาลีที่แคว้นทางตอนเหนือ Emilia-Romagna ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1871 – 2001 มาปรับเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการคำนวณอัตราณณะของผู้สูงอายุโดยได้ทำการสร้างตารางชีพ และทำการเปรียบเทียบในเรื่องเพศและแต่ละช่วงเวลาในแต่ละปี ซึ่งพบว่าในตอนแรกอัตราณณะของเพศหญิงและชายจะเท่ากัน แต่เมื่อเวลาผ่านไปอัตราณณะของทั้งสองเพศจะลดลง และอัตราณณะของเพศหญิงจะต่ำกว่าเพศชายเรื่อย ๆ โดยงานวิจัยนี้ได้ใส่ตัวแบบต่าง ๆ โดยหนึ่งในตัวแบบที่ใช้คือ คานนิสโต มาประมาณค่าอัตราณณะ รวมถึงได้แสดงค่าพารามิเตอร์และอัตราณณะที่หาได้ ระหว่างเพศชายและเพศหญิง

Dalkhat M. Ediev (2018) ได้ศึกษาการประมาณอัตราณณะโดยใช้วิธีการ โฮริอูจิ กับโคล และวิธีการมิทรา โดยใช้ข้อมูลประชากรของประเทศที่มีฐานข้อมูลอัตราการเสียชีวิตใน Human Mortality Database (HMD) ทั้ง 46 ประเทศ¹ โดยอายุของ

¹ ได้แก่ ซิลี เยอรมนี อิสราเอล สโลวีเนีย ใต้หวัน ลักเซมเบิร์ก ยูเครน โปแลนด์ รัสเซีย เอสโตเนีย ลิทัวเนีย ลัตเวีย เบลารุส เยอรมนี ตะวันออก เยอรมนีตะวันตก ฮังการี ไอร์แลนด์ สโลวาเกีย นิวซีแลนด์(ทั้งหมด)นิวซีแลนด์(ชาวเมาลี) สาธารณรัฐเช็ก ญี่ปุ่น ออสเตรีย บัลแกเรีย โปรตุเกส สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย แคนาดา สหราชอาณาจักร ไอร์แลนด์เหนือ สเปน นิวซีแลนด์ (ไม่ใช่ชาวเมลี) ฟินแลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ อิตาลี สกอตแลนด์ เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ เบลเยียม อังกฤษและเวลส์(ทั้งหมด) อังกฤษและเวลส์ (พลเรือน) ไช้แลนด์ เดนมาร์ก ฝรั่งเศส(ทั้งหมด) ฝรั่งเศส(พลเรือน) และสวีเดน

ประชากรคือ 0 – 110 ปีขึ้นไป ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการโฮริอุจิกับโคล และวิธีการมิทรา สามารถลดค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณอัตราการตายได้เป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับวิธีการประมาณแบบดั้งเดิม (classical estimate) โดยวิธีการ Mitra จะมีความแม่นยำมากกว่าวิธีการโฮริอุจิกับโคล เล็กน้อยเมื่อเทียบกับวิธีการประมาณแบบดั้งเดิม (classical estimate)

ต่อมาในปีเดียวกัน Dalkhat M. Ediev ได้ศึกษารูปแบบอัตราการเสียชีวิตของผู้สูงอายุของประเทศที่มีฐานข้อมูลอัตราการเสียชีวิตใน Human Mortality Database (HMD) ทั้ง 46 ประเทศ โดยอายุของประชากรคือ 0 – 110 ปีขึ้นไป ซึ่งสำหรับบางประเทศที่ข้อมูลสถิติของประชากรมีความแม่นยำไม่เพียงพอ จะใช้วิธีประมาณค่าจากแบบจำลองตารางมรณะและแบบจำลองต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจง่ายมากขึ้น โดยงานวิจัยนี้ใช้วิธีการโฮริอุจิกับโคล และวิธีการมิทรา มาประมาณค่าพารามิเตอร์และนำค่าที่ได้ไปใช้กับตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต โดยข้อมูลที่ใช้พิจารณาเป็นข้อมูลของ Human Mortality Database (HMD) และเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการใช้ วิธีการโฮริอุจิกับโคล และวิธีการมิทรา กับแบบไมใช้ทั้งสองวิธีการ ผลการวิจัยระบุได้ว่า ค่าประมาณจากวิธีการของโฮริอุจิกับโคล หรือวิธีการมิทรา จะช่วยปรับปรุงการประมาณค่าได้อย่างมาก จึงแนะนำให้ใช้ในการประมาณค่าในกรณีที่ข้อมูลการเสียชีวิตถูกจำกัดด้วยปัญหาด้านคุณภาพเมื่ออายุมากขึ้น โดยการประมาณค่าจากวิธีการของโฮริอุจิกับโคล หรือ Mitra จะดีที่สุดที่เริ่มต้นเมื่ออายุ 65 ปีขึ้นไป

ในปี 2019 Leonid A. Gavrilov และ Natalia S. Gavrilova ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเสียชีวิตเมื่ออายุเพิ่มขึ้น โดยใช้ตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต กับประชากรที่มีอายุ 80 - 105 ปี โดยใช้ข้อมูลการเกิดในปี ค.ศ. 1880 - 1899 ของกลุ่มประชากรชายและหญิงในสหรัฐอเมริกา โดยจะใช้ค่า Akaike Information Criterion (AIC) โดยยิ่งให้ค่า AIC ต่ำก็แปลว่าตัวแบบนั้นเหมาะสม ในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบซึ่งผลคือ สำหรับกลุ่มที่เกิดก่อนเมื่อใช้ตัวแบบ Kannisto จะมีค่า AIC ต่ำกว่าใช้ตัวแบบกอมเพิทซ์ แต่สำหรับกลุ่มที่เกิดช่วงหลังการใช้ตัวแบบกอมเพิทซ์ จะให้ค่า AIC ต่ำกว่าใช้ตัวแบบคานนิสโต และงานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ประชากรที่เกิดปี ค.ศ. 1881 จะมีอัตราการเสียชีวิตที่ลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ขณะที่ประชากรที่เกิดปี ค.ศ. 1898 จะมีอัตราการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุมากขึ้น

ในปี ค.ศ. 2022 Kasper P. Kepp และคณะ ได้ทำการศึกษาเรื่อง Estimates of excess mortality for the five Nordic countries during the Covid-19

pandemic 2020-2021 ซึ่งได้ศึกษาการประมาณค่าการเสียชีวิตมากเกินระหว่างกา
รระบาดของโควิด 19 ในช่วง ค.ศ. 2015 – 2019 เปรียบเทียบกับข้อมูลของปีค.ศ. 2020
และปีค.ศ. 2021 ที่เกิดการระบาดของโควิด 19 โดยใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศนอร์ดิก 5
ประเทศ ได้แก่ เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ไอซ์แลนด์ นอร์เวย์ และสวีเดน พบว่าอัตราการ
ในปี ค.ศ. 2020 และปี ค.ศ. 2021 มีความใกล้เคียงกับในช่วง ค.ศ. 2015 – 2019 แต่
ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการรักษาพยาบาล หรือคุณภาพของข้อมูลประชากรในแต่ละ
ประเทศ

งานวิจัยในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2546 รัชนิกร ได้ศึกษาการใช้ตัวแบบคานนิสโต มาใช้ในการประมาณ
อัตราการของผู้สูงอายุไทยในปี พ.ศ. 2542 - 2544 พบว่าอัตราการของผู้สูงอายุมี
ลักษณะเพิ่มขึ้นตามอายุ และเมื่อเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราการระหว่างผู้สูงอายุ
ชายกับหญิง พบว่าค่าประมาณอัตราการของผู้สูงอายุชายมากกว่าผู้หญิงทุกช่วงอายุ
และมีค่าเข้าใกล้กันที่อายุมาก ๆ คือตั้งแต่อายุประมาณ 90 ปีขึ้นไป

ต่อมาในปี พ.ศ. 2553 สยมภู ได้คำนวณค่าอัตราการของผู้สูงอายุไทยจากข้อมูล
จำนวนประชากรและจำนวนประชากรที่เสียชีวิตในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2551 จาก
ทะเบียนราษฎร จากนั้นนำค่าอัตราการที่ได้ไปคำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของ
ตัวแบบเมคแฮม (Makeham model) ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม (Inverse-Makeham
model) และตัวแบบคานนิสโต โดยใช้ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นรวมทั้งใช้ค่าไควสแควร์มา
ตรวจสอบว่าข้อมูลเหมาะสมกับตัวแบบหรือไม่ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าประมาณ
อัตราการในแต่ละช่วงอายุด้วยช่วงอายุที่มากที่สุดของแต่ละตัวแบบด้วยค่า MAPE
รวมถึงการจำลองข้อมูลจากค่าอัตราการที่ได้จากข้อมูลทะเบียนราษฎร เพื่อนำไป
ประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงทั่วไปของพารेटโตในทฤษฎีค่าสุดขีด จากนั้น
จึงนำไปประมาณค่าอัตราการของผู้สูงอายุไทยที่ใช้ทฤษฎีค่าสุดขีดต่อไป

โดยเมื่อ μ_x คืออัตราการที่อายุ x ปี ตัวแบบเมคแฮม ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม
เป็นดังนี้

1) ตัวแบบเมคแฮม

$$\mu_x = A + Be^{\mu x} \quad (6)$$

เมื่อ A, B, μ คือพารามิเตอร์

2) ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม

$$\mu_x = \frac{\frac{1}{\sigma} \exp\left\{-\frac{x-m}{\sigma}\right\}}{\exp\left\{e^{-\frac{x-m}{\sigma}}\right\}-1} + \exp\left\{-\frac{D}{\sigma}\right\} \quad (7)$$

เมื่อ σ, m, D คือพารามิเตอร์

การศึกษานี้พบว่าเมื่อประมาณค่าอัตราธรรมะในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2551 ด้วยตัวแบบเมคแฮม ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม และตัวแบบคานนิสโต พบว่าตัวแบบ อินเวอร์สเมคแฮม เป็นตัวแบบที่ดีที่สุดในการประมาณค่าอัตราธรรมะ ทั้งในเพศชายในช่วงอายุ 60 – 85 ปี และเพศหญิงในช่วงอายุ 60 – 83 ปี และผลการประมาณค่าอัตราธรรมะไทยด้วยทฤษฎีค่าสุดขีด (Extreme Value Theory) พบว่ามีแนวโน้มที่จะประมาณค่าได้ดีสำหรับช่วงอายุที่มาก ๆ

สำหรับการประมาณค่าอัตราธรรมะเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าอัตราธรรมะจากตาราง TMO97 พบว่าค่าประมาณอัตราธรรมะจากงานวิจัยมีค่าน้อยกว่าในช่วงอายุ 60 – 93 ปี แต่เมื่อเทียบกับตารางบำนาญไทยของปี พ.ศ. 2552 พบว่าค่าประมาณอัตราธรรมะจากงานวิจัยนี้มีค่ามากกว่าในช่วงอายุ 60 – 92 ปี

2.6 แบบประกันชีวิตตัวอย่าง

แบบประกันชีวิตที่ออกแบบเป็นตัวอย่างในงานวิจัยนี้ ทำการดัดแปลงมาจากแบบประกันบำนาญของบริษัทต่างๆ โดยมีลักษณะดังนี้

ใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละสองต่อปี ในการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัย

ระยะเวลาการชำระเบี้ยประกันภัย 10 ปี (อ้างอิงจาก ไทยประกันชีวิตเกษียณสุข ของ บริษัทไทยประกันชีวิต จำกัด (มหาชน))

อายุของผู้เอาประกันภัย 30 ถึง 50 ปี

คุ้มครองจนถึงอายุครบ 110 ปี

การจ่ายเบี้ยประกันภัยจะจ่ายเป็นรายปี จำนวนเงินเอาประกันภัยโดยทั่วไปจะกำหนดเท่ากับ 1,000 บาท

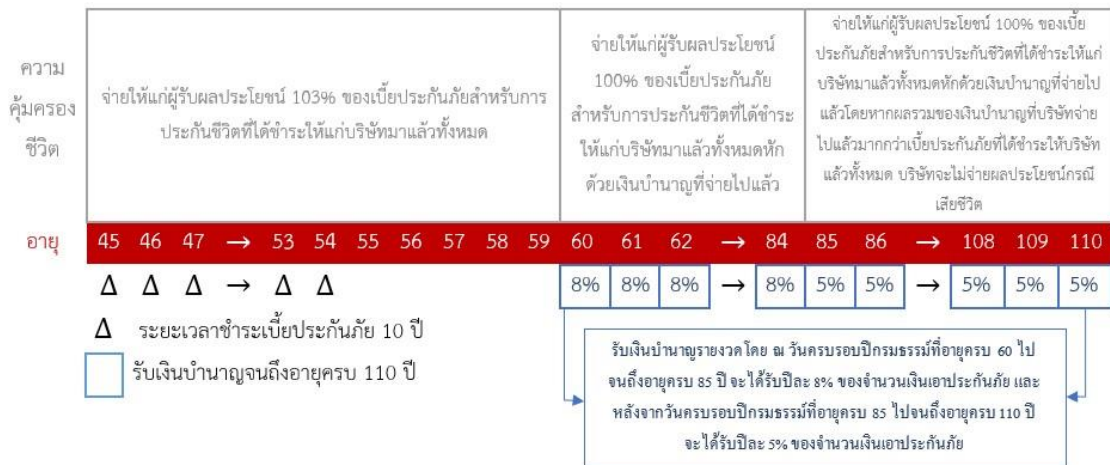
ผลประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) กรณีมีชีวิตรับเงินบำนาญทุกปี (อ้างอิงจาก ประกันชีวิตแบบบำนาญ เกษียณहरรรษา ของ บริษัทเอฟดับบลิวดี จำกัด (มหาชน))
 - ก. โดย ณ วันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่ผู้เอาประกันภัยอายุครบ 60 ไปจนถึงอายุครบ 85 ปี จะได้รับเงินปีละ 8% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย

- ข. หลังจากวันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 85 ไปจนถึงอายุครบ 110 ปี จะได้รับปีละ 5% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย
- 2) กรณีเสียชีวิต (อ้างอิงจาก ไทยประกันชีวิต เกษียณสุข ของ บริษัท ไทยประกันชีวิต จำกัด (มหาชน))
- ก. เสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงินบำนาญ บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 103% ของเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันชีวิตที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมด
- ข. เสียชีวิตในช่วงที่ยังได้รับเงินบำนาญไม่ครบ 25 ปี บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 100% ของเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันชีวิตที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมดหักด้วยเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว
- ค. เสียชีวิตในช่วงที่ได้รับเงินบำนาญครบ 25 ปี บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 100% ของเบี้ยประกันภัยสำหรับการประกันชีวิตที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมดหักด้วยเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว โดยหากผลรวมของเงินบำนาญที่บริษัทจ่ายไปแล้วมากกว่าเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้บริษัทแล้วทั้งหมด บริษัทจะไม่จ่ายผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงผลประโยชน์ของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง

ตารางแสดงผลประโยชน์ของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง	
กรณีผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่	รับเงินบำนาญทุกปี โดย ณ วันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 60 ไปจนถึงอายุครบ 85 ปี จะได้รับปีละ 8% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย รับเงินบำนาญทุกปี หลังจากวันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 85 ไปจนถึงอายุครบ 110 ปี จะได้รับปีละ 5% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย
กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงินบำนาญ	บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 103% ของเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมด
กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตในช่วงที่ยังได้รับเงินบำนาญไม่ครบ 25 ปี	บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมดหักด้วยเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว
กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตในช่วงที่ได้รับเงินบำนาญครบ 25 ปี	บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมดหักด้วยเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว โดยหากผลรวมของเงินบำนาญที่บริษัทจ่ายไปแล้วมากกว่าเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้บริษัทแล้วทั้งหมด บริษัทจะไม่จ่ายผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต



แผนภาพที่ 2.1 ตัวอย่างของผลประโยชน์และความคุ้มครองของแบบประกันชีวิตตัวอย่างของผู้เอา
ประกันภัยอายุ 45 ปี

การคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิของตัวอย่างในแผนภาพที่ 2.2

ให้ $P =$ เบี้ยประกันภัยสุทธิ (Net Premium)

$\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$ คือ ค่าปัจจุบันของเงินรายงวดจ่ายตามการทรงชีพ ทุกต้นปี ของคนอายุ x ปี ปีละ
1 บาท จ่ายทั้งหมด n ปี

$m|\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$ คือ ค่าปัจจุบันของเงินรายงวดจ่ายตามการทรงชีพ ทุกต้นปี ของคนอายุ x ปี
ปีละ 1 บาท เริ่มจ่ายตอนอายุ $x + m$ ปี จ่ายทั้งหมด n ปี

$A^1_{x:\overline{n}|}$ คือ ค่าปัจจุบันของเงินที่จะจ่ายจำนวน 1 บาท เมื่อสิ้นปี ที่คนอายุ x ปี จะต้อง
เสียชีวิตภายในอายุ $x + n$ ปี

$m|A^1_{x:\overline{n}|}$ คือ ค่าปัจจุบันของเงินที่จะจ่ายจำนวน 1 บาท เมื่อสิ้นปี ที่คนอายุ x ปี จะ
เสียชีวิตในช่วงอายุตั้งแต่ $x + m$ ปี ถึง $x + m + n$ ปี

$(IA)^1_{x:\overline{n}|}$ คือ ค่าปัจจุบันของเงินที่จะจ่ายจำนวน 1 บาท และเพิ่มค่างวดละ 1 บาท จนถึง
 n บาท ที่ปลายงวดที่ n ที่คนอายุ x ปี จะต้องเสียชีวิตภายในอายุ $x + n$ ปี

$m|(IA)^1_{x:\overline{n}|}$ คือ ค่าปัจจุบันของเงินที่จะจ่ายจำนวน 1 บาท และเพิ่มค่างวดละ 1 บาท
จนถึง n บาท ที่ปลายงวดที่ n ที่คนอายุ x ปี จะเสียชีวิตในช่วงอายุตั้งแต่ $x + m$ ปี ถึง
 $x + m + n$ ปี

จะได้ว่า $E[\text{Present value of premiums}] = P \cdot \ddot{a}_{45:\overline{10}|}$

ในการคิดผลประโยชน์ (Benefit) จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลประโยชน์กรณีผู้เอา
ประกันภัยเสียชีวิต (Death Benefit) และ ผลประโยชน์กรณีผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ (Survival
Benefit) กำหนดให้จำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1 บาท จะได้ว่า

E[Death Benefit]

$$= P(10 \cdot {}_{15|}A_{45:\overline{25}|}^1 + 10 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 + 1.03\{(IA)_{45:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10|}A_{45:\overline{5}|}^1\}) \\ - (0.08 \cdot {}_{15|}(IA)_{45:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{40|}(IA)_{45:\overline{26}|}^1)$$

$$E[\text{Survival Benefit}] = 0.08 \cdot {}_{15|}\ddot{a}_{45:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{40|}\ddot{a}_{45:\overline{26}|}$$

จาก E[Present value of premiums] = E[Present value of benefits] จะได้ว่า

$$P \cdot \ddot{a}_{45:\overline{10}|} = P(10 \cdot {}_{15|}A_{45:\overline{25}|}^1 + 10 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 + 1.03\{(IA)_{45:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10|}A_{45:\overline{5}|}^1\}) - \\ (0.08 \cdot {}_{15|}(IA)_{45:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{40|}(IA)_{45:\overline{26}|}^1) + \\ 0.08 \cdot {}_{15|}\ddot{a}_{45:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{40|}\ddot{a}_{45:\overline{26}|}$$

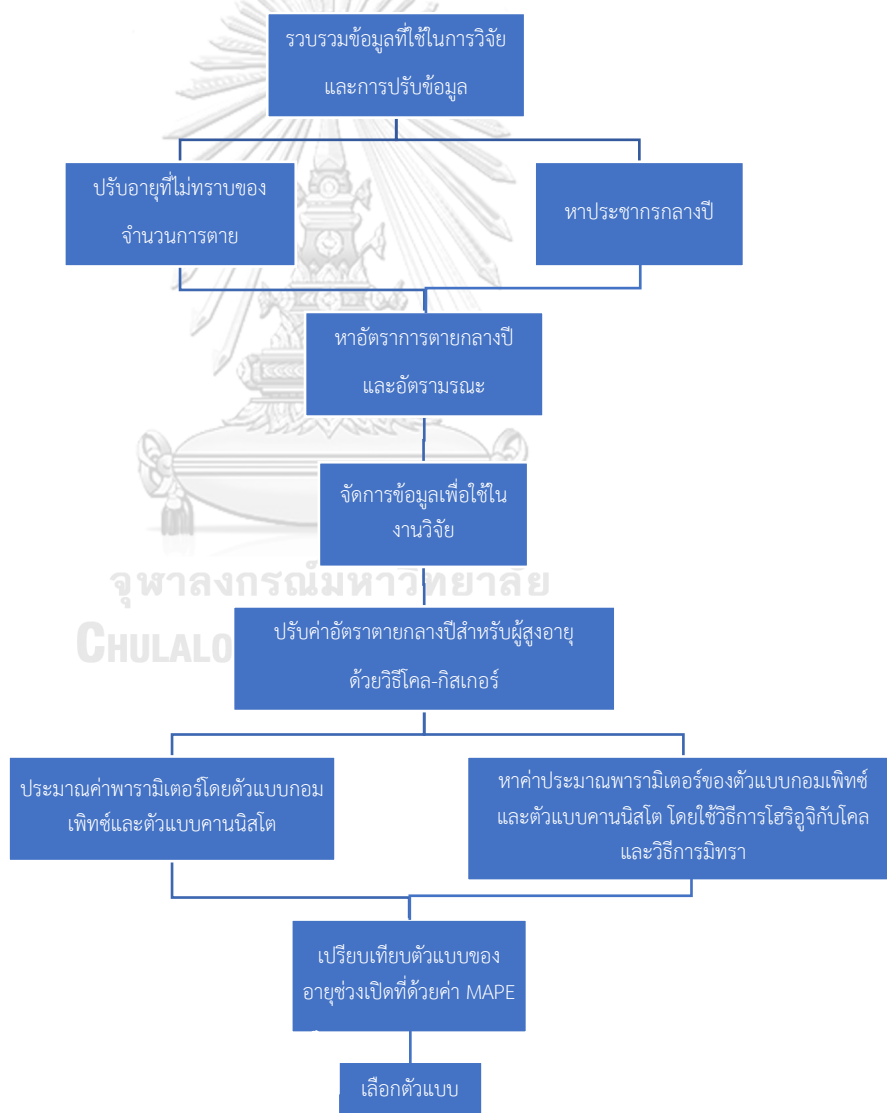
เมื่อทำการแก้สมการหา P

$$P = \frac{0.08 \cdot {}_{15|}\ddot{a}_{45:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{40|}\ddot{a}_{45:\overline{26}|}}{\ddot{a}_{45:\overline{10}|} - 10 \cdot {}_{15|}A_{45:\overline{25}|}^1 - 10 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 - 1.03\{(IA)_{45:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10|}A_{45:\overline{5}|}^1\}} - \\ \frac{0.08 \cdot {}_{15|}(IA)_{45:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{40|}(IA)_{45:\overline{26}|}^1}{\ddot{a}_{45:\overline{10}|} - 10 \cdot {}_{15|}A_{45:\overline{25}|}^1 - 10 \cdot {}_{40|}A_{45:\overline{26}|}^1 - 1.03\{(IA)_{45:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10|}A_{45:\overline{5}|}^1\}}$$

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและการประมาณค่าอัตราฆณะของผู้สูงอายุ

การคำนวณอัตราฆณะโดยการใช้ตัวแบบและทฤษฎี จำเป็นต้องใช้ ข้อมูลจำนวนประชากร และจำนวนตายในการคำนวณและประมาณค่าต่าง ๆ และพิจารณาถึงผลกระทบของการระบาดของโควิด 19 การศึกษาได้แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุด ก เป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2563 และข้อมูลชุด ข เป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2564 สำหรับคำนวณการหาอัตราฆณะใช้ตัวแบบ 2 ตัวแบบ คือ กอมเพิทซ์ และ คานนิสโต โดยในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดการข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยนี้ และการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง โดยแผนภาพที่ 3.1 จะแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน



แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

โดยในหัวข้อถัดจะทำกรรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยและทำการปรับข้อมูล

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและการปรับข้อมูล

3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ

ก. ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปีระหว่างปี พ.ศ. 2558 – 2564 จำแนกตามเพศและรายอายุ จากกระทรวงมหาดไทย

ข. ข้อมูลจำนวนการเสียชีวิต ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2564 จำแนกตามเพศและรายอายุ จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข

3.1.2 การปรับอายุที่ไม่ทราบของจำนวนการตาย

เนื่องจากข้อมูลในแต่ละปีมีข้อมูลการตายที่ไม่ทราบอายุ จะทำการปรับโดยการกระจายข้อมูลที่ไม่ทราบอายุนี้ไปยังอายุต่าง ๆ ด้วยการถ่วงน้ำหนักตามจำนวนการตาย (จำนวนประชากร) ในอายุนั้น ๆ โดยคำนวณได้จาก

$$\text{น้ำหนักแต่ละกลุ่มอายุ} = \frac{\text{จำนวนการตายในกลุ่มอายุนั้น}}{\text{จำนวนการตายรวมทุกกลุ่มอายุ}}$$

และคำนวณจำนวนการตายที่ปรับใหม่ จากการถ่วงน้ำหนักแต่ละอายุได้ดังนี้

$$\begin{aligned} &\text{จำนวนการตายที่ปรับใหม่} \\ &= \text{จำนวนการตายเดิม} + (\text{น้ำหนัก} \times \text{จำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ}) \end{aligned}$$

โดยจำนวนคนเสียชีวิตที่ปรับใหม่จะเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจากการคำนวณข้างต้น ถ้าคำนวณได้เป็นจุดทศนิยมมากกว่าเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม แต่ถ้าน้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลงเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งถ้าจำนวนคนเสียชีวิตในแต่ละอายุที่คำนวณใหม่ที่จุดทศนิยมใกล้ค่า 0.5 มากที่สุดจนกว่าจะได้จำนวนรวมเท่าเดิม ตัวอย่างแสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ ต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี จะแสดงในตารางที่ 3.1 และข้อมูลส่วนที่เหลือจะแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ 60 ถึง 80 ปี

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตายแต่ละอายุ	จำนวนการตายที่ปรับใหม่(คน)	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
60	4,756	0.017917758	4,756.071671	4,756
61	4,954	0.018663703	4,954.074655	4,954
62	4,735	0.017838642	4,735.071355	4,735
63	4,971	0.018727749	4,971.074911	4,971

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ 60 ถึง 80 ปี (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตายแต่ละอายุ	จำนวนการตายที่ปรับใหม่(คน)	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
64	4,932	0.01858082	4,932.074323	4,932
65	5,014	0.018889747	5,014.075559	5,014
66	5,273	0.019865504	5,273.079462	5,273
67	4,956	0.018671238	4,956.074685	4,956
68	4,978	0.018754121	4,978.075016	4,978
69	4,915	0.018516774	4,915.074067	4,915
70	4,750	0.017895153	4,750.071581	4,750
71	4,792	0.018053384	4,792.072214	4,792
72	4,929	0.018569518	4,929.074278	4,929
73	4,841	0.018237987	4,841.072952	4,841
74	5,288	0.019922015	5,288.079688	5,288
75	5,198	0.019582949	5,198.078332	5,198
76	5,348	0.020148059	5,348.080592	5,348
77	5,707	0.021500556	5,707.086002	5,707
78	5,603	0.021108746	5,603.084435	5,603
79	5,492	0.020690565	5,492.082762	5,492
80	5,474	0.020622751	5,474.082491	5,474

จากตารางที่ 3.1 พบว่าจำนวนการตายที่ปรับใหม่กับจำนวนการตายเดิมมีค่าไม่ต่างกัน เนื่องจากมีจำนวนการตายที่ไม่ทราบรายอายุน้อยมากรวมกันจึงไม่ส่งผล ซึ่งในปี พ.ศ. 2559 จำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในมีเพียง 4 คนเท่านั้น

3.1.3 การหาจำนวนประชากรกลางปี

เนื่องจากข้อมูลจำนวนประชากรของกระทรวงมหาดไทยเป็นข้อมูลจำนวนประชากร ณ วันที่ 31 ธันวาคม ของทุกปี ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงต้องมีการปรับค่าประชากรดังกล่าวให้อยู่ในรูปจำนวนประชากรกลางปีดังต่อไปนี้

กำหนดให้ $I_{x,t}$ คือ จำนวนประชากรปลายปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี t

$L_{x,t}$ คือ จำนวนประชากรกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี t

จะได้ว่า

$$L_{x,t} = \frac{1}{2}(l_{x,t-1} + l_{x,t})$$

ในกรณีที่ค่า $L_{x,t}$ ไม่เป็นจำนวนเต็ม ให้ปัดจุดทศนิยมทิ้งเพื่อให้ได้ค่าที่เป็นจำนวนเต็ม

โดยแสดงค่าจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ ต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี ในตารางที่ 3.2 ส่วนข้อมูลของปีอื่น ๆ และของเพศหญิง จะแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ ต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี

อายุ(ปี)	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2558	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ. 2559
ต่ำกว่า 1 ปี	374,384	360,382	367,383
1	399,931	378,448	389,189
2	405,585	400,132	402,858
3	428,040	405,710	416,875
4	414,253	428,190	421,221
5	395,949	414,419	405,184
6	405,674	396,118	400,896
7	406,811	405,915	406,363
8	414,782	407,098	410,940
9	411,700	415,031	413,365
10	416,378	411,921	414,149
11	423,218	416,539	419,878
12	412,577	423,336	417,956
13	413,139	412,612	412,875
14	415,251	413,029	414,140
15	436,591	414,962	425,776
16	436,738	436,149	436,443
17	464,846	436,164	450,505
18	503,333	464,217	483,775
19	513,463	502,608	508,035
20	506,150	512,640	509,395

3.2 การหาอัตราการตายกลางปีและอัตราภาระ

เมื่อ $D_{x,t}$ คือ จำนวนการเสียชีวิตของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี t

$L_{x,t}$ คือ จำนวนประชากรกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี t

$m_{x,t}$ คือ อัตราตายกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี t โดย $m_{x,t} = \frac{D_{x,t}}{L_{x,t}}$

$q_{x,t}$ คือ อัตราภาระของคนอายุ x ปี ในปี t

จากสมมติฐานการเสียชีวิตในแต่ละช่วงอายุมีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอตลอดช่วงระยะเวลา (Uniform Distribution of Death: UDD) จะสามารถหาอัตราภาระได้ดังนี้

$$q_{x,t} = \frac{m_{x,t}}{1 + \frac{1}{2}m_{x,t}} = \frac{2m_{x,t}}{2 + m_{x,t}}$$

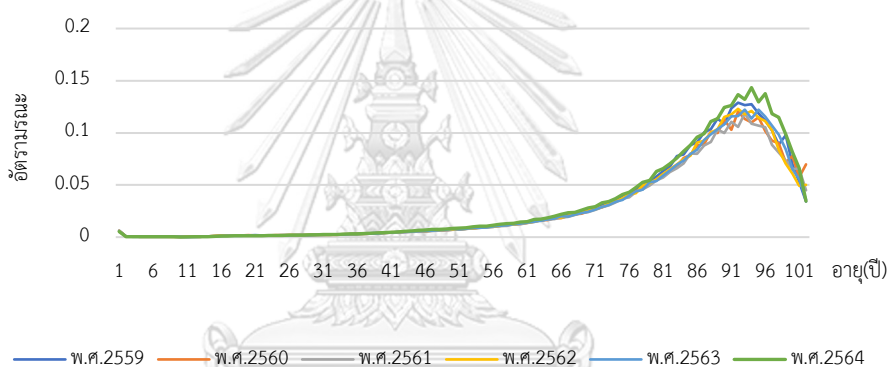
โดยตารางที่ 3.3 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตราภาระเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุ ต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี ส่วนข้อมูลของปีอื่น ๆ และของเพศหญิง จะแสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตราภาระเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี

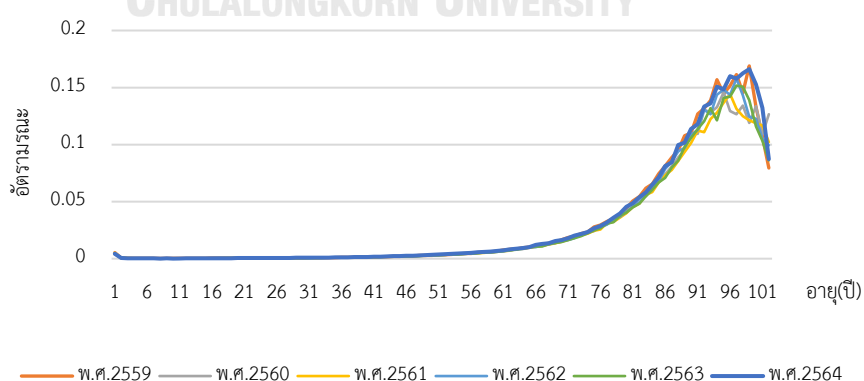
อายุ(ปี)	จำนวนการเสียชีวิต ในปี พ.ศ.2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ.2559	อัตราตายกลางปี รายอายุ	อัตราภาระ รายอายุ
ต่ำกว่า 1 ปี	2,360	367,383	0.006423814	0.006403
1	337	389,189	0.000865903	0.000866
2	244	402,858	0.000605672	0.000605
3	199	416,875	0.000477361	0.000477
4	196	421,221	0.000465314	0.000465
5	170	405,184	0.000419562	0.000419
6	173	400,896	0.000431533	0.000431
7	135	406,363	0.000332215	0.000332
8	142	410,940	0.000345549	0.000345
9	106	413,365	0.000256432	0.000256
10	120	414,149	0.000289751	0.00029
11	144	419,878	0.000342957	0.000343
12	180	417,956	0.000430667	0.000431
13	302	412,875	0.000731456	0.000731
14	451	414,140	0.001089004	0.001088

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตรามรณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 ของช่วงอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการเสียชีวิต ในปี พ.ศ.2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ.2559	อัตราตายกลางปี รายอายุ	อัตรามรณะ รายอายุ
15	607	425,776	0.001425632	0.001425
16	717	436,443	0.001642826	0.001641
17	728	450,505	0.001615964	0.001615
18	835	483,775	0.001726009	0.001725
19	906	508,035	0.001783342	0.001782
20	919	509,395	0.001804101	0.001802



แผนภาพที่ 3.2 ค่าอัตรามรณะไทยของเพศชายที่คำนวณจากข้อมูลจริงที่เป็นรายปี ตั้งแต่อายุน้อยกว่า 1 ปี ถึงอายุมากกว่า 100 ปี สำหรับปี พ.ศ. 2559-2564



แผนภาพที่ 3.3 ค่าอัตรามรณะไทยของเพศหญิงที่คำนวณจากข้อมูลจริงที่เป็นรายปี ตั้งแต่อายุน้อยกว่า 1 ปี ถึงมากกว่า 100 ปี สำหรับปี พ.ศ. 2559-2564

จากค่าอัตราการมรณะของเพศชายและเพศหญิงที่แสดงในแผนภาพที่ 3.2 และ 3.3 สำหรับปี พ.ศ. 2559 – 2564 พบว่าค่าอัตราการมรณะมีค่าสูงขึ้นตามอายุ(ยกเว้นช่วงอายุ 0-10 ปี) จนกระทั่งถึง ช่วงอายุประมาณ 90 ปี จึงมีการลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่เป็นไปตามหลักของค่าอัตราการมรณะ ดังนั้นจึง จำเป็นต้องมีการปรับแก้ต่อไป

3.3 การจัดการข้อมูลเพื่อใช้ในการทำวิจัย

การคำนวณหาอัตราการมรณะเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2559 – 2563 เพื่อเปรียบเทียบกับ พ.ศ. 2560 – 2564 และเพื่อเปรียบเทียบกับการหาอัตราการมรณะที่ได้จากการประมาณโดยตัวแบบต่าง ๆ สามารถ คำนวณได้ โดยตัวอย่างการคำนวณหาอัตราการมรณะของเพศชายสำหรับคนอายุ x ปี (q_x) ของกลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563 สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) หาจำนวนประชากรชายกลางปีเฉลี่ยของคนอายุ x ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563 (L_x)
 จำนวนประชากรชายกลางปีเฉลี่ยของคนอายุ x ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563

$$= \frac{1}{5} \{(\text{จำนวนประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2559}) + (\text{จำนวนประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2560}) + (\text{จำนวนประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2561}) + (\text{จำนวนประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2562}) + (\text{จำนวนประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2563})\}$$
- 2) หาจำนวนประชากรชายเสียชีวิตเฉลี่ยของคนอายุ x ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563 (d_x)
 จำนวนประชากรชายเสียชีวิตของคนอายุ x ปี กลุ่มปีเฉลี่ยของพ.ศ. 2559 – 2563

$$= \frac{1}{5} \{(\text{จำนวนการตายประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2559}) + (\text{จำนวนการตายประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2560}) + (\text{จำนวนการตายประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2561}) + (\text{จำนวนการตายประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2562}) + (\text{จำนวนการตายประชากรชายกลางปี พ.ศ. 2563})\}$$
- 3) หาอัตราตายกลางปีของประชากรชายอายุ x ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563 (m_x)
 อัตราตายกลางปีของประชากรชายอายุ x ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563

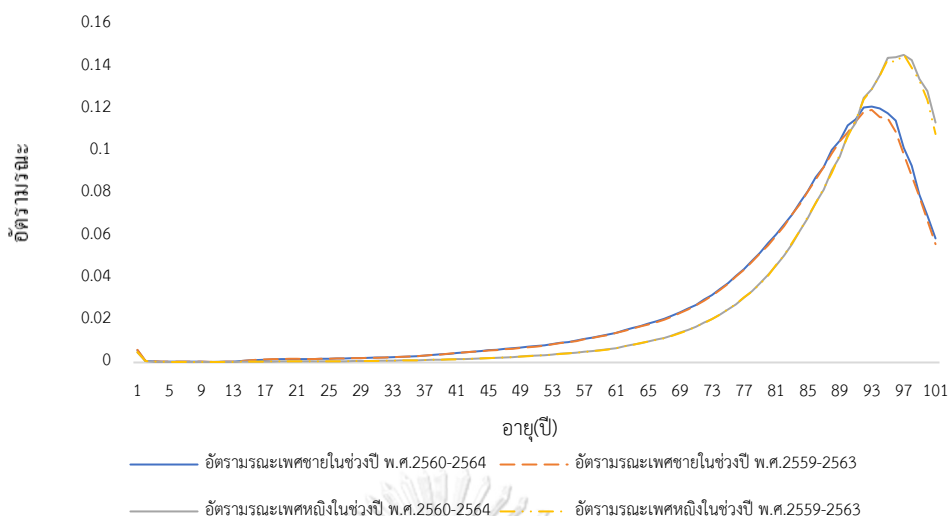
$$= \frac{\text{จำนวนการตายประชากรชายเฉลี่ยของคนอายุ } x \text{ ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563}}{\text{จำนวนประชากรชายกลางปีเฉลี่ยของคนอายุ } x \text{ ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563}}$$
- 4) หาค่าอัตราการมรณะสำหรับคนอายุ x ปี กลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563 (q_x)

$$= \frac{m_x}{1 + (0.5 \times m_x)}$$

โดยในตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 ของช่วงอายุ ต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี ส่วนข้อมูลของช่วงอายุอื่น ๆ และของเพศหญิง จะแสดงในภาคผนวก ง

ตารางที่ 3.4 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 ของช่วงอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึง 20 ปี

อายุ(ปี)	จำนวนการตายเฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2559-2563	จำนวนประชากร กลางปีเฉลี่ยช่วง ปี พ.ศ. 2559-2563	อัตราตาย กลางปี	อัตราการณะ
ต่ำกว่า 1 ปี	2,046.0	339,539.6	0.006025807	0.006007706
1	278.2	360,303.8	0.000772126	0.000771828
2	219.2	375,659.2	0.000583508	0.000583337
3	163.4	389,019.4	0.00042003	0.000419942
4	155.8	400,727.2	0.000388793	0.000388718
5	155.4	407,512.4	0.000381338	0.000381265
6	141.4	409,834.0	0.000345018	0.000344958
7	133.6	410,527.2	0.000325435	0.000325382
8	132.0	409,314.0	0.000322491	0.000322439
9	121.8	407,747.2	0.000298714	0.00029867
10	126.2	409,470.0	0.000308203	0.000308156
11	135.4	413,228.4	0.000327664	0.00032761
12	178.8	415,511.2	0.000430313	0.000430221
13	294.2	415,801.2	0.00070755	0.000707299
14	405.4	415,750.0	0.000975105	0.00097463
15	548.4	417,848.0	0.001312439	0.001311578
16	617.2	420,876.6	0.001466463	0.001465389
17	663.2	427,166.2	0.001552557	0.001551353
18	723.0	441,346.4	0.001638169	0.001636828
19	788.4	459,995.0	0.001713932	0.001712464
20	823.2	476,574.8	0.001727326	0.001725835



แผนภาพที่ 3.4 ค่าอัตราประณในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 ของเพศชายและหญิง

จากแผนภาพที่ 3.4 พบว่าอัตราประณของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 มีค่าใกล้เคียงกันมาก เช่นเดียวกับกับของเพศหญิงที่อัตราประณทั้งสองช่วงก็มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการระบาดของโควิด 19 ไม่ส่งผลต่ออัตราประณ อัตราประณของทั้งสองเพศจะมีการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงช่วงอายุประมาณ 90 ซึ่งลดลงอย่างรวดเร็ว หากเทียบอัตราประณของทั้งสองเพศ อัตราประณของเพศชายจะมีค่ามากกว่าในช่วงอายุประมาณ 30 ถึง 90 ปี แต่เมื่ออายุ 90 ปีขึ้นไป อัตราประณของเพศหญิงจะมีค่าสูงกว่าของเพศชาย แต่อย่างไรก็ตามการที่ค่าอัตราประณตั้งแต่อายุ 90 ปี ลดต่ำลงนั้นไม่เป็นไปตามกฎของอัตราประณซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับแก้ให้ถูกต้องต่อไป

จากผลการศึกษาที่พบว่าการระบาดของโควิด 19 ไม่ได้ส่งผลต่ออัตราประณในช่วงปีที่ทำการศึกษาดังนั้นในการประมาณค่าอัตราประณของผู้สูงอายุในขั้นตอนต่อไปจะพิจารณาเฉพาะข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 เท่านั้น

3.4 การปรับค่าอัตราตายกลางปีสำหรับผู้สูงอายุด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ (Coale-Kisker method)

จากตารางที่ 3.4 และแผนภาพที่ 3.4 พบว่าค่าอัตราประณมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ซึ่งในทางทฤษฎีอัตราประณควรจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องปรับค่าอัตราตายกลางปีสำหรับผู้สูงอายุให้เป็นไปตามทฤษฎีนี้ Coale และ Kisker (Coale & Kisker, 1990) จึงได้เสนอวิธีการปรับอัตราตายกลางปีรายอายุสูงๆตั้งแต่ 85 ปีถึง 110 ปี โดยกำหนดให้อัตราตายกลางปีรายอายุ 110 ปีสำหรับเพศชายเท่ากับ 1 และเพศหญิงเท่ากับ 0.8 และกำหนดสมมติฐานให้อัตราประณในรายอายุที่มากขึ้นจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่น้อยลง ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการโคล-กิสเกอร์

สำหรับอายุ $x \geq 85$ ปีและขยายอายุไปถึง $x = 110$ โดยกำหนดให้

$$k_x = k_{85} + (x-85) \cdot s$$

เมื่อ $k_x = \ln\left(\frac{m_x}{m_{x-1}}\right)$ และ s เป็นค่าคงที่

หาอัตราตายกลางปีสำหรับ $x = 85, 86, \dots, 110$ จะได้เป็น

$$m_x = m_{84} \cdot \exp\left(\sum_{i=85}^x k_i\right)$$

สำหรับ $x = 85, 86, \dots, 110$

$$\text{หรือ} \quad m_x = m_{x-1} \cdot \exp(k_x)$$

สำหรับ $x = 85, 86, \dots, 110$

จาก $k_x = k_{85} + (x-85) \cdot s$ เมื่อหาผลรวมตั้งแต่อายุ $x = 85, 86, \dots, 110$ จะได้เป็น

$$k_{85} + k_{86} + \dots + k_{110} = 26k_{85} + 325s$$

แก้สมการหาค่า s ได้จาก

$$s = -\frac{\ln(m_{84}/m_{110}) + 26k_{85}}{325}$$

ดังนั้น สามารถหาค่าอัตราตายกลางปีสำหรับ $x = 85, 86, \dots, 110$ ได้จาก

$$m_x = m_{84} \cdot \exp\left[\sum_{i=85}^x (k_{85} + (i-85) \cdot s)\right]$$

สำหรับ $x = 85, 86, \dots, 110$

$$\text{หรือ} \quad m_x = m_{x-1} \cdot \exp(k_{85} + (x-85) \cdot s) \quad \text{สำหรับ } x = 85, 86, \dots, 110$$

จากนั้นนำอัตราการตายกลางปีมาทำการหาค่าอัตราฆณะ โดยตารางที่ 3.5 ได้แสดงค่า

อัตราฆณะสำหรับผู้สูงอายุที่ปรับค่าแล้ว ด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ ของเพศชาย อายุ 85 - 100 ปีในช่วงปี

พ.ศ. 2560 - 2564 สำหรับอัตราฆณะจำแนกตามเพศและอายุ หลังการปรับค่าจะแสดงใน

ภาคผนวก จ

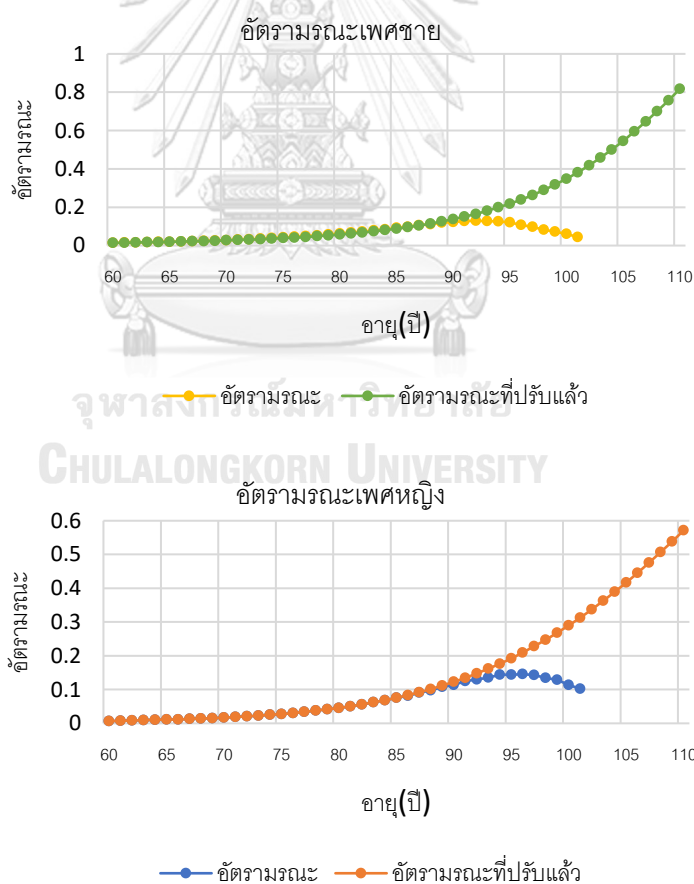
ตารางที่ 3.5 อัตราฆณะที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศชาย อายุ 85 - 110 ปี ในช่วงปี พ.ศ.

2560 - 2564

อายุ	อัตราฆณะ	อัตราฆณะ ที่ปรับแล้ว	อายุ	อัตราฆณะ	อัตราฆณะ ที่ปรับแล้ว
85	0.087719331	0.087719331	98	0.079322328	0.336372713
86	0.092474388	0.097259906	99	0.069552799	0.371582211
87	0.100537273	0.107879282	100	0.058662595	0.409888051
88	0.104958991	0.119695119	101		0.451390234
89	0.112271703	0.132835408	102		0.496148646
90	0.115024387	0.14743856	103		0.544173494

ตารางที่ 3.5 อัตราการประคองที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศชาย อายุ 85 - 110 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564 (ต่อ)

อายุ	อัตราการประคอง	อัตราการประคองที่ปรับแล้ว	อายุ	อัตราการประคอง	อัตราการประคองที่ปรับแล้ว
91	0.120629886	0.1636532	104		0.595415967
92	0.121133599	0.181637582	105		0.649759862
93	0.120215655	0.201558523	106		0.707014965
94	0.118003681	0.22358973	107		0.766913106
95	0.114469705	0.247909394	108		0.829107673
96	0.101627583	0.274696922	109		0.893177275
97	0.093098369	0.304128688	110		0.958633901



แผนภาพที่ 3.5 อัตราการประคองที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ ช่วงอายุ 60 - 110 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564

จากแผนภาพที่ 3.5 จะพบว่าค่าอัตราการจะมีค่าสูงขึ้นและเข้าสู่ 1 เมื่อทำการปรับค่าอัตราการด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ ซึ่งเป็นไปตามกฎการมรณะตามที่ต้องการ

3.5 การหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิร์ตซ์ (Gompertz model) และตัวแบบคานนิสโต (Kannisto model)

การประมาณค่าอัตราการโดยตัวแบบ จำเป็นต้องมีการคำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ ซึ่งวิธีหนึ่งในการประมาณ คือ การพิจารณาค่าของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (likelihood function) ที่ได้จากตัวแบบ โดยค่าของตัวประมาณพารามิเตอร์ที่ทำให้ค่าของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นมีค่าสูงที่สุด จะเป็นตัวประมาณพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการประมาณค่าอัตราการสำหรับตัวแบบนั้น โดยในหัวข้อนี้ได้ทำการประมาณค่าอัตราการไว้ 2 ตัวแบบ คือ ตัวแบบกอมเพิร์ตซ์ และตัวแบบคานนิสโต โดยค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สามารถใช้ได้ นั้น จะต้องทำให้อัตราการจากข้อมูลและจากตัวแบบมีความสมนัยกัน โดยใช้การทดสอบสารูปสถิติ (goodness of fit) ที่ค่าไคสแควร์ (Chi-Square Test) ยอมรับได้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หลังจากนั้นจึงนำเอาค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ไปใช้หาค่าอัตราการ และนำไปคำนวณ MAPE เพื่อใช้ในการเลือกตัวแบบในหัวข้อถัดไป โดยต่อไปจะอธิบายวิธีการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบทั้งสอง สำหรับข้อมูลอัตราการในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564 สำหรับเพศชาย และเพศหญิง โดยการทดสอบสารูปดีที่ค่าไคสแควร์ยอมรับได้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะใช้ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นในที่นี้ คือ

$$L(\theta) = \prod_{x=a}^u \{q_x(\theta)^{d_x(\theta)} p_x(\theta)^{l_x(\theta)-d_x(\theta)}\}$$

โดยที่ $q_x(\theta)$ คือ อัตราการของคนที่อายุ x ปี ถึง $x + 1$ ปี

$p_x(\theta)$ คือ อัตรารอดชีพของคนที่อายุ x ปี ถึง $x + 1$ ปี

$d_x(\theta)$ คือ จำนวนคนตายในช่วงอายุ x ปี ถึง $x + 1$ ปี

$l_x(\theta)$ คือ จำนวนปีที่คาดหมายทั้งหมดที่คนจะมีชีวิตอยู่ระหว่างอายุ x ปี ถึง $x + 1$ ปี ของกลุ่มคนทั้งหมด

ซึ่งเมื่อใส่ค่า \log ทั้งสองข้างจะได้ฟังก์ชันใหม่ คือ

$$l(\theta) = \sum_{x=60}^u \{d_x(\theta) \times \log(q_x(\theta)) + (l_x(\theta)-d_x(\theta)) \times \log(p_x(\theta))\}$$

โดยตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการทำให้ค่า $l(\theta)$ มีค่ามากที่สุด จากนั้นตัวประมาณนำตัวประมาณพารามิเตอร์ที่ได้แทนค่าในอัตราตายกลางปีของตัวแบบ (M_x) ของ

ตัวแบบทั้งสอง จากนั้นตรวจสอบความสมนัยของตัวแบบกับข้อมูลโดยใช้ค่าไคร้สแควร์จากสมการ

$$\chi^2_{\text{คำนวณ}} = \sum_{x=60}^u \left\{ \frac{(d_x(\text{จากข้อมูล}) - d_x(\text{จากตัวแบบ}))^2}{d_x(\text{จากตัวแบบ})} \right\}$$

โดยจะเลือกตัวประมาณพารามิเตอร์ และค่า u ที่มากที่สุด ที่ทำให้ค่าของ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-60,0.95}$ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวแบบกอมเพิทซ์

ทำการหาค่าประมาณพารามิเตอร์จากตัวแบบกอมเพิทซ์ ที่มีอัตราตายกลางปี คือ

$$M_x = Ce^{b(x-a+1)}$$

โดย $C = M_{a-1}$ เมื่อ M_{a-1} คือ อัตราตายกลางปีที่อายุน้อยกว่าอายุ ในช่วงเปิด 1 ปี

M_x คืออัตราตายกลางปีที่อายุ x ปี

b คือพารามิเตอร์ในตัวแบบ

a คืออายุในช่วงเปิด โดยในงานวิจัยนี้จะแบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 65, 75 และ 85 ปี

โดยใช้ค่าของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ แทนค่า l_x และ d_x ลงในฟังก์ชัน และแทน p_x และ q_x สำหรับตัวแบบกอมเพิทซ์ คือ

$$p_x = e^{\frac{C}{b}(1-e^b)e^{b(x-a+1)}}, \quad q_x = 1 - e^{\frac{C}{b}(1-e^b)e^{b(x-a+1)}}$$

ส่วนค่า u จะพิจารณาจากการตรวจสอบความสมนัยกันของตัวแบบกับข้อมูลโดยใช้ค่าไคร้สแควร์ซึ่งได้จากสมการ $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ ที่จะเลือกตัวประมาณพารามิเตอร์จากค่าที่ u มากที่สุดที่ทำให้ค่าของ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-a,0.95}$ ในที่นี้สามารถหาค่า u ได้จากโปรแกรม Matlab ดังที่แสดงผลตาม

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าอายุ u ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้สำหรับตัวแบบกอมเพิทซ์ และค่าไคร้สแควร์ที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิสำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564

เพศ	u	b	$\chi^2_{\text{คำนวณ}}$	$\chi^2_{u-60,0.95}$
ชาย	65	6.10×10^{-8}	14.0161	14.0671
หญิง	64	6.10×10^{-8}	11.0585	11.0705

จากตารางที่ 3.6 จะได้ว่าค่า u ที่มากที่สุดที่ทำให้ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-60,0.95}$ สำหรับเพศชายคือ 65 ปี และเพศหญิงคือ 64 ปี ดังนั้นค่าประมาณพารามิเตอร์ b ที่จะนำไปใช้หา

ค่าอัตราณณะของตัวแบบกอมเพิทซ์ คือ 6.10×10^{-8} สำหรับเพศชายและเพศหญิง ส่วนค่าของ u จะไม่ได้นำไปใช้ต่อ

ตัวแบบคานนิสโต

ทำการหาค่าประมาณพารามิเตอร์จากตัวแบบคานนิสโต ที่มีอัตราตายกลางปี คือ

$$M_x = \frac{Ce^{b(x-a+1)}}{1+Ce^{b(x-a+1)}}$$

$$\text{โดย } C = \frac{M_{a-1}}{1-M_{a-1}}$$

เมื่อ M_{a-1} คือ อัตราตายกลางปีที่อายุน้อยกว่าอายุในช่วงเปิด 1 ปี

M_x คืออัตราตายกลางปีที่อายุ x ปี

b คือพารามิเตอร์ในตัวแบบ

a คืออายุในช่วงเปิด โดยในงานวิจัยนี้จะแบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 65, 75 และ 85 ปี

โดยใช้ค่าของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ แทนค่า l_x และ d_x ลงในฟังก์ชัน และแทน p_x และ q_x สำหรับตัวแบบคานนิสโต คือ

$$p_x = \left(\frac{1+Ce^{b(x-a+1)}}{1+Ce^{b(x-a+2)}} \right)^{\frac{1}{b}}, \quad q_x = 1 - \left(\frac{1+Ce^{b(x-a+1)}}{1+Ce^{b(x-a+2)}} \right)^{\frac{1}{b}}$$

ส่วนค่า u จะพิจารณาจากการตรวจสอบความสมนัยกันของตัวแบบกับข้อมูลโดยใช้ค่าไควสแควร์ซึ่งได้จากสมการ $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ เลือกตัวประมาณพารามิเตอร์จากค่าที่ u มากสุดที่ทำให้ค่าของ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-60,0.95}$ โดยในที่นี้สามารถหาค่า u ได้จากโปรแกรม Matlab ดังที่แสดงผลตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าอายุ u ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้สำหรับตัวแบบคานนิสโต และค่าไควสแควร์ที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปดีสำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564

เพศ	u	b	$\chi^2_{\text{คำนวณ}}$	$\chi^2_{u-60,0.95}$
ชาย	68	0.0157	18.0570	18.3070
หญิง	67	0.0156	15.6968	16.9919

จากตารางที่ 3.7 จะได้ว่าค่า u ที่มากที่สุดที่ทำให้ $\chi^2_{\text{คำนวณ}} < \chi^2_{u-60,0.95}$ สำหรับเพศชายคือ 68 ปี และเพศหญิงคือ 67 ปี ดังนั้นตัวประมาณพารามิเตอร์ b ที่จะนำไปใช้หาค่าอัตราณณะของตัวแบบคานนิสโต คือ 0.0157 และ 0.0156 สำหรับเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ ส่วนค่าของ u จะไม่ได้นำไปใช้ต่อ

ต่อไปจะมีการนำค่าประมาณพารามิเตอร์ b ที่ได้มาทำการประมาณค่าอัตรา mortality ของแต่ละตัวแบบ จากนั้นนำค่าอัตรา mortality ที่ได้จากตัวประมาณพารามิเตอร์หา MAPE สำหรับตัวแบบนั้นๆ โดยตัวแบบที่มีค่า MAPE น้อยที่สุดจะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด

3.6 การหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต โดยใช้

วิธีการไฮริอูจิกกับโคล และวิธีการมิทรา

ในหัวข้อนี้จะแสดงการหาค่าประมาณพารามิเตอร์ b ของตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโต โดยใช้วิธีการไฮริอูจิกกับโคล และวิธีการมิทรา โดยทั้งสองวิธีเป็นดังนี้

วิธีการไฮริอูจิกกับโคล

$$e_a^{HC} = M_{a+}^{-1} e^{-\beta_a r M_{a+}^{\alpha_a}} \quad (3)$$

เมื่อ r คืออัตราการเติบโตต่อปี (annual growth rate) ของอายุในช่วงเปิด (open age interval)

α_a และ β_a คือพารามิเตอร์ของวิธีการไฮริอูจิกกับโคล

e_a^{HC} คืออายุคาดเฉลี่ยของคนที่มีอายุ a ปีขึ้นไปจากวิธีการไฮริอูจิกกับโคล

M_{a+} คืออัตรา mortality ของอายุช่วงเปิด a ปีขึ้นไป

$$\text{และ } M_{a+} = \frac{\sum_{x=a}^{\omega} M_x P_x}{\sum_{x=a}^{\omega} P_x}$$

เมื่อ M_x คืออัตราการตายกลางปีของประชากรอายุ x ปี

P_x คือจำนวนประชากรที่มีอายุ x ปี

ω คืออายุสูงสุด 110 ปี

วิธีการมิทรา

$$e_a^M = M_{a+}^{-1} e^{-r[M_{a+}^{-1} - (1+rM_{a+}^{-1})(\bar{x}-a)]} \quad (4)$$

เมื่อ r คืออัตราการเติบโตต่อปี (annual growth rate) ของอายุในช่วงเปิด (open age interval)

\bar{x} เป็นค่าเฉลี่ยอายุของประชากรในช่วงอายุเปิด ซึ่ง

$$\bar{x} = C + k_1 M_{a+}^{-1} + k_2 r M_{a+}^{-1} \quad (5)$$

โดยที่ C, k_1, k_2 เป็นพารามิเตอร์ของวิธีการมิทรา

e_a^M คืออายุคาดเฉลี่ยของคนที่มีอายุ a ปีขึ้นไปจากวิธีการมิทรา

M_{a+} คืออัตรา mortality ของอายุช่วงเปิด a ปีขึ้นไป

$$\text{และ } M_{a+} = \frac{\sum_{x=a}^{\omega} M_x P_x}{\sum_{x=a}^{\omega} P_x}$$

เมื่อ M_x คืออัตราการตายกลางปีของประชากรอายุ x ปี

P_x คือจำนวนประชากรที่อายุ x ปี

ω คืออายุสูงสุด 110 ปี

3.6.1 การหาค่าประมาณพารามิเตอร์

ในการหาค่าประมาณพารามิเตอร์ b จะนำอัตราการตายกลางปี (M_x) ของตัวแบบกอมเพิทซ์ และตัวแบบคานนิสโตไปแทนในสมการ $M_{a+} = \frac{\sum_{x=a}^{\omega} M_x P_x}{\sum_{x=a}^{\omega} P_x}$ ของวิธีการโฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา และใช้กระบวนการหาค่าที่ดีที่สุด (optimization) เพื่อหาค่าประมาณพารามิเตอร์ b ที่เหมาะสม โดยจะทำการพิจารณาในอายุช่วงเปิด 3 ช่วง คือ 65, 75 และ 85

ทำการแทนค่า P_x , $\omega = 110$ และ ค่าอัตราการเติบโตต่อปีของประชากรในช่วงอายุ a ปี ขึ้นไป (annual growth rate, r) ซึ่งหาได้จาก

$$\text{Annual growth rate (r)} = \frac{\text{จำนวนของประชากรที่เพิ่มขึ้นใน 1 ปี}}{\text{จำนวนประชากรในปีนั้น ๆ}} \times 100$$

ตารางที่ 3.8 แสดงอัตราการเติบโตต่อปีของประชากรเพศชายและเพศหญิง สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564

เพศ	อัตราการเติบโตต่อปีของประชากร (r)
ชาย	0.25656522
หญิง	0.23645561

และสำหรับค่า α_a , β_a ของวิธีการโฮริอูจิกับโคลจะใช้ค่าดั้งเดิมจากวิธีการโฮริอูจิกับโคล (Horiuchi Coale, 1982) และ C , k_1 , k_2 ของวิธีการมิทราจะใช้ค่าดั้งเดิมจากวิธีการมิทรา (Mitra, 1984) ดังนี้

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของวิธีการโฮริอูจิกับโคล และวิธีการมิทรา ที่อายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุในช่วงเปิด (a)	เพศ	α_a	β_a	C	k_1	k_2
65	ชาย	1.4	0.095	69.229	0.318	-3.18
75	ชาย	1.4	0.095	77.563	0.379	-2.398
85	ชาย	1.4	0.095	86.355	0.482	-1.863
65	หญิง	1.4	0.095	69.2	0.335	-3.67
75	หญิง	1.4	0.095	77.701	0.38	-2.676
85	หญิง	1.4	0.095	86.46	0.47	-1.883

ซึ่งค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากโปรแกรม Mathematica ออกมาดัง
ตารางที่ 3.10 – 3.11

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบกอมเพิทซ์เมื่อใช้การประมาณพารามิเตอร์
ด้วยวิธีการไฮริจิกกับโคลและวิธีการมิตรา ในอายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ของเพศชายและเพศหญิง
สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564

a	b			
	วิธีการไฮริจิกกับโคล		วิธีการมิตรา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
65	0.0426643	0.0414658	0.074062	0.0747153
75	0.0310933	0.0293692	0.0676085	0.0670236
85	0.00304478	-0.000109	0.0342718	0.0219503

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบคานนิสโตเมื่อใช้การประมาณพารามิเตอร์
ด้วยวิธีการไฮริจิกกับโคลและวิธีการมิตรา ในอายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ของเพศชายและเพศหญิง
สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564

a	b			
	วิธีการไฮริจิกกับโคล		วิธีการมิตรา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
65	0.044859	0.0435081	0.0855129	0.0863622
75	0.0331946	0.0312758	0.0786588	0.0776306
85	0.0033365	-0.00011872	0.0392359	0.0246069

3.6.2 การเปรียบเทียบตัวแบบของอายุช่วงเปิดที่ด้วยค่า MAPE

หลังจากได้ค่าพารามิเตอร์มาจากหัวข้อที่ 3.5.1 และ 3.6.1 จะนำไปหาอัตราส่วนของแต่ละ
ตัวแบบ แล้วจึงนำค่าอัตราณณะที่ได้จากตัวแบบไปคำนวณ MAPE ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$MAPE = \frac{1}{110-a+1} \sum_{x=a}^{110} \left| \frac{A_x - F_x}{A_x} \right|$$

โดย A_x คือค่าอัตราณณะที่คำนวณจากข้อมูลจริงของคนอายุ x ปี

F_x คือค่าอัตราณณะที่คำนวณจากตัวแบบของคนอายุ x ปี

a คืออายุในช่วงเปิดซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการพิจารณาอยู่ 3 ช่วงได้แก่ 65 75 และ
85 ปีขึ้นไป

ทำการหาค่า MAPE แล้วนำค่ามาเปรียบเทียบกัน ถ้าค่า MAPE ในตัวแบบใดมีค่าน้อยที่สุด นั่นคือเป็นตัวแบบที่ดีที่สุดในกลุ่มที่เปรียบเทียบ

แผนภาพที่ 3.12 จะแสดงตัวอย่างการคำนวณค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์ เพศชาย อายุช่วงเปิด 85 ปี โดยใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากหัวข้อ 3.5.1 นั่นคือ $b = 3.05 \times 10^{-8}$

ตารางที่ 3.12 ค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์ เพศชายอายุช่วงเปิด 85 ปี สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564

อายุ(ปี) (x)	อัตราการณะของเพศชายช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564		$\left \frac{A_x - F_x}{A_x} \right $
	ตัวแบบกอมเพิทซ์ (F_x)	ข้อมูลทะเบียนราษฎร (A_x)	
85	0.077151	0.087605	0.119331
86	0.083877	0.095676	0.123324
87	0.091242	0.104585	0.127579
88	0.099301	0.114418	0.132118
89	0.108115	0.125274	0.136969
90	0.117745	0.137257	0.142158
91	0.128254	0.150482	0.147714
92	0.139707	0.165073	0.153667
93	0.152168	0.181163	0.160047
94	0.165701	0.198893	0.166885
95	0.180363	0.218413	0.174212
96	0.196206	0.239878	0.182057
97	0.213276	0.263450	0.190449
98	0.231604	0.289292	0.199410
99	0.251206	0.317566	0.208963
100	0.272081	0.348429	0.219121
101	0.294204	0.382029	0.229890
102	0.317525	0.418496	0.241270
103	0.341964	0.457935	0.253248

แผนภาพที่ 3.12 ค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์ เพศชายอายุช่วงเปิด 85 ปี สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี) (X)	อัตราการณะของเพศชายช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2564		$\left \frac{A_x - F_x}{A_x} \right $
	ตัวแบบกอมเพิทซ์ (F _x)	ข้อมูลทะเบียนราษฎร (A _x)	
104	0.367412	0.500423	0.265798
105	0.393726	0.545994	0.278883
106	0.420735	0.594636	0.292449
107	0.448237	0.646276	0.306432
108	0.476007	0.700782	0.320749
109	0.503803	0.757948	0.335306
110	0.531373	0.817498	0.350000
MAPE			0.231142

โดยการหาค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์ ตัวแบบคานนิสโต ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการโฮริอูจิกกับโคล ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยวิธีการมิตรา ตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการโฮริอูจิกกับโคล และตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการมิตรา เพศชายอายุช่วงเปิด 85 ปี สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 สรุปผลได้ดังนี้

ค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์	=	0.231142
ค่า MAPE ของตัวแบบคานนิสโต	=	0.161514
ค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการโฮริอูจิกกับโคล	=	0.204329
ค่า MAPE ของตัวแบบกอมเพิทซ์โดยวิธีการมิตรา	=	0.080376
ค่า MAPE ของตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการโฮริอูจิกกับโคล	=	0.176915
ค่า MAPE ของตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการมิตรา	=	0.532372

จากค่า MAPE ที่ได้ พบว่าตัวแบบกอมเพิทซ์โดยวิธีการมิตรา ประเมินได้ดีกว่าตัวแบบอื่น สำหรับในส่วนของตารางแสดงค่า MAPE ของช่วงอายุอื่นๆ ที่ได้จากค่าประมาณพารามิเตอร์แต่ละค่าของเพศชายและเพศหญิง ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.13 – 3.14

ตารางที่ 3.13 ค่า MAPE ของเพศชาย สำหรับข้อมูลช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564

อายุ ช่วง เปิด (ปี)	ค่า MAPE ของตัวแบบ					
	ตัวแบบกอม เพ็ทซ์ โดยใช้วิธีการ ไฮริอูจิกับโคล	ตัวแบบ กอมเพ็ทซ์ โดยวิธีการ มัทธา	ตัวแบบ คานนิสโต โดยใช้วิธีการ ไฮริอูจิกับโคล	ตัวแบบ คานนิสโต โดยใช้ วิธีการมัทธา	ตัวแบบ กอมเพ็ทซ์	ตัวแบบ คานนิสโต
65	0.780396	1.627933	0.492772	1.107804	0.169669	0.148938
75	0.269589	0.868992	0.176915	0.532372	0.194449	0.167716
85	0.204329	0.080376	0.176915	0.532372	0.231142	0.161514

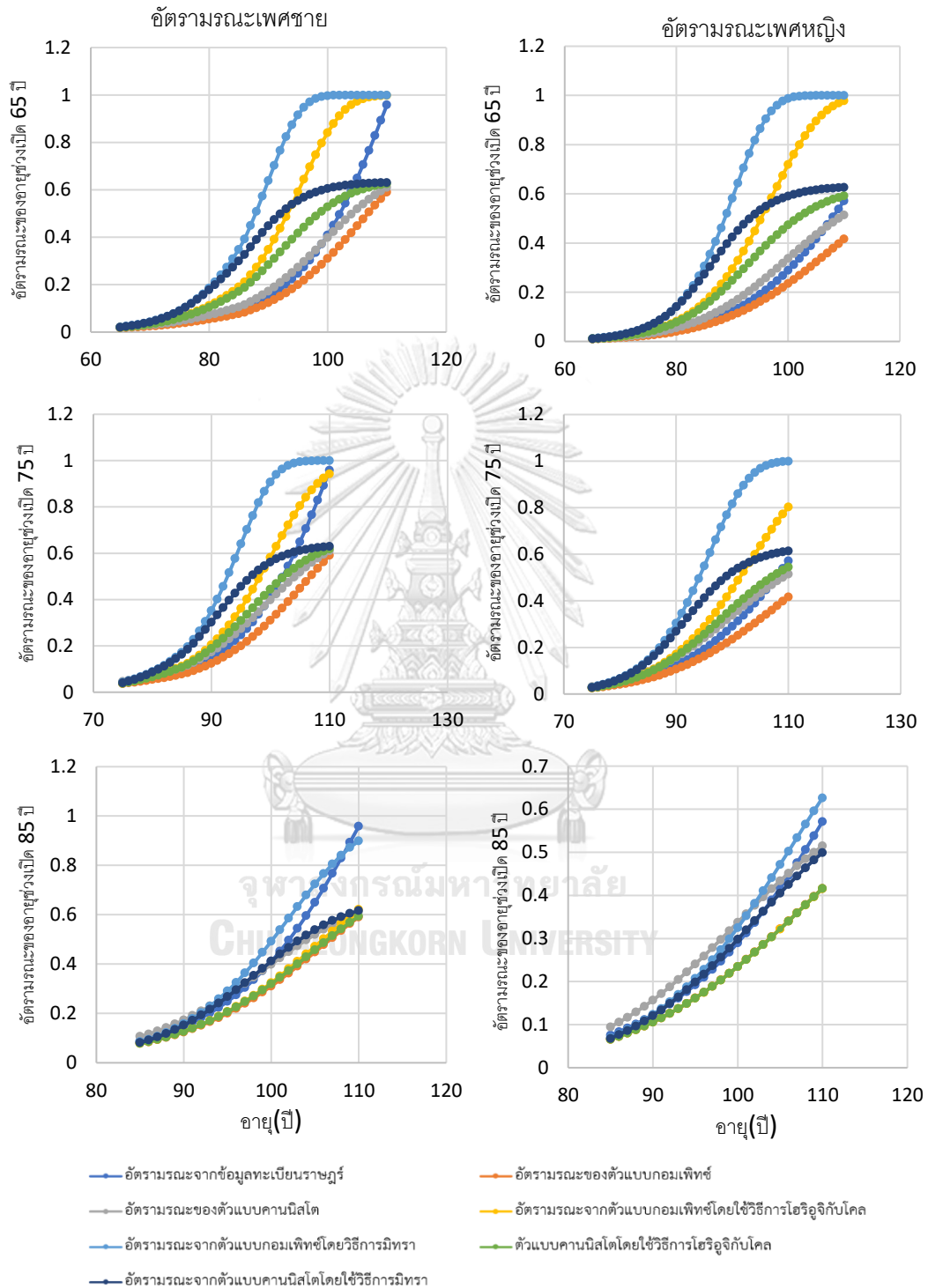
พิจารณาค่าของ MAPE พบว่า ในอายุช่วงเปิด 65 ปีขึ้นไป ตัวแบบคานนิสโตจะให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด ในอายุช่วงเปิด 75 ปีขึ้นไป ตัวแบบคานนิสโตจะให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด และในอายุช่วงเปิด 85 ปีขึ้นไป ตัวแบบกอมเพ็ทซ์โดยใช้วิธีการมัทธาจะให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด ดังนั้นสรุปได้ว่า ในอายุช่วงเปิด 65 และ 75 ปีขึ้นไป ตัวแบบที่เหมาะสมคือตัวแบบคานนิสโต และในอายุช่วงเปิด 85 ปีขึ้นไป ตัวแบบที่เหมาะสมคือตัวแบบกอมเพ็ทซ์โดยใช้วิธีการมัทธา

ตารางที่ 3.14 ค่า MAPE ของเพศหญิง สำหรับข้อมูลช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564

อายุ ช่วง เปิด (ปี)	ค่า MAPE ของตัวแบบ					
	ตัวแบบกอม เพ็ทซ์ โดยใช้วิธีการ ไฮริอูจิกับโคล	ตัวแบบ กอมเพ็ทซ์ โดยวิธีการ มัทธา	ตัวแบบ คานนิสโต โดยใช้วิธีการ ไฮริอูจิกับโคล	ตัวแบบ คานนิสโต โดยใช้ วิธีการมัทธา	ตัวแบบ กอมเพ็ทซ์	ตัวแบบ คานนิสโต
65	0.945334	2.020531	0.564525	1.350573	0.159887	0.160134
75	0.358464	1.164757	0.182416	0.681240	0.181329	0.185310
85	0.183782	0.061962	0.183453	0.042321	0.211226	0.179086

พิจารณาค่าของ MAPE พบว่า ในอายุช่วงเปิด 65 ปีขึ้นไป ตัวแบบกอมเพ็ทซ์จะให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด ในอายุช่วงเปิด 75 ปีขึ้นไป ตัวแบบกอมเพ็ทซ์จะให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด และในอายุช่วงเปิด 85 ปีขึ้นไป ตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการมัทธาจะให้ค่า MAPE ที่น้อยที่สุด ดังนั้นสรุปได้ว่า ในอายุช่วงเปิด 65 และ 75 ปีขึ้นไป ตัวแบบที่เหมาะสมคือตัวแบบกอมเพ็ทซ์ และในอายุช่วงเปิด 85 ปีขึ้นไป ตัวแบบที่เหมาะสมคือตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการมัทธา

จากตารางที่ 3.13 และ 3.14 พบว่าในอายุช่วงเปิดที่ 85 ปีขึ้นไป วิธีการมัทธาจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบทั้งเพศชายและเพศหญิง มากกว่าวิธีการไฮริอูจิกับโคล และการใช้เพียงตัวแบบกอมเพ็ทซ์กับตัวแบบคานนิสโตสำหรับข้อมูลผู้สูงอายุในไทย



แผนภาพที่ 3.6 แสดงค่าประมาณอัตรามรณะสำหรับเพศชายและหญิงในอายุช่วงเปิด 65, 75 และ 85 ปีขึ้นไป ของแต่ละตัวแบบเปรียบเทียบกับข้อมูลทะเบียนราษฎร สำหรับข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564

โดยแผนภาพที่ 3.6 พบได้ว่าในเพศชายอายุช่วงเปิด 65 และ 75 ปี ค่าประมาณอัตราภาระจากข้อมูลทะเบียนราษฎรมีค่าใกล้เคียงกับค่าประมาณอัตราภาระของตัวแบบคานนิสโต และในเพศชายอายุช่วงเปิด 85 ปี ค่าประมาณอัตราภาระจากข้อมูลทะเบียนราษฎรมีค่าใกล้เคียงกับค่าประมาณอัตราภาระของตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการมิตรา ส่วนในเพศหญิงอายุช่วงเปิด 65 และ 75 ปี ค่าประมาณอัตราภาระจากข้อมูลทะเบียนราษฎรมีค่าใกล้เคียงกับค่าประมาณอัตราภาระของตัวแบบกอมเพิทซ์ และในเพศหญิงอายุช่วงเปิด 85 ปี ค่าประมาณอัตราภาระจากข้อมูลทะเบียนราษฎรมีค่าใกล้เคียงกับค่าประมาณอัตราภาระของตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการมิตรา ซึ่งสอดคล้องกับผลของตารางที่ 3.13 และ 3.14

3.6.3 การเลือกตัวแบบเพื่อใช้ในการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยของแบบประกันชีวิต ตัวอย่าง

ในหัวข้อที่แล้วเราได้ตัวแบบที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุของข้อมูลทั้ง 2 ชุด ของเพศชายและเพศหญิง ในหัวข้อนี้จึงจะทำการเลือกตัวแบบของทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยแสดงในตารางที่ 3.21

ตารางที่ 3.15 ตัวแบบที่ทำการเลือกของเพศชายและเพศหญิง

อายุในช่วงเปิด (a)	ตัวแบบที่เหมาะสมในแต่ละเพศ	
	ชาย	หญิง
65	ตัวแบบคานนิสโต	ตัวแบบกอมเพิทซ์
75	ตัวแบบคานนิสโต	ตัวแบบกอมเพิทซ์
85	ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยวิธีการมิตรา	ตัวแบบคานนิสโตโดยวิธีการมิตรา

จากตารางพบว่าในอายุช่วงเปิด 65 และ 75 ปี ของเพศชาย ตัวแบบที่เหมาะสม คือ ตัวแบบคานนิสโต อายุช่วงเปิด 85 ปี ของเพศชายตัวแบบที่เหมาะสม คือ ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยวิธีการมิตรา สำหรับของเพศหญิง 65 และ 75 ปี ตัวแบบที่เหมาะสม คือ ตัวแบบกอมเพิทซ์ และในอายุช่วงเปิด 85 ปี ตัวแบบที่เหมาะสม คือ ตัวแบบคานนิสโตโดยวิธีการมิตรา โดยในบทต่อไปจะนำค่าอัตราภาระที่ได้จากตัวแบบที่เหมาะสมไปทำการคำนวณหาเบี้ยประกันภัยของแบบประกันชีวิตตัวอย่าง

บทที่ 4

เบี้ยประกันภัยสุทธิของการประกันชีวิตแบบบำนาญตัวอย่าง

ในบทนี้จะนำอัตราธรรมะของผู้สูงอายุไทยที่ได้จากบทที่ 3 มาคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิของการประกันชีวิตแบบบำนาญที่เป็นตัวอย่าง ซึ่งใช้หลักการของมูลค่าปัจจุบันทางประกันภัย (Actuarial Present Value หรือ APV) โดยตารางที่ 4.1 และแผนภาพที่ 4.1 แสดงอัตราธรรมะที่ได้จากบทที่ 3 ในช่วงอายุ 30 – 110 ปี ของเพศชายและหญิง โดยในช่วงอายุ 30 – 64 ปี จะใช้อัตราธรรมะจากข้อมูลทะเบียนราษฎร และในช่วงอายุ 65 – 110 ปี จะใช้อัตราธรรมะที่ได้จากตัวแบบที่เลือกในบทที่แล้ว โดยสำหรับเพศชายในช่วงอายุ 65 – 84 ปี จะใช้อัตราธรรมะที่ได้จากตัวแบบคานนิสโต อายุ 85 - 110 ปี จะใช้อัตราธรรมะที่ได้จากตัวแบบกอมเฟทซ์โดยวิธีการมิตรา สำหรับอัตราธรรมะของเพศหญิง ในช่วงอายุ 65 – 84 ปี จะใช้อัตราธรรมะที่ได้จากตัวแบบกอมเฟทซ์ และในช่วงอายุ 85 - 110 ปี จะใช้อัตราธรรมะที่ได้จากตัวแบบคานนิสโตโดยวิธีการมิตรา

ตารางที่ 4.1 อัตราธรรมะในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง

อายุ (ปี)	อัตราธรรมะเพศชาย	อัตราธรรมะเพศหญิง
30	0.002317468	0.000777004
31	0.002361046	0.000790386
32	0.00251281	0.000843474
33	0.002658379	0.00092834
34	0.002885075	0.000991496
35	0.003007441	0.001064542
36	0.003256457	0.001141932
37	0.003526763	0.001261338
38	0.003796893	0.001365222
39	0.004061674	0.001449649
40	0.004508148	0.001527902
41	0.00472201	0.001672026
42	0.005141736	0.001803647
43	0.005330355	0.001947468
44	0.005831727	0.002061532
45	0.006026862	0.002239773

ตารางที่ 4.1 อัตราภาระในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

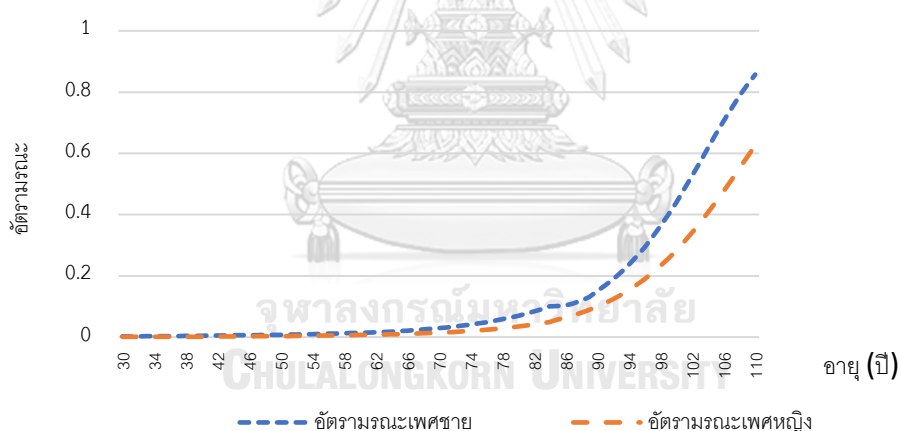
อายุ (ปี)	อัตราภาระเพศชาย	อัตราภาระเพศหญิง
46	0.0064642	0.002416182
47	0.006677875	0.002583791
48	0.007107541	0.002832633
49	0.007489735	0.003045341
50	0.007798942	0.003269358
51	0.00817646	0.003468587
52	0.008758741	0.003783248
53	0.009357083	0.004105963
54	0.009705642	0.004385751
55	0.010337333	0.004681837
56	0.01112284	0.005061544
57	0.01181257	0.00537673
58	0.012470017	0.005788586
59	0.013241438	0.00626261
60	0.014016362	0.006795968
61	0.014856191	0.007378565
62	0.015767047	0.008015234
63	0.016755695	0.0087113
64	0.017829618	0.009472638
65	0.0194819433	0.009427918
66	0.0210541644	0.01025281
67	0.0227796530	0.011155041
68	0.0246745977	0.01214219
69	0.0267569315	0.013222597
70	0.0290465035	0.014405426
71	0.03156526	0.015700752
72	0.034337433	0.017119641

ตารางที่ 4.1 อัตราภาระในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	อัตราภาระเพศชาย	อัตราภาระเพศหญิง
73	0.037389736	0.018674243
74	0.040751558	0.020377893
75	0.044455153	0.022245209
76	0.048535817	0.024292211
77	0.053032043	0.026536427
78	0.057985635	0.02899702
79	0.063441768	0.031694906
80	0.069448972	0.034652884
81	0.076059014	0.037895752
82	0.083326641	0.041450431
83	0.091309153	0.045346069
84	0.10006576	0.049614143
85	0.10167593	0.057262579
86	0.103605267	0.063995457
87	0.109563018	0.071506933
88	0.118636332	0.079878848
89	0.133225059	0.089199001
90	0.149557843	0.099560809
91	0.16780082	0.11106267
92	0.188120578	0.123806991
93	0.210678401	0.137898766
94	0.235622701	0.153443664
95	0.263079454	0.170545504
96	0.293140564	0.189303072
97	0.325850283	0.209806216
98	0.361190103	0.232131182
99	0.399062938	0.256335243

ตารางที่ 4.1 อัตราภาระในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	อัตราภาระเพศชาย	อัตราภาระเพศหญิง
100	0.439277881	0.282450692
101	0.481537359	0.310478395
102	0.52542898	0.340381195
103	0.570424631	0.372077573
104	0.615889369	0.405436119
105	0.661101992	0.440271435
106	0.705287985	0.476342189
107	0.747663612	0.513352016
108	0.787487685	0.55095388
109	0.8241153	0.588758264
110	0.857046335	0.626345269



แผนภาพที่ 4.1 อัตราภาระในช่วงอายุ 30 – 110 ปี สำหรับเพศชายและเพศหญิง

จากตารางที่ 4.1 และแผนภาพที่ 4.1 อัตราภาระของเพศชายและเพศหญิงจะเพิ่มขึ้นตามอายุ และมีค่าเข้าใกล้ 1 โดยอัตราภาระเพศชายจะมากกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ และมีค่าต่างกันมากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น

ในหัวข้อถัดไป จะนำอัตราภาระจากตารางที่ 4.1 ไปคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสุทธิโดยใช้แบบประกันชีวิตตัวอย่างจากหัวข้อที่ 2.6

4.1 เบี้ยประกันภัยสุทธิของการประกันชีวิตแบบบำนาญที่เป็นตัวอย่าง

จากแบบประกันชีวิตตัวอย่างในหัวข้อที่ 2.6 จะสามารถคำนวณหาเบี้ยประกันภัยสุทธิ โดยใช้หลักการของการเท่ากัน จะได้ว่า

$$E[\text{Present value of premiums}] = E[\text{Present value of benefits}]$$

โดย
$$E[\text{Present value of premiums}] = P \cdot \ddot{a}_{x:\overline{10}|}$$

ซึ่งในการคิดผลประโยชน์ (Benefit) จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลประโยชน์กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิต (Death Benefit) และ ผลประโยชน์กรณีผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ (Survival Benefit) กำหนดให้จำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1 บาท และ $x = 30, 31, \dots, 50$ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$E[\text{Death Benefit}]$$

$$= P(10 \cdot {}_{60-x}|A_{x:\overline{25}|}^1 + 10 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 + 1.03 \cdot \{(IA)_{x:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10}|A_{x:\overline{50-x}|}^1\}) - (0.08 \cdot {}_{60-x}|(IA)_{x:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{85-x}|(IA)_{x:\overline{26}|}^1)$$

$$E[\text{Survival Benefit}] = 0.08 \cdot {}_{60-x}| \ddot{a}_{x:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{85-x}| \ddot{a}_{x:\overline{26}|}$$

จาก $E[\text{Present value of premiums}] = E[\text{Present value of benefits}]$ จะได้ว่า

$$P \cdot \ddot{a}_{x:\overline{10}|} = P(10 \cdot {}_{60-x}|A_{x:\overline{25}|}^1 + 10 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 + 1.03 \cdot \{(IA)_{x:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10}|A_{x:\overline{50-x}|}^1\}) - (0.08 \cdot {}_{60-x}|(IA)_{x:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{85-x}|(IA)_{x:\overline{26}|}^1) + 0.08 \cdot {}_{60-x}| \ddot{a}_{x:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{85-x}| \ddot{a}_{x:\overline{26}|}$$

เมื่อทำการแก้สมการหา P

$$P = \frac{0.08 \cdot {}_{60-x}| \ddot{a}_{x:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{85-x}| \ddot{a}_{x:\overline{26}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{10}|} - 10 \cdot {}_{60-x}|A_{x:\overline{25}|}^1 - 10 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 - 1.03 \cdot \{(IA)_{x:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10}|A_{x:\overline{50-x}|}^1\}} - \frac{0.08 \cdot {}_{60-x}|(IA)_{x:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{85-x}|(IA)_{x:\overline{26}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{10}|} - 10 \cdot {}_{60-x}|A_{x:\overline{25}|}^1 - 10 \cdot {}_{85-x}|A_{x:\overline{26}|}^1 - 1.03 \cdot \{(IA)_{x:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10}|A_{x:\overline{50-x}|}^1\}}$$

ตัวอย่างการหาเบี้ยประกันภัยของแบบประกันชีวิตตัวอย่างของผู้เอาประกันภัยอายุ 45 ปี เมื่อกำหนดให้จำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1 บาท สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P = \frac{0.08 \cdot {}_{15}| \ddot{a}_{45:\overline{25}|} + 0.05 \cdot {}_{40}| \ddot{a}_{45:\overline{26}|}}{\ddot{a}_{45:\overline{10}|} - 10 \cdot {}_{15}|A_{45:\overline{25}|}^1 - 10 \cdot {}_{40}|A_{45:\overline{26}|}^1 - 1.03 \cdot \{(IA)_{45:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10}|A_{45:\overline{5}|}^1\}} - \frac{0.08 \cdot {}_{15}|(IA)_{45:\overline{25}|}^1 + 2 \cdot {}_{40}|A_{45:\overline{26}|}^1 + 0.05 \cdot {}_{40}|(IA)_{45:\overline{26}|}^1}{\ddot{a}_{45:\overline{10}|} - 10 \cdot {}_{15}|A_{45:\overline{25}|}^1 - 10 \cdot {}_{40}|A_{45:\overline{26}|}^1 - 1.03 \cdot \{(IA)_{45:\overline{10}|}^1 + 10 \cdot {}_{10}|A_{45:\overline{5}|}^1\}}$$

โดยเบี้ยประกันภัยสุทธิของเพศชายและเพศหญิงของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 ถึง 50 ปี กำหนดให้จำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาทแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ

อายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ	
	เพศชาย	เพศหญิง
30	46.0904	52.3924
31	48.9888	54.7417
32	52.1961	57.2557
33	55.7625	59.9517
34	59.7496	62.8492
35	64.2339	65.9704
36	69.3114	69.3413
37	75.1044	72.9916
38	81.7710	76.9561
39	89.5197	81.2757
40	98.6307	85.9981
41	109.4897	91.1805
42	122.6437	96.8907
43	138.8934	103.2111
44	159.4604	110.2414
45	186.3046	118.1045
46	222.7849	126.9527
47	275.1709	136.9783
48	356.6741	148.4262
49	500.7241	161.6140
50	813.1082	173.4800

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าเมื่อผู้เอาประกันภัยมีอายุมากขึ้น เบี้ยประกันภัยสุทธิจะมีค่ามากขึ้นด้วย และสำหรับความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่าเบี้ยประกันภัยของเพศชายมีค่าน้อยกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 30 – 36 ปี แต่มากกว่าในช่วงอายุ 37 – 50 ปี เนื่องจากอัตราธรรมะของเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิงในช่วงอายุสูงมาก ๆ รวมถึงแบบประกันภัยมิได้ให้ผลประโยชน์กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตไว้ด้วย (ดูผลประโยชน์ในตารางที่ 2.3) จึงส่งผลให้เบี้ยประกันภัยมีค่ามากกว่า

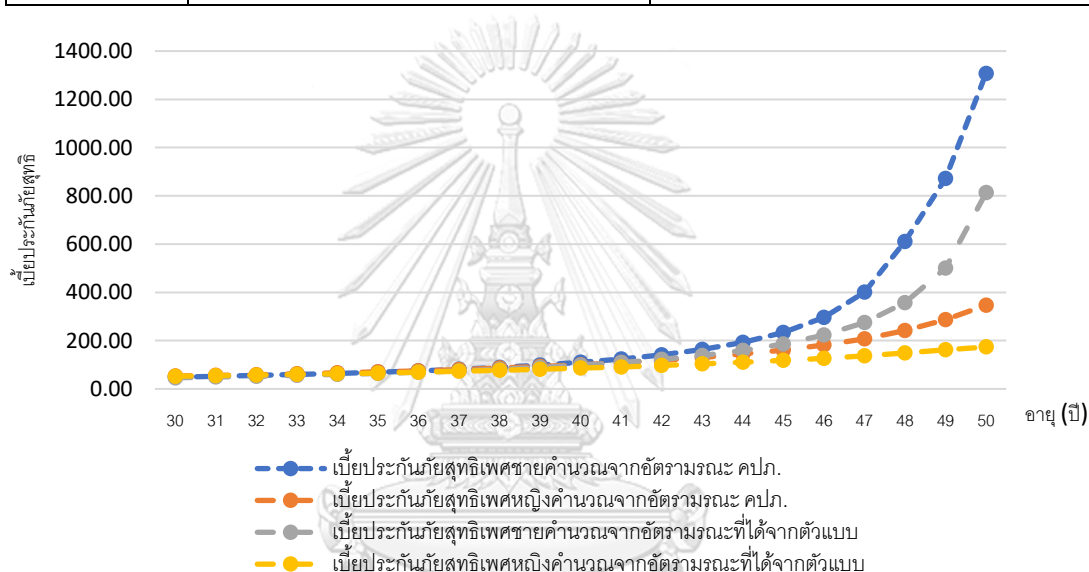
หากทำการหาเบี้ยประกันภัยโดยใช้อัตราธรรมะตามตารางบำนาญไทย ปี 2552 ที่ประกาศจากคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย จะสามารถคำนวณได้ดังตารางที่ 4.4 และค่าอัตราธรรมะสามารถดูได้ที่ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 4.3 เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ คำนวณโดยใช้อัตราธรรมะตามตารางบำนาญไทย ปี 2552

อายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ	
	เพศชาย	เพศหญิง
30	48.7755	53.1886
31	51.9550	56.0712
32	55.4967	59.2158
33	59.4647	62.6590
34	63.9395	66.4441
35	69.0228	70.6236
36	74.8457	75.2610
37	81.5796	80.4344
38	89.4531	86.2403
39	98.7780	92.8001
40	109.9911	100.2679
41	123.7238	108.8429
42	140.9235	118.7870
43	163.0803	130.4515
44	192.6794	144.3189
45	234.1991	161.0701
46	296.6087	181.6987

ตารางที่ 4.3 เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ คำนวณโดยใช้อัตรามรณะตามตารางบำนาญไทย ปี 2552 (ต่อ)

อายุ (ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ	
	เพศชาย	เพศหญิง
47	400.8808	207.7129
48	610.1662	241.5184
49	871.6660	287.2023
50	1307.4990	347.2294



แผนภาพที่ 4.2 เบี้ยประกันภัยสุทธิต่อจำนวนเงินเอาประกันภัยคือ 1,000 บาท ของผู้เอาประกันภัยอายุ 30 - 50 ปี จำแนกตามเพศ คำนวณโดยใช้อัตรามรณะตามตารางบำนาญไทย ปี 2552 และจากตัวแบบ

โดยจากแผนภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 พบว่าเบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้จากตารางบำนาญไทย ปี 2552 จะมีค่ามากกว่าที่คำนวณได้จากตัวแบบที่ทำการเลือกในบทที่ 3 เนื่องจากอัตราณะจากตารางบำนาญไทยมีค่ามากกว่าอัตราณะจากตัวแบบ และเบี้ยประกันภัยสุทธิของเพศชายจะมีค่ามากกว่าของเพศหญิงทั้งเบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้จากตารางบำนาญไทย ปี 2552 และจากเบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้จากตัวแบบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้คำนวณเบี้ยประกันภัยสุขภาพของการประกันชีวิตแบบบำนาญตัวอย่าง ระยะเวลาคุ้มครองถึง 110 ปี โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นแรก ได้ประมาณค่าอัตราณณะและพยากรณ์อัตราณณะไทย โดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปีระหว่างปี พ.ศ. 2558 – 2564 จำแนกตามเพศและรายอายุ จากกระทรวงมหาดไทย และข้อมูลจำนวนการตาย ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2564 จำแนกตามเพศและรายอายุ จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข หลังจากนั้น ในช่วงอายุ 85 – 110 ปี ได้ทำการปรับค่าอัตราตายกลางปีสำหรับผู้สูงอายุด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพื่อให้อัตราณณะสอดคล้องกับกฎของอัตราณณะ คือ เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ค่าอัตราณณะจะเพิ่มขึ้น จากการศึกษาพบว่าการระบาดของโรคโควิด 19 ไม่ส่งผลต่ออัตราณณะ ต่อมาได้ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์และนำมาคำนวณค่าอัตราณณะของแต่ละตัวแบบ โดยเปรียบเทียบการประมาณค่าอัตราณณะของผู้สูงอายุในอายุช่วงเปิด 65 75 และ 85 ปี ทั้งหมด 6 ตัวแบบ คือ 1) ตัวแบบกอมเพิทซ์ 2) ตัวแบบคานนิสโต 3) ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์โฮริอูจิกกับโคล 4) ตัวแบบกอมเพิทซ์โดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์มิทรา 5) ตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์โฮริอูจิกกับโคล และ 6) ตัวแบบคานนิสโตโดยใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์มิทรา จากวิจัยทำการเปรียบเทียบแต่ละตัวแบบด้วยวิธี MAPE โดยในเพศชายและเพศหญิงช่วงอายุ 30 – 64 ปี จะใช้อัตราณณะจากข้อมูลทะเบียนราษฎร ส่วนในเพศชายสำหรับช่วงอายุ 65 – 84 ปี จะใช้อัตราณณะที่ได้จากตัวแบบคานนิสโตและในอายุ 85 - 110 ปี จะใช้อัตราณณะที่ได้จากตัวแบบกอมเพิทซ์โดยวิธีการมิทรา สำหรับอัตราณณะของเพศหญิง ในช่วงอายุ 65 – 84 ปี จะใช้อัตราณณะที่ได้จากตัวแบบกอมเพิทซ์ และในช่วงอายุ 85 - 110 ปี จะใช้อัตราณณะที่ได้จากตัวแบบคานนิสโตโดยวิธีการมิทรา ดังนั้นวิธีการมิทราจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมกว่าการใช้วิธีโฮริอูจิกกับโคล และการใช้เพียงตัวแบบกอมเพิทซ์กับตัวแบบคานนิสโตสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ช่วงสูงอายุในไทยทั้งในเพศชายและหญิง

จากนั้นนำอัตราณณะที่ได้จากตัวแบบไปคำนวณเบี้ยประกันภัยของสัญญาประกันชีวิตแบบบำนาญตัวอย่างที่มีระยะเวลาการชำระเบี้ยประกันภัย 10 ปี เป็นรายปี อายุของผู้เอาประกันภัย คือ 30 ถึง 50 ปี โดยคุ้มครองจนถึงอายุครบ 110 ปี และใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละสองต่อปี ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุขภาพ กำหนดให้จำนวนเงินเอาประกันภัยเป็น 1,000 บาท ซึ่งผลประโยชน์ที่ได้รับในกรณีผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่จะรับเงินบำนาญทุกปี โดย ณ วันครบรอบปีกรรมธรรม์ที่อายุครบ 60 ปี

จนถึงอายุครบ 85 ปี จะได้รับปีละ 8% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย และ รับเงินบำนาญทุกปี หลังจากวันครบรอบปีกรมธรรม์ที่อายุครบ 85 ไปจนถึงอายุครบ 110 ปี จะได้รับปีละ 5% ของจำนวนเงินเอาประกันภัย ในกรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตในช่วงก่อนรับเงินบำนาญ บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 103% ของเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมด กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตในช่วงที่ยังได้รับเงินบำนาญไม่ครบ 25 ปี บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมดหักด้วยเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว และกรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตในช่วงที่ได้รับเงินบำนาญครบ 25 ปี บริษัทจะจ่ายจำนวนเงินให้แก่ผู้รับผลประโยชน์ 100% ของเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้แก่บริษัทมาแล้วทั้งหมดหักด้วยเงินบำนาญที่จ่ายไปแล้ว โดยหากผลรวมของเงินบำนาญที่บริษัทจ่ายไปแล้วมากกว่าเบี้ยประกันภัยที่ได้ชำระให้บริษัทแล้วทั้งหมด บริษัทจะไม่จ่ายผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต ซึ่งพบว่าเมื่อผู้เอาประกันภัยมีอายุมากขึ้น เบี้ยประกันภัยสุทธิจะมีค่ามากขึ้นด้วย เบี้ยประกันภัยของเพศชายมีค่าน้อยกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 30 – 44 ปี แต่มากกว่าในช่วงอายุ 45 – 50 ปี เนื่องจากอัตราการณะของเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิงในช่วงอายุสูงมาก ๆ รวมถึงแบบประกันภัยมิได้ให้ผลประโยชน์กรณีผู้เอาประกันภัยเสียชีวิตไว้ด้วย จึงส่งผลให้เบี้ยประกันภัยมีค่ามากกว่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบเบี้ยประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้จากตารางบำนาญไทย ปี 2552 จะมียุทธศาสตร์ที่คำนวณได้จากตัวแบบที่ทำการเลือก เนื่องจากอัตราการณะจากตารางบำนาญไทยมีค่ามากกว่าอัตราการณะจากตัวแบบ

5.2 อภิปรายผล

อัตราการณะของผู้สูงอายุที่ประมาณได้ตั้งแต่อายุ 65 – 110 ปี โดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรปลายปี และข้อมูลจำนวนการตาย ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2564 เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Dalkhat M. Ediev เรื่อง Constrained mortality extrapolation to old age ที่จัดทำขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 2017 พบว่าการประมาณพารามิเตอร์ด้วยวิธีไฮริจิกกับโคลและมิทราช่วยปรับปรุงการประมาณค่าในช่วงอายุมาก ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยชิ้นนี้โดยในช่วงอายุ 85 - 110 ปี จะใช้อัตราการณะที่ได้จากตัวแบบกอมเพทซ์โดยวิธีการมิทราสำหรับเพศชาย และในช่วงอายุ 85 - 110 ปี จะใช้อัตราการณะที่ได้จากตัวแบบคานนิสโตโดยวิธีการมิทราสำหรับเพศหญิง

อัตราการณะที่คำนวณได้จากตัวแบบที่เลือกในช่วงอายุ 30 – 110 ปี พบว่าอัตราการณะเพศชายจะมีค่ามากกว่าอัตราการณะเพศหญิงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รัชนิกร เขาเรียง ในปี พ.ศ. 2546 ซึ่งได้ทำการศึกษาคำนวณค่านิสมิตมาใช้ในการประมาณค่าอัตราการณะของผู้สูงอายุไทย พบว่าอัตราการณะของผู้สูงอายุเพศชายจะมีค่ามากกว่าอัตราการณะของผู้สูงอายุเพศหญิงเช่นกัน

สำหรับการหาค่าอัตราการณะ พบว่าอัตราการณะของกลุ่มปี พ.ศ. 2559 – 2563 มีค่าใกล้เคียงกันกับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 นั่นคือการระบาดของโควิด 19 นั้นไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการณะอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลงานวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Kasper P. Keep และคณะ เรื่อง Estimates of excess mortality for the five Nordic countries during the Covid-19 pandemic 2020-2021 ในปี ค.ศ. 2022 ซึ่งได้ศึกษาการประมาณค่าการเสียชีวิตมากเกินไประหว่างการระบาดของโควิด 19 ในช่วง ค.ศ. 2015 – 2019 เปรียบเทียบกับข้อมูลของปี ค.ศ. 2020 และปี ค.ศ. 2021 ที่เกิดการระบาดของโควิด 19 โดยใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศนอร์ดิก 5 ประเทศ คือ เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ไอซ์แลนด์ นอร์เวย์ และสวีเดน พบว่าอัตราการณะในปี ค.ศ. 2020 และปี ค.ศ. 2021 มีความใกล้เคียงกับในช่วง ค.ศ. 2015 – 2019 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการรักษาพยาบาลหรือคุณภาพของข้อมูลประชากรในแต่ละประเทศ

เมื่อนำเบี่ยงประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้ มาพิจารณาเปรียบเทียบกับเบี่ยงประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้จากตารางบำนาญไทย ปี 2552 พบว่าเบี่ยงประกันภัยมีค่าไปในทิศทางเดียวกัน โดยเบี่ยงประกันประกันภัยสุทธิที่คำนวณได้จากตารางบำนาญไทย ปี 2552 จะมีค่ามากกว่าที่คำนวณได้จากตัวแบบที่ทำการเลือก และเบี่ยงประกันภัยจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออายุผู้เอาประกันภัยมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้ไม่มีข้อมูลจริงของอัตราการณะในช่วงอายุ 100 ปีขึ้นไป งานวิจัยนี้ใช้วิธีการหาค่าอัตราตายกลางปีสำหรับผู้สูงอายุด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ หากสามารถหาข้อมูลจริงของประชากรที่มีอายุมากกว่า 100 ปี เป็นรายอายุได้ ย่อมทำให้การหาอัตราการณะในผู้สูงอายุมีความถูกต้องมากขึ้น
- 2) เนื่องจากในการประมาณค่าอัตราการณะของผู้สูงอายุไทย จำเป็นต้องใช้ข้อมูลรายปีเป็นจำนวนหลายปี ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลย้อนหลังเพียง 5 ปี เท่านั้น หากต้องการศึกษาอัตราการณะของกลุ่มประชากรผู้สูงอายุในกลุ่มรุ่นเดียวกัน ควรจะต้องมีข้อมูลย้อนหลังเพิ่มเติมให้มากขึ้น
- 3) สำหรับตัวแบบต่างๆ และการใช้ทฤษฎีอื่นๆ ในการประมาณหาค่าอัตราการณะ ยังมีอีกหลายตัวแบบหลายทฤษฎี เช่น ตัวแบบเมคแฮม ตัวแบบโลจิสติก ตัวแบบแรงโน้มถ่วง ทฤษฎีค่าสุตซิด เป็นต้น โดยแต่ละตัวแบบมีความเหมาะสมกับช่วงอายุที่แตกต่างกัน และมีรูปแบบการแสดงค่าที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเพิ่มตัวแบบเพื่อใช้พิจารณาอัตราการณะจะช่วยให้ได้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงความจริงยิ่งขึ้น
- 4) ในการคำนวณเบี่ยงประกันภัยของงานวิจัยนี้ได้ใช้อัตราดอกเบี้ยที่คงที่ที่ร้อยละ 2 ต่อปี ตลอดอายุกรมธรรม์ ซึ่งในตามจริง อัตราดอกเบี้ยอาจจะไม่คงที่ตามข้อกำหนดและกฎหมายใน

ประเทศและต่างประเทศแตกต่างกันออกไป ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปน่าจะทำการคำนวณ เบี้ยประกันภัยให้สอดคล้องกับอัตราดอกเบี้ยที่ไม่คงที่ด้วย

- 5) เนื่องจากตัวแบบที่ทำการเลือกมาไม่ได้มีการทดสอบความแม่นยำจากข้อมูลจริง ซึ่งหากต้องการนำไปใช้ อาจต้องทดลองกับชุดข้อมูลจริงและนำไปปรับใช้ตามความเหมาะสม



บรรณานุกรม

- กรมสุขภาพจิต. (2563). ก้าว่างของประเทศไทยสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์แบบ. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2564 from <https://www.dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=30476>
- รัฐวิฑิตี ชัยวัฒน์. (2560). การบริหารความเสี่ยงภัย และการประกันภัยในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชนีพร เขาเรียง. (2546). การประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทย วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สยมภู สายชลพิทักษ์. (2553). การประมาณค่าอัตราการมรณะของผู้สูงอายุไทยโดยใช้ตัวแบบคานานิสโต ตัวแบบเมคแฮม ตัวแบบอินเวอร์สเมคแฮม และทฤษฎีค่าสุดขีด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย. (2564). วัยเกษียณ. [ออนไลน์], สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2564. เข้าถึงได้จาก: <https://www.oic.or.th/th/education/consumer/retiremen>
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย. (2560). ตารางมรณะไทย ปี 2560. [ออนไลน์], สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2564. เข้าถึงได้จาก: <https://www.oic.or.th/th/consumer/87479>
- Beard, R. (1963). A theory of mortality based on actuarial, biological, and medical considerations. *Proceedings of the International Population Conference*,
- Coale, A. J. (1985). "Estimating the expectation of life at old ages: comments on the article by Mitra." *Population Studies* 39(3): 507-509.
- Coale, A. J. and E. E. Kisker (1990). Defects in data on old-age mortality in the United States: New procedures for calculating mortality schedules and life tables at the (Beard, 1963) highest ages. *Asian and Pacific Population Forum*.
- Doray, L. G. (2008). Inference for Logistic-type Models for the Force of Mortality. *Living to 100 symposium*, Society of Actuaries
- Ediev, D. M. (2018). Constrained mortality extrapolation to old age: an empirical assessment. *European Journal of Population*, 34(3), 441-457.
- Ediev, D. M. (2018). Expectation of life at old age: revisiting Horiuchi-Coale and reconciling with Mitra. *Genus*, 74(1), 1-15.

Gavrilov, L. A., & Gavrilova, N. S. (2019). New trend in old-age mortality:

Gompertzialization of mortality trajectory. *Gerontology*, 65(5), 451-457.

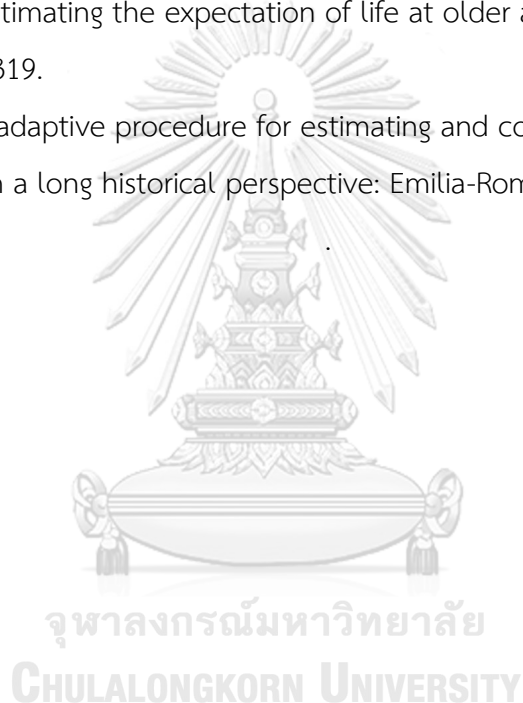
Horiuchi, S. and A. J. Coale (1982). "A simple equation for estimating the expectation of life at old ages." *Population Studies* 36(2): 317-326.

Kepp, K. P., Björk, J., Kontis, V., Parks, R. M., Bæk, K. T., Emilsson, L., & Lallukka, T.

(2022). Estimates of excess mortality for the five Nordic countries during the COVID-19 pandemic 2020–2021. *International Journal of Epidemiology*, 51(6), 1722-1732. <https://doi.org/10.1093/ije/dyac204>

Mitra, S. (1984). "Estimating the expectation of life at older ages." *Population Studies* 38(2): 313-319.

Roli, G. (2008). An adaptive procedure for estimating and comparing the old-age mortality in a long historical perspective: Emilia-Romagna, 1871-2001.





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY





ตารางที่ ก-1 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตายแต่ละอายุ	จำนวนการตายที่ปรับใหม่(คน)	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
ต่ำกว่า 1 ปี	2360	0.008891066	2360.035564	2360
1	337	0.001269614	337.0050785	337
2	244	0.000919246	244.003677	244
3	199	0.000749713	199.0029989	199
4	196	0.000738411	196.0029536	196
5	170	0.000640458	170.0025618	170
6	173	0.00065176	173.002607	173
7	135	0.000508599	135.0020344	135
8	142	0.000534971	142.0021399	142
9	106	0.000399344	106.0015974	106
10	120	0.000452088	120.0018084	120
11	144	0.000542506	144.00217	144
12	180	0.000678132	180.0027125	180
13	302	0.001137755	302.004551	302
14	451	0.001699098	451.0067964	451
15	607	0.002286812	607.0091472	607
16	717	0.002701226	717.0108049	717
17	728	0.002742668	728.0109707	728
18	835	0.00314578	835.0125831	835
19	906	0.003413265	906.0136531	906
20	919	0.003462241	919.013849	919
21	853	0.003213593	853.0128544	853
22	833	0.003138245	833.012553	833
23	881	0.00331908	881.0132763	881
24	914	0.003443404	914.0137736	914
25	927	0.00349238	927.0139695	927
26	943	0.003552659	943.0142106	943
27	919	0.003462241	919.013849	919
28	928	0.003496148	928.0139846	928

ตารางที่ ก-1 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตายแต่ละอายุ	จำนวนการตายที่ปรับใหม่(คน)	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
29	1001	0.003771168	1001.015085	1001
30	1084	0.004083862	1084.016335	1084
31	1213	0.004569857	1213.018279	1213
32	1282	0.004829808	1282.019319	1282
33	1425	0.005368546	1425.021474	1425
34	1508	0.00568124	1508.022725	1508
35	1652	0.006223746	1652.024895	1652
36	1801	0.006785089	1801.02714	1801
37	1931	0.007274851	1931.029099	1931
38	2094	0.007888937	2094.031556	2094
39	2404	0.009056831	2404.036227	2404
40	2298	0.008657487	2298.03463	2298
41	2603	0.009806544	2603.039226	2603
42	2643	0.00995724	2643.039829	2643
43	2789	0.010507281	2789.042029	2789
44	3062	0.011535781	3062.046143	3062
45	3187	0.012006706	3187.048027	3187
46	3225	0.012149867	3225.048599	3225
47	3305	0.012451259	3305.049805	3305
48	3566	0.013434551	3566.053738	3566
49	3523	0.013272553	3523.05309	3523
50	3743	0.014101381	3743.056406	3743
51	3997	0.015058301	3997.060233	3997
52	4125	0.015540528	4125.062162	4125
53	4269	0.016083034	4269.064332	4269
54	4375	0.016482378	4375.06593	4375
55	4276	0.016109405	4276.064438	4276
56	4771	0.017974269	4771.071897	4771
57	4794	0.018060919	4794.072244	4794

ตารางที่ ก-1 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตายแต่ละอายุ	จำนวนการตายที่ปรับใหม่(คน)	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
58	4603	0.017341345	4603.069365	4603
59	4552	0.017149208	4552.068597	4552
60	4756	0.017917758	4756.071671	4756
61	4954	0.018663703	4954.074655	4954
62	4735	0.017838642	4735.071355	4735
63	4971	0.018727749	4971.074911	4971
64	4932	0.01858082	4932.074323	4932
65	5014	0.018889747	5014.075559	5014
66	5273	0.019865504	5273.079462	5273
67	4956	0.018671238	4956.074685	4956
68	4978	0.018754121	4978.075016	4978
69	4915	0.018516774	4915.074067	4915
70	4750	0.017895153	4750.071581	4750
71	4792	0.018053384	4792.072214	4792
72	4929	0.018569518	4929.074278	4929
73	4841	0.018237987	4841.072952	4841
74	5288	0.019922015	5288.079688	5288
75	5198	0.019582949	5198.078332	5198
76	5348	0.020148059	5348.080592	5348
77	5707	0.021500556	5707.086002	5707
78	5603	0.021108746	5603.084435	5603
79	5492	0.020690565	5492.082762	5492
80	5474	0.020622751	5474.082491	5474
81	5288	0.019922015	5288.079688	5288
82	5505	0.020739541	5505.082958	5505
83	5073	0.019112024	5073.076448	5073
84	4884	0.018399985	4884.0736	4884
85	4266	0.016071731	4266.064287	4266
86	4111	0.015487784	4111.061951	4111

ตารางที่ ก-1 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตายแต่ละอายุ	จำนวนการตายที่ปรับใหม่(คน)	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
87	3655	0.013769849	3655.055079	3655
88	3448	0.012989998	3448.05196	3448
89	2651	0.009987379	2651.03995	2651
90	2440	0.009192458	2440.03677	2440
91	2036	0.007670428	2036.030682	2036
92	1598	0.006020306	1598.024081	1598
93	1363	0.005134967	1363.02054	1363
94	1054	0.00397084	1054.015883	1054
95	841	0.003168384	841.0126735	841
96	604	0.00227551	604.009102	604
97	376	0.001416543	376.0056662	376
98	345	0.001299753	345.005199	345
99	230	0.000866502	230.003466	230
100	155	0.000583947	155.0023358	155
<100	100	0.00037674	100.001507	100
รวม	265435			
ไม่ทราบอายุ	4			
รวมทั้งหมด	265435			

ตารางที่ ก-2 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2558 – 2563

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ต่ำกว่า 1 ปี	2360	2115	2180	1903	1672	1545
1	337	307	290	252	205	170
2	244	244	207	218	183	164
3	199	164	177	154	123	139
4	196	149	193	124	117	116
5	170	174	164	135	134	124
6	173	125	154	147	108	112
7	135	135	143	127	128	110
8	142	139	129	122	128	125

ตารางที่ ก-2 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2558 – 2563

(ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
9	106	109	137	143	114	109
10	120	140	134	137	100	98
11	144	139	129	165	100	109
12	180	187	173	191	163	162
13	302	307	307	300	255	213
14	451	438	384	404	350	335
15	607	584	568	527	456	397
16	717	669	570	594	536	447
17	728	739	681	623	545	520
18	835	770	727	702	581	515
19	906	912	723	751	650	523
20	919	876	865	778	678	576
21	853	856	775	739	672	589
22	833	877	846	819	747	676
23	881	883	867	887	807	818
24	914	898	872	881	847	885
25	927	932	946	907	841	970
26	943	964	964	944	883	965
27	919	889	1007	975	1008	955
28	928	907	954	1042	979	1049
29	1001	973	1006	1068	1039	1102
30	1084	1025	995	1099	1061	1239
31	1213	1108	1081	1088	1043	1169
32	1282	1119	1196	1148	1178	1227
33	1425	1275	1203	1319	1168	1329
34	1508	1510	1381	1362	1330	1399
35	1652	1580	1521	1384	1408	1549
36	1801	1637	1613	1660	1596	1692
37	1931	1864	1775	1807	1705	1863
38	2094	2027	1942	1967	1820	2034

ตารางที่ ก-2 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2558 – 2563

(ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
39	2404	2074	1987	2233	2051	2175
40	2298	2434	2254	2335	2279	2426
41	2603	2390	2397	2482	2405	2593
42	2643	2652	2573	2731	2524	2825
43	2789	2695	2653	2686	2760	2980
44	3062	2889	2833	3002	2923	3391
45	3187	3022	2944	3071	3046	3433
46	3225	3343	3142	3246	3158	3768
47	3305	3251	3266	3456	3395	3789
48	3566	3486	3410	3701	3723	3923
49	3523	3620	3667	3711	3937	4236
50	3743	3653	3824	3987	3743	4477
51	3997	3951	3761	4101	4089	4434
52	4125	4067	4165	4116	4341	4868
53	4269	4307	4316	4471	4348	5162
54	4375	4297	4313	4822	4467	4946
55	4276	4542	4423	4564	4870	5314
56	4771	4652	4581	4877	4924	5718
57	4794	4827	4587	5153	4963	5820
58	4603	4627	5069	5030	5185	5742
59	4552	4619	4768	5387	5281	5944
60	4756	4598	4821	5260	5518	5945
61	4954	4744	4860	5201	5422	6548
62	4735	5015	5034	5261	5364	6252
63	4971	4812	5146	5348	5438	6183
64	4932	5073	5034	5452	5378	6295
65	5014	4884	5161	5366	5756	6334
66	5273	5117	5166	5519	5494	6584
67	4956	5296	5264	5648	5707	6398
68	4978	5046	5525	5726	5763	6603

ตารางที่ ก-2 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2558 – 2563

(ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
69	4915	4969	5247	5974	5687	6778
70	4750	4945	5133	5689	5903	6636
71	4792	4651	5059	5524	5958	7046
72	4929	4701	4825	5481	5617	6728
73	4841	5019	4827	5225	5539	6427
74	5288	4814	5036	5233	5216	6394
75	5198	5346	4876	5426	5352	5977
76	5348	5213	5310	5150	5462	5985
77	5707	5212	5191	5842	5221	6152
78	5603	5514	5220	5592	5755	5857
79	5492	5487	5580	5556	5387	6440
80	5474	5355	5336	5876	5457	6084
81	5288	5162	5213	5737	5687	5966
82	5505	4950	5007	5470	5549	6156
83	5073	4958	4780	5258	5198	5952
84	4884	4613	4836	4886	5039	5579
85	4266	4437	4285	5033	4641	5363
86	4111	3786	4035	4532	4514	4828
87	3655	3698	3499	4194	4208	4676
88	3448	3141	3393	3586	3713	4147
89	2651	3031	2794	3393	3183	3797
90	2440	2209	2635	2943	2856	3118
91	2036	2076	2006	2594	2403	2787
92	1598	1534	1791	1966	2107	2232
93	1363	1201	1288	1594	1541	2013
94	1054	1065	1025	1196	1300	1409
95	841	782	857	940	951	1145
96	604	611	603	740	717	757
97	376	472	481	514	560	596
98	345	269	346	378	407	426

ตารางที่ ก-2 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2558 – 2563
(ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
99	230	248	226	264	277	300
100	155	173	191	154	187	217
มากกว่า 100 ปี	336	325	315	445	364	408

ตารางที่ ก-3 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศหญิงในปี พ.ศ. 2558 – 2563

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ต่ำกว่า 1 ปี	1873	1746	1620	1490	1204	1173
1	235	244	229	218	173	154
2	160	152	171	129	110	99
3	135	119	121	109	96	72
4	121	112	114	93	77	74
5	93	100	95	101	88	80
6	102	96	105	104	84	73
7	86	82	61	91	75	65
8	106	88	70	79	71	86
9	112	103	102	92	72	75
10	106	102	91	58	71	57
11	107	91	93	98	91	95
12	135	108	124	100	79	103
13	136	155	138	140	105	105
14	175	167	149	148	155	116
15	199	193	175	160	163	163
16	204	178	166	185	177	166
17	237	192	199	196	167	155
18	242	218	220	193	179	180
19	278	258	195	248	197	191
20	250	254	248	220	225	213
21	307	259	260	256	230	213
22	247	249	246	262	251	219
23	250	269	274	242	264	267

ตารางที่ ก-3 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศหญิงในปี พ.ศ. 2558 – 2563 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
24	243	246	255	261	256	298
25	303	261	265	292	289	303
26	262	311	315	253	270	269
27	285	310	308	345	274	331
28	314	283	327	318	298	368
29	332	311	307	316	327	361
30	371	326	371	336	338	402
31	373	378	339	366	335	382
32	411	407	400	389	333	408
33	472	425	460	453	407	426
34	523	504	479	447	469	481
35	611	541	498	503	519	561
36	670	599	577	584	499	612
37	675	648	640	657	622	663
38	735	713	706	684	705	732
39	851	781	733	723	741	813
40	841	801	751	858	787	836
41	922	833	929	880	829	963
42	892	920	918	991	949	1017
43	1064	973	1048	1039	987	1157
44	1168	1113	1071	1081	1038	1232
45	1324	1211	1176	1202	1147	1315
46	1342	1343	1275	1271	1278	1415
47	1561	1431	1421	1435	1241	1541
48	1526	1529	1479	1631	1541	1620
49	1572	1652	1568	1652	1724	1818
50	1841	1685	1778	1772	1687	2035
51	1919	1801	1797	1930	1818	2076
52	1984	1922	2019	2010	1999	2280
53	2079	2146	2180	2209	1987	2427
54	2146	2162	2215	2331	2243	2485

ตารางที่ ก-3 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศหญิงในปี พ.ศ. 2558 – 2563 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
55	2189	2127	2253	2420	2426	2702
56	2446	2390	2348	2458	2452	2905
57	2501	2432	2377	2566	2559	2973
58	2471	2502	2625	2656	2629	2970
59	2568	2428	2652	2883	2770	3191
60	2771	2619	2631	2819	3031	3358
61	2939	2898	2721	2976	3155	3635
62	2908	3076	2972	3123	3159	3643
63	3215	2954	3207	3374	3222	3698
64	3230	3175	3255	3521	3381	3791
65	3446	3375	3408	3465	3643	4094
66	3601	3462	3488	3700	3582	4337
67	3628	3614	3647	3883	3977	4439
68	3500	3686	3854	4010	4177	4805
69	3661	3577	3907	4377	4163	4828
70	3739	3825	3906	4234	4480	4999
71	3675	3756	4034	4165	4558	5376
72	3889	3720	3994	4368	4429	5293
73	3955	4000	3936	4341	4510	5110
74	4647	4005	4154	4393	4554	5259
75	4662	4708	4099	4579	4497	5110
76	4897	4628	4890	4647	4847	5175
77	5206	4925	4788	5250	4824	5489
78	5439	5276	5047	5285	5487	5693
79	5658	5402	5471	5559	5519	6304
80	6083	5618	5805	5989	5729	6264
81	5967	6119	5679	6087	5997	6473
82	6196	5672	6061	6282	6301	6764
83	6059	5900	5707	6575	6292	6944
84	6095	5958	5891	6188	6313	6858

ตารางที่ ก-3 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศหญิงในปี พ.ศ. 2558 – 2563 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
85	5777	5592	5865	6467	5922	7051
86	5522	5275	5440	6303	5963	6445
87	5141	5014	5133	6043	5709	6711
88	5077	4652	4802	5300	5611	6038
89	4266	4589	4448	5045	5074	5731
90	4005	3741	4192	4426	4579	4925
91	3311	3599	3342	4331	4056	4634
92	2736	2765	2923	3345	3697	3882
93	2573	2225	2388	2992	2665	3549
94	1926	2009	1960	2377	2414	2718
95	1665	1441	1690	1738	1820	2214
96	1379	1164	1251	1578	1476	1614
97	862	959	989	1161	1174	1226
98	818	582	742	847	882	998
99	579	535	500	649	619	742
100	396	405	401	378	419	542
มากกว่า 100 ปี	861	828	902	1029	964	1120



ตารางที่ ข-1 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559

อายุ(ปี)	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2558	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ. 2559
ต่ำกว่า 1 ปี	374384	360382	367383
1	399931	378448	389189
2	405585	400132	402858
3	428040	405710	416875
4	414253	428190	421221
5	395949	414419	405184
6	405674	396118	400896
7	406811	405915	406363
8	414782	407098	410940
9	411700	415031	413365
10	416378	411921	414149
11	423218	416539	419878
12	412577	423336	417956
13	413139	412612	412875
14	415251	413029	414140
15	436591	414962	425776
16	436738	436149	436443
17	464846	436164	450505
18	503333	464217	483775
19	513463	502608	508035
20	506150	512640	509395
21	489650	505381	497515
22	491742	488897	490319
23	499009	491027	495018
24	495714	498199	496956
25	487952	494910	491431
26	467852	487130	477491
27	457470	467036	462253
28	454059	456626	455342

ตารางที่ ข-1 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2558	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ. 2559
29	469711	453175	461443
30	487601	468757	478179
31	490919	486544	488731
32	501655	489725	495690
33	518866	500357	509611
34	518989	517446	518217
35	530024	517414	523719
36	529760	528276	529018
37	511948	527897	519922
38	536274	509887	523080
39	528859	533893	531376
40	518432	526390	522411
41	526195	515860	521027
42	514771	523471	519121
43	528525	511800	520162
44	534040	525431	529735
45	523563	530697	527130
46	512397	520164	516280
47	529545	508935	519240
48	505586	525906	515746
49	491375	501810	496592
50	497338	487505	492421
51	492508	493222	492865
52	464020	488146	476083
53	451898	459586	455742
54	430271	447362	438816
55	426783	425809	426296
56	408247	421888	415067
57	372745	403100	387922

ตารางที่ ข-1 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2558	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ. 2559
58	358238	367864	363051
59	330585	353497	342041
60	307623	325911	316767
61	311641	302883	307262
62	288936	306623	297779
63	282615	283995	283305
64	264648	277392	271020
65	251098	259608	255353
66	241666	245805	243735
67	215687	236182	225934
68	195520	210542	203031
69	177854	190275	184064
70	157914	172748	165331
71	152193	153087	152640
72	141262	146988	144125
73	134091	136253	135172
74	131957	128860	130408
75	115994	126503	121248
76	117041	110759	113900
77	111052	111256	111154
78	98755	105183	101969
79	90807	93023	91915
80	82360	85116	83738
81	74539	76809	75674
82	67382	68961	68171
83	60799	61909	61354
84	50550	55492	53021
85	43823	45795	44809
86	38097	39523	38810

ตารางที่ ข-1 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2558	จำนวนประชากร ปลายปี พ.ศ. 2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ. 2559
87	33067	33979	33523
88	27992	29261	28626
89	21558	24723	23140
90	18186	18851	18518
91	13759	15788	14773
92	11876	11804	11840
93	9781	10261	10021
94	8262	8441	8351
95	7014	7186	7100
96	5032	6180	5606
97	3623	4475	4049
98	3498	3230	3364
99	3194	3158	3176
100	2726	2964	2845
มากกว่า 100 ปี	16095	3299	9697

ตารางที่ ข-2 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 - 2564

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ต่ำกว่า 1 ปี	367383	358406	345699	322512	303698	287113
1	389189	371441	362847	350513	327529	307644
2	402858	389448	371740	363108	351142	328067
3	416875	403061	389714	371939	363508	351470
4	421221	417094	403305	389906	372110	363588
5	405184	421421	417343	403535	390079	372190
6	400896	405341	421624	417564	403745	390221
7	406363	401115	405550	421821	417787	403913
8	410940	406592	401293	405713	422032	417955
9	413365	411155	406784	401483	405949	422195
10	414149	413572	411342	406994	401293	404654
11	419878	414315	413762	411570	406617	400652

ตารางที่ ข-2 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
12	417956	419997	414447	413956	411200	406174
13	412875	417980	420037	414566	413548	410730
14	414140	412734	417854	419989	414033	412997
15	425776	413865	412523	417704	419372	413437
16	436443	425348	413539	412287	416766	418448
17	450505	435873	424900	413256	411297	415747
18	483775	449915	435422	424634	412986	411003
19	508035	483068	449397	435144	424331	412628
20	509395	507268	482465	448994	434752	423948
21	497515	508631	506597	481991	448511	434255
22	490319	496778	508005	506098	481409	447928
23	495018	489582	496098	507429	505386	480649
24	496956	494225	488878	495498	506679	504554
25	491431	496155	493495	488293	494809	505858
26	477491	490580	495386	492892	487596	493957
27	462253	476705	489851	494702	492101	486708
28	455342	461449	475991	489175	493874	491177
29	461443	454505	460684	475262	488249	492816
30	478179	460534	453733	459980	474276	487095
31	488731	477189	459706	452989	459029	473160
32	495690	487615	476207	458841	451886	457751
33	509611	494504	486618	475271	457569	450499
34	518217	508255	493277	485490	473670	455858
35	523719	516710	506951	492151	483472	471524
36	529018	522107	515308	505688	489549	480709
37	519922	527249	520567	513868	502968	486726
38	523080	517961	525477	518937	511094	500060
39	531376	520931	516115	523627	516010	508122
40	522411	529045	518870	514163	520655	512915
41	521027	519938	526733	516645	511007	517378

ตารางที่ ข-2 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
42	519121	518455	517552	524333	513246	507409
43	520162	516323	515874	515035	520587	509362
44	529735	517247	513631	513201	510908	516147
45	527130	526559	514408	510859	508743	506147
46	516280	523872	523513	511398	506041	503655
47	519240	512896	520673	520332	506204	500547
48	515746	515764	509633	517302	514619	500271
49	496592	512054	512231	506124	511333	508309
50	492421	492858	508415	508486	499741	504590
51	492865	488454	489106	504533	501918	492961
52	476083	488685	484518	485165	497527	494525
53	455742	471735	484475	480313	478024	489861
54	438816	451315	467411	480008	473089	470540
55	426296	434397	446985	462915	472492	465273
56	415067	421605	429934	442360	454954	464102
57	387922	410089	416957	425218	434493	446587
58	363051	383142	405358	412110	417495	426243
59	342041	358400	378437	400335	404148	409138
60	316767	337432	353799	373365	391936	395503
61	307262	312161	332781	348885	365243	383059
62	297779	302473	307552	327809	340828	356507
63	283305	292864	297701	302775	320115	332397
64	271020	278258	287908	292702	295242	311856
65	255353	266034	273325	282771	284867	287015
66	243735	250207	261000	268117	274640	276374
67	225934	238391	244994	255610	259852	265830
68	203031	220727	233102	239518	247505	251319
69	184064	197876	215426	227450	231365	238777
70	165331	178976	192718	209764	219194	222704
71	152640	160399	173858	187291	201717	210480

ตารางที่ ข-2 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศชายปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
72	144125	147709	155537	168499	179363	193000
73	135172	139179	142872	150460	160891	171045
74	130408	130029	134155	137733	143013	152727
75	121248	125153	125001	128978	130599	135331
76	113900	115904	119860	119721	121564	122837
77	111154	108395	110653	114464	112292	113723
78	101969	105489	103073	105147	106797	104457
79	91915	96231	99813	97501	97517	98822
80	83738	86350	90708	94089	89757	89432
81	75674	78234	80969	85077	86082	81668
82	68171	70328	73081	75532	77197	77876
83	61354	62823	65218	67835	68071	69250
84	53021	56217	57874	60142	60681	60569
85	44809	48274	51441	52921	53065	53272
86	38810	40535	43961	46807	46278	46177
87	33523	34787	36649	39726	40551	39816
88	28626	29844	31207	32866	33970	34428
89	23140	25367	26610	27747	27820	28632
90	18518	20349	22495	23535	23246	23130
91	14773	16201	17969	19792	19470	19002
92	11840	12782	14204	15735	16191	15772
93	10021	10306	11210	12389	12771	13033
94	8351	8734	9071	9843	9985	10173
95	7100	7304	7711	7979	7754	7755
96	5606	6293	6512	6842	6348	6022
97	4049	5009	5680	5866	5412	4896
98	3364	3626	4543	5189	4639	4110
99	3176	3066	3338	4200	4117	3528
100	2845	2929	2817	3057	3272	3181
มากกว่า 100 ปี	9697	4497	6859	8676	9901	11652

ตารางที่ ข-3 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศหญิงปี พ.ศ. 2559 - 2564

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ต่ำกว่า 1 ปี	347509	337556	325418	304751	286717	270352
1	368031	351511	341906	330117	309541	290411
2	379837	368435	351933	342286	330799	310115
3	393146	380175	368809	352263	342790	331192
4	397418	393473	380520	369112	352506	342916
5	382803	397691	393790	380826	369356	352638
6	378608	383043	397949	394069	381108	369544
7	383227	378871	383323	398222	394340	381304
8	388039	383496	379143	383580	398491	394534
9	390150	388288	383723	379374	383882	398721
10	391527	390405	388515	383968	379268	382678
11	398012	391748	390642	388827	383718	378720
12	395623	398191	391965	390904	388576	383375
13	390727	395755	398325	392173	390672	388284
14	392350	390823	395865	398483	391884	390366
15	404533	392414	390939	396060	398214	391562
16	414759	404573	392532	391141	395572	397644
17	428310	414765	404678	392709	390594	394967
18	461011	428301	414881	404935	392860	390635
19	484092	460949	428367	415083	405086	392921
20	486895	484018	460987	428565	415223	405120
21	476156	486791	484003	461100	428616	415174
22	470016	476033	486755	484074	461059	428508
23	476339	469929	476032	486829	483969	460875
24	478487	476244	469894	476132	486758	483764
25	474472	478425	476303	470040	476107	486607
26	462422	474355	478375	476391	470007	475947
27	448260	462315	474317	478438	476321	469827
28	444326	448125	462282	474355	478362	476154
29	452714	444174	448061	462326	474231	478129

ตารางที่ ข-3 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศหญิงปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
30	470060	452586	444157	448128	462162	473921
31	481947	469866	452514	444158	448004	461927
32	491042	481669	469712	452452	443948	447706
33	507056	490747	481447	469569	452149	443585
34	516755	506700	490462	481244	469157	451659
35	522693	516302	506400	490283	480467	468268
36	529670	522193	516026	506220	489111	479174
37	523987	529086	521750	515673	504923	487726
38	530225	523378	528584	521331	514393	503529
39	541869	529491	522768	528042	519972	512947
40	535936	541089	528903	522278	526735	518546
41	537442	535061	540352	528190	520829	525224
42	539207	536532	534263	539583	526588	519139
43	544700	538219	535636	533373	537728	524630
44	560083	543584	537266	534674	531172	535433
45	560003	558861	542489	536214	532342	528681
46	551291	558649	557672	541354	533596	529570
47	559062	549802	557307	556400	538383	530476
48	556170	557458	548368	555839	553058	534999
49	538927	554518	555930	546839	552160	549255
50	538243	537122	552827	554264	542942	548048
51	541435	536372	535390	551030	550151	538726
52	523497	539395	534438	533359	546376	545343
53	498597	521328	537285	532361	528716	541445
54	481025	496376	519141	534999	527499	523802
55	472191	478777	494131	516757	529871	522218
56	462887	469826	476495	491721	511449	524306
57	435142	460299	467366	474020	486484	505907
58	410656	432618	457811	464793	468857	481021
59	386145	408197	430162	455146	459513	463374

ตารางที่ ข-3 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศหญิงปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
60	358370	383596	405691	427478	449671	453773
61	353242	355729	380947	402882	421975	443715
62	345996	350318	353042	378107	397344	416053
63	329395	342929	347395	350079	372681	391578
64	316135	326192	339814	344243	344765	366950
65	300216	312808	322882	336383	338446	338765
66	289265	296643	309338	319368	330138	331967
67	268565	285571	293015	305540	313099	323565
68	240706	264750	281820	289205	299130	306268
69	220110	236941	260886	277660	282737	292309
70	200703	216358	233057	256675	271010	275706
71	185190	196806	212397	228886	249947	263795
72	175225	181362	192876	208199	222412	242822
73	166927	171266	177363	188591	201723	215401
74	164010	162779	167188	173113	182247	194917
75	155469	159479	158573	162805	166743	175486
76	147528	150690	154901	154075	156485	160024
77	145440	142623	145890	149947	147524	149678
78	136871	140151	137591	140783	143079	140504
79	126406	131373	134778	132273	133649	135569
80	117516	120736	125775	129009	124916	125970
81	106670	111475	114937	119825	121227	117071
82	97201	100578	105501	108851	111955	113036
83	89426	91076	94632	99288	100958	103738
84	78893	83317	85171	88440	91393	92862
85	68320	72851	77253	78990	80837	83342
86	59391	62634	67155	71043	71487	73115
87	51645	54019	57369	61313	63686	63978
88	44560	46509	48942	51839	54436	56378
89	36647	39698	41707	43880	45413	47591

ตารางที่ ข-3 การหาจำนวนประชากรกลางปีเพศหญิงปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
90	29588	32310	35276	36968	38025	39294
91	23509	25772	28433	31027	31664	32421
92	18359	20171	22402	24734	26177	26599
93	15124	15629	17445	19341	20647	21769
94	12368	12777	13349	14851	15908	16953
95	10158	10426	10865	11255	11895	12742
96	7856	8605	8899	9197	8989	9422
97	5492	6663	7416	7536	7195	6928
98	4432	4603	5744	6391	5904	5509
99	4059	3735	3961	4972	5027	4486
100	3491	3513	3230	3403	3843	3826
มากกว่า 100 ปี	10423	6133	8377	9826	10701	12264





ตารางที่ ค-1 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตรามรณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559

อายุ(ปี)	จำนวนตาย ในปี พ.ศ.2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ.2559	อัตราตายกลางปี รายอายุ	อัตรามรณะ รายอายุ
ต่ำกว่า 1 ปี	2360	367383	0.006423814	0.006403247
1	337	389189	0.000865903	0.000865528
2	244	402858	0.000605672	0.000605489
3	199	416875	0.000477361	0.000477247
4	196	421221	0.000465314	0.000465206
5	170	405184	0.000419562	0.000419474
6	173	400896	0.000431533	0.00043144
7	135	406363	0.000332215	0.00033216
8	142	410940	0.000345549	0.00034549
9	106	413365	0.000256432	0.000256399
10	120	414149	0.000289751	0.000289709
11	144	419878	0.000342957	0.000342898
12	180	417956	0.000430667	0.000430575
13	302	412875	0.000731456	0.000731189
14	451	414140	0.001089004	0.001088411
15	607	425776	0.001425632	0.001424617
16	717	436443	0.001642826	0.001641478
17	728	450505	0.001615964	0.00161466
18	835	483775	0.001726009	0.001724521
19	906	508035	0.001783342	0.001781753
20	919	509395	0.001804101	0.001802475
21	853	497515	0.001714521	0.001713053
22	833	490319	0.001698894	0.001697452
23	881	495018	0.001779733	0.001778151
24	914	496956	0.001839197	0.001837507
25	927	491431	0.001886328	0.00188455
26	943	477491	0.001974906	0.001972958
27	919	462253	0.001988089	0.001986114
28	928	455342	0.002038029	0.002035954

ตารางที่ ค-1 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตรามรณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนตาย ในปี พ.ศ.2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ.2559	อัตราตายกลางปี รายอายุ	อัตรามรณะ รายอายุ
29	1001	461443	0.002169282	0.002166932
30	1084	478179	0.002266934	0.002264367
31	1213	488731	0.002481938	0.002478862
32	1282	495690	0.002586294	0.002582954
33	1425	509611	0.00279625	0.002792346
34	1508	518217	0.002909978	0.00290575
35	1652	523719	0.003154363	0.003149396
36	1801	529018	0.003404421	0.003398636
37	1931	519922	0.003714019	0.003707134
38	2094	523080	0.004003212	0.003995215
39	2404	531376	0.004524103	0.004513893
40	2298	522411	0.004398835	0.004389182
41	2603	521027	0.004995902	0.004983454
42	2643	519121	0.005091299	0.005078371
43	2789	520162	0.005361791	0.005347455
44	3062	529735	0.005780249	0.005763591
45	3187	527130	0.006045947	0.006027725
46	3225	516280	0.00624661	0.006227161
47	3305	519240	0.006365072	0.006344879
48	3566	515746	0.006914256	0.006890435
49	3523	496592	0.007094355	0.007069279
50	3743	492421	0.007601219	0.007572439
51	3997	492865	0.008109726	0.008076975
52	4125	476083	0.008664456	0.008627081
53	4269	455742	0.009367142	0.009323475
54	4375	438816	0.00997001	0.009920556
55	4276	426296	0.010030589	0.009980534
56	4771	415067	0.01149453	0.011428845
57	4794	387922	0.012358154	0.012282261

ตารางที่ ค-1 แสดงค่าอัตราการตายกลางปี และอัตรามรณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนตาย ในปี พ.ศ.2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ.2559	อัตราการตายกลางปี รายอายุ	อัตรามรณะ รายอายุ
58	4603	363051	0.012678659	0.012598792
59	4552	342041	0.013308346	0.013220375
60	4756	316767	0.01501419	0.014902317
61	4954	307262	0.016123048	0.015994111
62	4735	297779	0.015901054	0.01577563
63	4971	283305	0.017546461	0.01739386
64	4932	271020	0.018197919	0.01803383
65	5014	255353	0.019635563	0.01944466
66	5273	243735	0.021634152	0.021402638
67	4956	225934	0.02193561	0.021697634
68	4978	203031	0.024518423	0.024221487
69	4915	184064	0.026702669	0.02635085
70	4750	165331	0.028730244	0.028323375
71	4792	152640	0.03139413	0.03090895
72	4929	144125	0.03419948	0.033624509
73	4841	135172	0.03581363	0.035183604
74	5288	130408	0.04054966	0.03974386
75	5198	121248	0.04287081	0.041971142
76	5348	113900	0.046953468	0.045876439
77	5707	111154	0.051343182	0.05005811
78	5603	101969	0.054948072	0.053478794
79	5492	91915	0.059750857	0.058017557
80	5474	83738	0.065370561	0.063301532
81	5288	75674	0.06987869	0.0675196
82	5505	68171	0.080752813	0.077618843
83	5073	61354	0.082684096	0.079401476
84	4884	53021	0.092114445	0.088058706
85	4266	44809	0.095204088	0.090878105
86	4111	38810	0.105926308	0.100598304

ตารางที่ ค-1 แสดงค่าอัตราตายกลางปี และอัตรามรณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนตาย ในปี พ.ศ.2559	จำนวนประชากร กลางปี พ.ศ.2559	อัตราตายกลางปี รายอายุ	อัตรามรณะ รายอายุ
87	3655	33523	0.109029621	0.103393163
88	3448	28626	0.120449941	0.113607908
89	2651	23140	0.114563526	0.108356666
90	2440	18518	0.131763689	0.123619414
91	2036	14773	0.137818994	0.128934203
92	1598	11840	0.134966216	0.126434053
93	1363	10021	0.13601437	0.127353422
94	1054	8351	0.12621243	0.118720433
95	841	7100	0.118450704	0.111827671
96	604	5606	0.107741705	0.102234259
97	376	4049	0.092862435	0.088742034
98	345	3364	0.10255648	0.097554079
99	230	3176	0.072418136	0.069887572
100	155	2845	0.054481547	0.053036784
มากกว่า 100 ปี	336	9697	0.034649892	0.034059807

ตารางที่ ค-2 แสดงค่าอัตรามรณะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 - 2564

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ต่ำกว่า 1 ปี	0.006403	0.005884	0.006286	0.005883	0.005490	0.005367
1	0.000866	0.000826	0.000799	0.000719	0.000626	0.000552
2	0.000605	0.000626	0.000557	0.000600	0.000521	0.000500
3	0.000477	0.000407	0.000454	0.000414	0.000338	0.000395
4	0.000465	0.000357	0.000478	0.000318	0.000314	0.000319
5	0.000419	0.000413	0.000393	0.000334	0.000343	0.000333
6	0.000431	0.000308	0.000365	0.000352	0.000267	0.000287
7	0.000332	0.000337	0.000353	0.000301	0.000306	0.000272
8	0.000345	0.000342	0.000321	0.000301	0.000303	0.000299
9	0.000256	0.000265	0.000337	0.000356	0.000281	0.000258
10	0.000290	0.000338	0.000326	0.000337	0.000249	0.000242

ตารางที่ ค-2 แสดงค่าอัตราการระยะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
11	0.000343	0.000335	0.000312	0.000401	0.000246	0.000272
12	0.000431	0.000445	0.000417	0.000461	0.000396	0.000399
13	0.000731	0.000734	0.000731	0.000723	0.000616	0.000518
14	0.001088	0.001061	0.000919	0.000961	0.000845	0.000811
15	0.001425	0.001410	0.001376	0.001261	0.001087	0.000960
16	0.001641	0.001572	0.001377	0.001440	0.001285	0.001068
17	0.001615	0.001694	0.001601	0.001506	0.001324	0.001250
18	0.001725	0.001710	0.001668	0.001652	0.001406	0.001252
19	0.001782	0.001886	0.001608	0.001724	0.001531	0.001267
20	0.001802	0.001725	0.001791	0.001731	0.001558	0.001358
21	0.001713	0.001682	0.001529	0.001532	0.001497	0.001355
22	0.001697	0.001764	0.001664	0.001617	0.001550	0.001508
23	0.001778	0.001802	0.001746	0.001747	0.001596	0.001700
24	0.001838	0.001815	0.001782	0.001776	0.001670	0.001752
25	0.001885	0.001877	0.001915	0.001856	0.001698	0.001916
26	0.001973	0.001963	0.001944	0.001913	0.001809	0.001952
27	0.001986	0.001863	0.002054	0.001969	0.002046	0.001960
28	0.002036	0.001964	0.002002	0.002128	0.001980	0.002133
29	0.002167	0.002139	0.002181	0.002245	0.002126	0.002234
30	0.002264	0.002223	0.002191	0.002386	0.002235	0.002540
31	0.002479	0.002319	0.002349	0.002399	0.002270	0.002468
32	0.002583	0.002292	0.002508	0.002499	0.002603	0.002677
33	0.002792	0.002575	0.002469	0.002771	0.002549	0.002946
34	0.002906	0.002967	0.002796	0.002801	0.002804	0.003064
35	0.003149	0.003053	0.002996	0.002808	0.002908	0.003280
36	0.003399	0.003130	0.003125	0.003277	0.003255	0.003514
37	0.003707	0.003529	0.003404	0.003510	0.003384	0.003820
38	0.003995	0.003906	0.003689	0.003783	0.003555	0.004059
39	0.004514	0.003973	0.003843	0.004255	0.003967	0.004271
40	0.004389	0.004590	0.004335	0.004531	0.004368	0.004719

ตารางที่ ค-2 แสดงค่าอัตราการระยะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
41	0.004983	0.004586	0.004540	0.004793	0.004695	0.004999
42	0.005078	0.005102	0.004959	0.005195	0.004906	0.005552
43	0.005347	0.005206	0.005130	0.005202	0.005288	0.005833
44	0.005764	0.005570	0.005500	0.005833	0.005705	0.006548
45	0.006028	0.005723	0.005707	0.005993	0.005969	0.006760
46	0.006227	0.006361	0.005984	0.006327	0.006221	0.007453
47	0.006345	0.006318	0.006253	0.006620	0.006684	0.007541
48	0.006890	0.006736	0.006669	0.007129	0.007208	0.007811
49	0.007069	0.007045	0.007133	0.007305	0.007670	0.008299
50	0.007572	0.007385	0.007493	0.007810	0.007462	0.008833
51	0.008077	0.008056	0.007660	0.008095	0.008114	0.008954
52	0.008627	0.008288	0.008559	0.008448	0.008687	0.009796
53	0.009323	0.009089	0.008869	0.009265	0.009055	0.010482
54	0.009921	0.009476	0.009185	0.009995	0.009398	0.010456
55	0.009981	0.010401	0.009846	0.009811	0.010254	0.011356
56	0.011429	0.010973	0.010599	0.010965	0.010765	0.012245
57	0.012282	0.011702	0.010941	0.012046	0.011358	0.012948
58	0.012599	0.012004	0.012427	0.012131	0.012343	0.013381
59	0.013220	0.012805	0.012520	0.013366	0.012982	0.014423
60	0.014902	0.013534	0.013534	0.013990	0.013980	0.014919
61	0.015994	0.015083	0.014498	0.014797	0.014736	0.016949
62	0.015776	0.016444	0.016235	0.015921	0.015615	0.017384
63	0.017394	0.016297	0.017138	0.017509	0.016845	0.018430
64	0.018034	0.018067	0.017333	0.018455	0.018051	0.019984
65	0.019445	0.018192	0.018706	0.018798	0.020004	0.021828
66	0.021403	0.020244	0.019599	0.020375	0.019806	0.023542
67	0.021698	0.021972	0.021258	0.021855	0.021724	0.023782
68	0.024221	0.022602	0.023424	0.023624	0.023016	0.025933
69	0.026351	0.024800	0.024063	0.025925	0.024282	0.027989
70	0.028323	0.027253	0.026285	0.026758	0.026573	0.029360
71	0.030909	0.028582	0.028681	0.029066	0.029107	0.032925

ตารางที่ ค-2 แสดงค่าอัตราการระยะเพศชายในปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
72	0.033625	0.031328	0.030548	0.032008	0.030834	0.034263
73	0.035184	0.035423	0.033224	0.034134	0.033844	0.036882
74	0.039744	0.036350	0.036847	0.037285	0.035819	0.041007
75	0.041971	0.041822	0.038261	0.041203	0.040158	0.043212
76	0.045876	0.043988	0.043342	0.042111	0.043944	0.047564
77	0.050058	0.046955	0.045837	0.049768	0.045439	0.052672
78	0.053479	0.050940	0.049393	0.051805	0.052473	0.054542
79	0.058018	0.055439	0.054384	0.055405	0.053757	0.063111
80	0.063302	0.060150	0.057145	0.060560	0.059004	0.065791
81	0.067520	0.063874	0.062375	0.065234	0.063952	0.070478
82	0.077619	0.067992	0.066244	0.069889	0.069387	0.076043
83	0.079401	0.075924	0.070702	0.074620	0.073553	0.082408
84	0.088059	0.078823	0.080210	0.078070	0.079730	0.088054
85	0.090878	0.087874	0.079969	0.090787	0.083794	0.095847
86	0.100598	0.089234	0.087758	0.092352	0.093005	0.099360
87	0.103393	0.100939	0.091123	0.100280	0.098652	0.110927
88	0.113608	0.099986	0.103120	0.103465	0.103638	0.113612
89	0.108357	0.112750	0.099761	0.115238	0.108223	0.124367
90	0.123619	0.102967	0.110656	0.117689	0.115749	0.126291
91	0.128934	0.120425	0.105735	0.123003	0.116247	0.136648
92	0.126434	0.113219	0.118613	0.117598	0.122184	0.132165
93	0.127353	0.110118	0.108655	0.120886	0.113798	0.143381
94	0.118720	0.114930	0.106955	0.114548	0.122238	0.129533
95	0.111828	0.101624	0.105289	0.111256	0.115560	0.137496
96	0.102234	0.092597	0.088501	0.102607	0.106911	0.118272
97	0.088742	0.089990	0.081243	0.083946	0.098384	0.114748
98	0.097554	0.071533	0.073367	0.070286	0.084047	0.098543
99	0.069888	0.077743	0.065488	0.060942	0.065092	0.081566
100	0.053037	0.057370	0.065579	0.049138	0.055564	0.065967
มากกว่า 100 ปี	0.034060	0.069750	0.044894	0.050008	0.036100	0.034413

ตารางที่ ค-3 แสดงค่าอัตราการณะเพศหญิงในปี พ.ศ. 2559 – 2564

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ต่ำกว่า 1 ปี	0.005375	0.005159	0.004966	0.004877	0.004190	0.004329
1	0.000638	0.000694	0.000670	0.000660	0.000559	0.000530
2	0.000421	0.000412	0.000486	0.000377	0.000332	0.000319
3	0.000343	0.000313	0.000328	0.000309	0.000280	0.000217
4	0.000304	0.000285	0.000300	0.000252	0.000218	0.000216
5	0.000243	0.000251	0.000241	0.000265	0.000238	0.000227
6	0.000269	0.000251	0.000264	0.000264	0.000220	0.000198
7	0.000224	0.000216	0.000159	0.000228	0.000190	0.000170
8	0.000273	0.000229	0.000185	0.000206	0.000178	0.000218
9	0.000287	0.000265	0.000266	0.000242	0.000188	0.000188
10	0.000271	0.000261	0.000234	0.000151	0.000187	0.000149
11	0.000269	0.000232	0.000238	0.000252	0.000237	0.000251
12	0.000341	0.000271	0.000316	0.000256	0.000203	0.000269
13	0.000348	0.000392	0.000346	0.000357	0.000269	0.000270
14	0.000446	0.000427	0.000376	0.000371	0.000395	0.000297
15	0.000492	0.000492	0.000448	0.000404	0.000409	0.000416
16	0.000492	0.000440	0.000423	0.000473	0.000447	0.000417
17	0.000553	0.000463	0.000492	0.000499	0.000427	0.000392
18	0.000525	0.000509	0.000530	0.000477	0.000456	0.000461
19	0.000574	0.000560	0.000455	0.000597	0.000486	0.000486
20	0.000513	0.000525	0.000538	0.000513	0.000542	0.000526
21	0.000645	0.000532	0.000537	0.000555	0.000536	0.000513
22	0.000525	0.000523	0.000505	0.000541	0.000544	0.000511
23	0.000525	0.000572	0.000575	0.000497	0.000545	0.000579
24	0.000508	0.000516	0.000543	0.000548	0.000526	0.000616
25	0.000638	0.000545	0.000556	0.000621	0.000607	0.000622
26	0.000566	0.000655	0.000658	0.000531	0.000574	0.000565
27	0.000636	0.000670	0.000649	0.000721	0.000575	0.000704
28	0.000706	0.000631	0.000707	0.000670	0.000623	0.000773
29	0.000733	0.000700	0.000685	0.000683	0.000689	0.000755

ตารางที่ ค-3 แสดงค่าอัตราการระยะเพศหญิงในปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

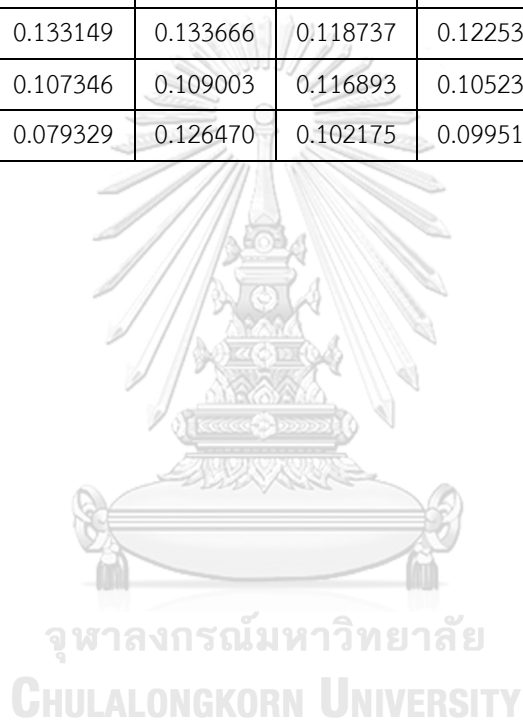
อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
30	0.000789	0.000720	0.000835	0.000750	0.000731	0.000848
31	0.000774	0.000804	0.000749	0.000824	0.000747	0.000827
32	0.000837	0.000845	0.000851	0.000859	0.000750	0.000911
33	0.000930	0.000866	0.000955	0.000964	0.000900	0.000960
34	0.001012	0.000994	0.000976	0.000928	0.000999	0.001064
35	0.001168	0.001047	0.000983	0.001025	0.001080	0.001197
36	0.001264	0.001146	0.001118	0.001153	0.001020	0.001276
37	0.001287	0.001224	0.001226	0.001273	0.001231	0.001358
38	0.001385	0.001361	0.001335	0.001311	0.001370	0.001453
39	0.001569	0.001474	0.001401	0.001368	0.001424	0.001584
40	0.001568	0.001479	0.001419	0.001641	0.001493	0.001611
41	0.001714	0.001556	0.001718	0.001665	0.001590	0.001832
42	0.001653	0.001713	0.001717	0.001835	0.001801	0.001957
43	0.001951	0.001806	0.001955	0.001946	0.001834	0.002203
44	0.002083	0.002045	0.001991	0.002020	0.001952	0.002298
45	0.002361	0.002165	0.002165	0.002239	0.002152	0.002484
46	0.002431	0.002401	0.002284	0.002345	0.002392	0.002668
47	0.002788	0.002599	0.002547	0.002576	0.002302	0.002901
48	0.002740	0.002739	0.002693	0.002930	0.002782	0.003023
49	0.002913	0.002975	0.002817	0.003016	0.003117	0.003304
50	0.003415	0.003132	0.003211	0.003192	0.003102	0.003706
51	0.003538	0.003352	0.003351	0.003496	0.003299	0.003846
52	0.003783	0.003557	0.003771	0.003761	0.003652	0.004172
53	0.004161	0.004108	0.004049	0.004141	0.003751	0.004472
54	0.004451	0.004346	0.004258	0.004348	0.004243	0.004733
55	0.004625	0.004433	0.004549	0.004672	0.004568	0.005161
56	0.005270	0.005074	0.004916	0.004986	0.004783	0.005525
57	0.005731	0.005270	0.005073	0.005399	0.005246	0.005859
58	0.005999	0.005767	0.005717	0.005698	0.005592	0.006155
59	0.006628	0.005930	0.006146	0.006314	0.006010	0.006863
60	0.007702	0.006804	0.006464	0.006573	0.006718	0.007373

ตารางที่ ค-3 แสดงค่าอัตราการระยะเพศหญิงในปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
61	0.008286	0.008114	0.007117	0.007360	0.007449	0.008159
62	0.008370	0.008742	0.008383	0.008226	0.007919	0.008718
63	0.009713	0.008577	0.009189	0.009592	0.008608	0.009399
64	0.010165	0.009686	0.009533	0.010176	0.009759	0.010278
65	0.011413	0.010731	0.010500	0.010248	0.010706	0.012012
66	0.012372	0.011603	0.011212	0.011519	0.010791	0.012980
67	0.013418	0.012576	0.012369	0.012628	0.012622	0.013626
68	0.014436	0.013826	0.013583	0.013770	0.013867	0.015567
69	0.016495	0.014983	0.014865	0.015641	0.014616	0.016381
70	0.018458	0.017524	0.016621	0.016361	0.016395	0.017969
71	0.019650	0.018904	0.018814	0.018033	0.018071	0.020174
72	0.021951	0.020303	0.020495	0.020762	0.019717	0.021563
73	0.023416	0.023086	0.021948	0.022756	0.022110	0.023445
74	0.027938	0.024305	0.024541	0.025059	0.024680	0.026622
75	0.029544	0.029092	0.025519	0.027736	0.026611	0.028701
76	0.032652	0.030248	0.031078	0.029713	0.030502	0.031824
77	0.035165	0.033946	0.032289	0.034410	0.032174	0.036012
78	0.038964	0.036950	0.036021	0.036848	0.037628	0.039714
79	0.043781	0.040291	0.039785	0.041162	0.040459	0.045444
80	0.050457	0.045473	0.045113	0.045370	0.044835	0.048520
81	0.054417	0.053425	0.048218	0.049541	0.048275	0.053804
82	0.061775	0.054848	0.055846	0.056093	0.054741	0.058101
83	0.065534	0.062749	0.058542	0.064099	0.060440	0.064770
84	0.074383	0.069041	0.066855	0.067603	0.066769	0.071222
85	0.081128	0.073922	0.073143	0.078651	0.070670	0.081170
86	0.088847	0.080816	0.077853	0.084952	0.080074	0.084428
87	0.094825	0.088703	0.085642	0.093931	0.085797	0.099668
88	0.107795	0.095260	0.093528	0.097267	0.098023	0.101655
89	0.110005	0.109281	0.101250	0.108723	0.105819	0.113583
90	0.126779	0.109448	0.112170	0.112963	0.113582	0.117946
91	0.131574	0.130533	0.111015	0.130481	0.120385	0.133399

ตารางที่ ค-3 แสดงค่าอัตราภาระเพศหญิงในปี พ.ศ. 2559 – 2564 (ต่อ)

อายุ(ปี)	2559	2560	2561	2562	2563	2564
92	0.138693	0.128285	0.122488	0.126673	0.131916	0.136020
93	0.156790	0.132903	0.128118	0.143591	0.121249	0.150742
94	0.144475	0.145775	0.136786	0.148197	0.141046	0.148427
95	0.151494	0.129278	0.144321	0.143352	0.142132	0.159867
96	0.161371	0.126701	0.131345	0.158021	0.151743	0.157787
97	0.145534	0.134267	0.125024	0.143042	0.150861	0.162578
98	0.168973	0.118921	0.121341	0.124294	0.139007	0.166112
99	0.133149	0.133666	0.118737	0.122534	0.115994	0.152769
100	0.107346	0.109003	0.116893	0.105234	0.103393	0.132292
มากกว่า 100 ปี	0.079329	0.126470	0.102175	0.099512	0.086202	0.087336



ภาคผนวก ง
การหาขนาดประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และค่า
อัตรามรณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ง-1 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และ
ค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563

อายุ(ปี)	จำนวนการตายเฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2559-2563	จำนวนประชากร กลางปีเฉลี่ยช่วง ปี พ.ศ. 2559-2563	อัตราตายกลางปี	อัตราการณะ
ต่ำกว่า 1 ปี	2046.0	339539.6	0.006025807	0.006007706
1	278.2	360303.8	0.000772126	0.000771828
2	219.2	375659.2	0.000583508	0.000583337
3	163.4	389019.4	0.00042003	0.000419942
4	155.8	400727.2	0.000388793	0.000388718
5	155.4	407512.4	0.000381338	0.000381265
6	141.4	409834.0	0.000345018	0.000344958
7	133.6	410527.2	0.000325435	0.000325382
8	132.0	409314.0	0.000322491	0.000322439
9	121.8	407747.2	0.000298714	0.00029867
10	126.2	409470.0	0.000308203	0.000308156
11	135.4	413228.4	0.000327664	0.00032761
12	178.8	415511.2	0.000430313	0.000430221
13	294.2	415801.2	0.00070755	0.000707299
14	405.4	415750.0	0.000975105	0.00097463
15	548.4	417848.0	0.001312439	0.001311578
16	617.2	420876.6	0.001466463	0.001465389
17	663.2	427166.2	0.001552557	0.001551353
18	723.0	441346.4	0.001638169	0.001636828
19	788.4	459995.0	0.001713932	0.001712464
20	823.2	476574.8	0.001727326	0.001725835
21	779.0	488649.0	0.001594191	0.001592922
22	824.4	496521.8	0.00166035	0.001658973
23	865.0	498702.6	0.001734501	0.001732998
24	882.4	496447.2	0.00177743	0.001775851
25	910.6	492836.6	0.001847671	0.001845966
26	939.6	488789.0	0.001922302	0.001920456
27	959.6	483122.4	0.001986246	0.001984276

ตารางที่ ง-1 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และ
ค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตายเฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2559-2563	จำนวนประชากร กลางปีเฉลี่ยช่วง ปี พ.ศ. 2559-2563	อัตราตายกลางปี	อัตราการณะ
28	962.0	475166.2	0.002024555	0.002022507
29	1017.4	468028.6	0.002173799	0.002171439
30	1052.8	465340.4	0.00226243	0.002259873
31	1106.6	467528.8	0.002366913	0.002364115
32	1184.6	474047.8	0.002498904	0.002495786
33	1278.0	484714.6	0.002636603	0.002633132
34	1418.2	495781.8	0.002860533	0.002856447
35	1509.0	504600.6	0.002990484	0.002986019
36	1661.4	512334.0	0.003242806	0.003237557
37	1816.4	516914.8	0.003513925	0.003507762
38	1970.0	519309.8	0.003793497	0.003786315
39	2149.8	521611.8	0.004121456	0.00411298
40	2320.0	521028.8	0.004452729	0.004442838
41	2455.4	519070.0	0.004730383	0.004719221
42	2624.6	518541.4	0.005061505	0.005048728
43	2716.6	517596.2	0.005248493	0.005234756
44	2941.8	516944.4	0.005690747	0.005674601
45	3054.0	517539.8	0.005900995	0.005883636
46	3222.8	516220.8	0.006243065	0.006223638
47	3334.6	515869.0	0.006464044	0.00644322
48	3577.2	514612.8	0.006951246	0.006927169
49	3691.6	507666.8	0.007271699	0.007245356
50	3790.0	500384.2	0.00757418	0.007545604
51	3979.8	495375.2	0.00803391	0.008001768
52	4162.8	486395.6	0.008558466	0.008521998
53	4342.2	474057.8	0.009159643	0.009117884
54	4454.8	462127.8	0.009639758	0.009593518
55	4535.0	448617.0	0.010108846	0.010058008

ตารางที่ ง-1 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และ
ค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตายเฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2559-2563	จำนวนประชากร กลางปีเฉลี่ยช่วง ปี พ.ศ. 2559-2563	อัตราตายกลางปี	อัตราการณะ
56	4761.0	432784.0	0.011000869	0.01094069
57	4864.8	414935.8	0.011724223	0.011655895
58	4902.8	396231.2	0.012373584	0.012297502
59	4921.4	376672.2	0.013065472	0.012980672
60	4990.6	354659.8	0.014071513	0.013973201
61	5036.2	333266.4	0.015111634	0.01499831
62	5081.8	315288.2	0.016117952	0.015989096
63	5143.0	299352.0	0.017180443	0.017034116
64	5173.8	285026.0	0.018152028	0.017988762
65	5236.2	272470.0	0.019217529	0.019034629
66	5313.8	259539.8	0.020473931	0.020266464
67	5374.2	244956.2	0.021939432	0.021701375
68	5407.6	228776.6	0.023637033	0.023360941
69	5358.4	211236.2	0.025366864	0.025049155
70	5284.0	193196.6	0.027350378	0.026981402
71	5196.8	175181.0	0.029665318	0.029231733
72	5110.6	159046.6	0.032132721	0.031624628
73	5090.2	145714.8	0.034932622	0.034332952
74	5117.4	135067.6	0.037887695	0.0371833
75	5239.6	126195.8	0.041519607	0.040675198
76	5296.6	118189.8	0.044814358	0.043832202
77	5434.6	111391.6	0.048788239	0.047626434
78	5536.8	104495.0	0.052986267	0.051618725
79	5500.4	96595.4	0.05694267	0.055366317
80	5499.6	88928.4	0.061843011	0.059988089
81	5417.4	81207.2	0.066710834	0.064557491
82	5296.2	72861.8	0.072688295	0.070139147

ตารางที่ ง-1 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ย จำนวนประชากรเสียชีวิตเฉลี่ย ค่าอัตราตายกลางปี และ
ค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 (ต่อ)

อายุ(ปี)	จำนวนการตายเฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ. 2559-2563	จำนวนประชากร กลางปีเฉลี่ยช่วง ปี พ.ศ. 2559-2563	อัตราตายกลางปี	อัตราการณะ
83	5053.4	65060.2	0.077672679	0.074768927
84	4851.6	57587.0	0.084248181	0.080842754
85	4532.4	50102.0	0.090463455	0.086548707
86	4195.6	43278.2	0.096944882	0.092462976
87	3850.8	37047.2	0.103943078	0.09880788
88	3456.2	31302.6	0.110412554	0.10463599
89	3010.4	26136.8	0.115178599	0.108906736
90	2616.6	21628.6	0.120978704	0.114078188
91	2223.0	17641.0	0.126013265	0.118544194
92	1799.2	14150.4	0.127148349	0.119548173
93	1397.4	11339.4	0.123234034	0.116081441
94	1128.0	9196.8	0.122651357	0.115564298
95	874.2	7569.6	0.115488269	0.109183559
96	655.0	6320.2	0.103635961	0.098530319
97	480.6	5203.2	0.092366236	0.088288785
98	349.0	4272.2	0.081690932	0.078485169
99	249.0	3579.4	0.069564732	0.067226437
100	172.0	2984.0	0.057640751	0.056026059
มากกว่า 100	357.0	7926.0	0.045041635	0.044049602

ตารางที่ ง-2 ค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564
ของเพศชายและหญิง

อายุ(ปี)	อัตราการณะ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราการณะ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราการณะ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564	อัตราการณะ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564
ต่ำกว่า 1 ปี	0.006007706	0.004939855	0.005804077	0.004732367
1	0.000771828	0.000645842	0.000711386	0.000626849
2	0.000583337	0.00040707	0.000563189	0.000387934

ตารางที่ ง-2 ค่าอัตราการณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 ของเพศชายและหญิง (ต่อ)

อายุ(ปี)	อัตราการณะ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราการณะ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราการณะ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564	อัตราการณะ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564
3	0.000419942	0.000315651	0.000402644	0.000291188
4	0.000388718	0.00027307	0.000359133	0.000255607
5	0.000381265	0.00024783	0.000364601	0.000244915
6	0.000344958	0.000253744	0.00031685	0.000239882
7	0.000325382	0.000203799	0.000313581	0.000193157
8	0.000322439	0.00021418	0.000313062	0.000203151
9	0.00029867	0.000249785	0.000298847	0.000229551
10	0.000308156	0.000221315	0.000298799	0.000196881
11	0.00032761	0.000245752	0.000313593	0.000241999
12	0.000430221	0.000277787	0.000423964	0.000263149
13	0.000707299	0.000342482	0.000665206	0.000327138
14	0.00097463	0.000403086	0.000919385	0.000373516
15	0.001311578	0.000448904	0.001218381	0.000433587
16	0.001465389	0.00045522	0.001348791	0.000439982
17	0.001551353	0.000487805	0.001478151	0.000454917
18	0.001636828	0.000500353	0.001542887	0.000487179
19	0.001712464	0.000535967	0.001613073	0.000517844
20	0.001725835	0.000525856	0.001640925	0.000528596
21	0.001592922	0.000561326	0.001524477	0.000535081
22	0.001658973	0.000527629	0.001623536	0.000525023
23	0.001732998	0.000542664	0.001717665	0.000553338
24	0.001775851	0.000528025	0.00175881	0.000549834
25	0.001845966	0.000593421	0.001852548	0.000590406
26	0.001920456	0.00059731	0.00191654	0.000596856
27	0.001984276	0.000650313	0.001979133	0.000663844
28	0.002022507	0.000667181	0.002042557	0.000681175
29	0.002171439	0.000697979	0.00218524	0.000702855
30	0.002259873	0.000764718	0.002317468	0.000777004

ตารางที่ ง-2 ค่าอัตราภาระของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564
ของเพศชายและหญิง (ต่อ)

อายุ(ปี)	อัตราภาระ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราภาระ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราภาระ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564	อัตราภาระ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564
31	0.002364115	0.000779582	0.002361046	0.000790386
32	0.002495786	0.000829133	0.00251281	0.000843474
33	0.002633132	0.000922951	0.002658379	0.00092834
34	0.002856447	0.000982345	0.002885075	0.000991496
35	0.002986019	0.001061378	0.003007441	0.001064542
36	0.003237557	0.001142051	0.003256457	0.001141932
37	0.003507762	0.001248344	0.003526763	0.001261338
38	0.003786315	0.001352454	0.003796893	0.001365222
39	0.00411298	0.001448154	0.004061674	0.001449649
40	0.004442838	0.001519782	0.004508148	0.001527902
41	0.004719221	0.00164898	0.00472201	0.001672026
42	0.005048728	0.001743508	0.005141736	0.001803647
43	0.005234756	0.001898439	0.005330355	0.001947468
44	0.005674601	0.002019181	0.005831727	0.002061532
45	0.005883636	0.002217393	0.006026862	0.002239773
46	0.006223638	0.002370515	0.0064642	0.002416182
47	0.00644322	0.002564299	0.006677875	0.002583791
48	0.006927169	0.002777191	0.007107541	0.002832633
49	0.007245356	0.002967529	0.007489735	0.003045341
50	0.007545604	0.003210149	0.007798942	0.003269358
51	0.008001768	0.00340749	0.00817646	0.003468587
52	0.008521998	0.003703908	0.008758741	0.003783248
53	0.009117884	0.00404065	0.009357083	0.004105963
54	0.009593518	0.00432701	0.009705642	0.004385751
55	0.010058008	0.00457069	0.010337333	0.004681837
56	0.01094069	0.005000775	0.01112284	0.005061544
57	0.011655895	0.00533799	0.01181257	0.00537673
58	0.012297502	0.00574832	0.012470017	0.005788586

ตารางที่ ง-2 ค่าอัตราฆรรณะของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564
ของเพศชายและหญิง (ต่อ)

อายุ(ปี)	อัตราฆรรณะ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราฆรรณะ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราฆรรณะ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564	อัตราฆรรณะ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564
59	0.012980672	0.006198582	0.013241438	0.00626261
60	0.013973201	0.006827148	0.014016362	0.006795968
61	0.01499831	0.007642085	0.015251922	0.007643048
62	0.015989096	0.008315752	0.016332329	0.008394249
63	0.017034116	0.009124433	0.017268475	0.00907667
64	0.017988762	0.009861679	0.018405198	0.009894682
65	0.019034629	0.010705794	0.019535255	0.010845598
66	0.020266464	0.011477995	0.020739758	0.011629331
67	0.021701375	0.012709769	0.022139708	0.012779553
68	0.023360941	0.013880061	0.0237571	0.014145961
69	0.025049155	0.015281291	0.025466097	0.015321549
70	0.026981402	0.016991401	0.027282655	0.016971527
71	0.029231733	0.018635306	0.029791194	0.018824786
72	0.031624628	0.020600359	0.031886815	0.02059754
73	0.034332952	0.022638149	0.034753469	0.022684316
74	0.0371833	0.025287908	0.037542713	0.025089001
75	0.040675198	0.027684945	0.040964209	0.027550302
76	0.043832202	0.030825126	0.04420927	0.030683707
77	0.047626434	0.033596332	0.048170706	0.033777897
78	0.051618725	0.037280363	0.051839564	0.037439448
79	0.055366317	0.041067496	0.056436207	0.041443626
80	0.059988089	0.046199278	0.060526712	0.045865871
81	0.064557491	0.050672387	0.065189446	0.05061592
82	0.070139147	0.056572639	0.070003612	0.055953523
83	0.074768927	0.062230139	0.075507552	0.062164499
84	0.080842754	0.068812135	0.081026888	0.068320683
85	0.086548707	0.075364605	0.087719331	0.075594262
86	0.092462976	0.08238778	0.092474388	0.081705526

ตารางที่ ง-2 ค่าอัตราภาระของเพศชายในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2563 กับช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 ของเพศชายและหญิง (ต่อ)

อายุ(ปี)	อัตราภาระ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราภาระ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2559 – 2563	อัตราภาระ เพศชายในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564	อัตราภาระ เพศหญิงในช่วง ปี พ.ศ. 2560 – 2564
87	0.09880788	0.089669443	0.100537273	0.090920647
88	0.10463599	0.098229005	0.104958991	0.097318337
89	0.108906736	0.106922431	0.112271703	0.107860835
90	0.114078188	0.114669142	0.115024387	0.113394656
91	0.118544194	0.124488644	0.120629886	0.125312308
92	0.119548173	0.129340336	0.121133599	0.129388032
93	0.116081441	0.135750337	0.120215655	0.135825949
94	0.115564298	0.143251649	0.118003681	0.144237657
95	0.109183559	0.142132843	0.114469705	0.14444832
96	0.098530319	0.145795188	0.101627583	0.145580482
97	0.088288785	0.139527316	0.093098369	0.143118789
98	0.078485169	0.133439046	0.079322328	0.134243534
99	0.067226437	0.124250916	0.069552799	0.128462041
100	0.056026059	0.108173922	0.058662595	0.113567174
มากกว่า 100	0.044049602	0.095995979	0.043680243	0.097400573



ภาคผนวก จ

คำอรรถาธิบายสำหรับผู้สูงอายุที่ปรับค่าแล้ว ด้วยวิธีโคล - กิสเกอร์

ตารางที่ จ-1 อัตราการตายที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศชาย อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2560 - 2564

อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว	อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว
85	0.09174315	0.087604757	98	0.08259827	0.289291553
86	0.09695743	0.095676319	99	0.07205874	0.317565681
87	0.10585864	0.104584673	100	0.06043524	0.348429264
88	0.11077226	0.114418248	101		0.382029112
89	0.11894901	0.12527383	102		0.418495513
90	0.12204337	0.137256955	103		0.457935124
91	0.12837268	0.150482199	104		0.500423054
92	0.12894328	0.165073306	105		0.545994398
93	0.12790367	0.181163089	106		0.594635613
94	0.12540267	0.198893046	107		0.646276248
95	0.12141911	0.218412595	108		0.700781709
96	0.10706812	0.239877833	109		0.757947777
97	0.0976436	0.263449717	110		0.817497687

ตารางที่ จ-2 อัตราการตายที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศหญิง อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2559 - 2563

อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว	อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว
85	0.075364605	0.09272872	98	0.133439046	0.30229174
86	0.08238778	0.10155777	99	0.124250916	0.33103932
87	0.089669443	0.11122657	100	0.108173922	0.36251783
88	0.098229005	0.12181490	101		0.39698643
89	0.106922431	0.13341012	102		0.43472883
90	0.114669142	0.14610788	103		0.47605564
91	0.124488644	0.16001290	104		0.52130691
92	0.129340336	0.17523984	105		0.57085491
93	0.135750337	0.19191423	106		0.62510718
94	0.143251649	0.21017353	107		0.68450990

ตารางที่ จ-2 อัตราการตายที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศหญิง อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2559 - 2563 (ต่อ)

อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว	อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว
95	0.142132843	0.23016821	108		0.74955149
96	0.145795188	0.25206304	109		0.82076665
97	0.139527316	0.27603838	110		0.89874073

ตารางที่ จ-3 อัตราการตายที่ปรับค่าด้วยวิธีโคล-กิสเกอร์ เพศหญิง อายุ 85 - 100 ปี พ.ศ. 2560 - 2564

อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว	อายุ	อัตราการตาย กลางปี	อัตราการตาย กลางปี ที่ปรับแล้ว
85	0.078563746	0.061243101	98	0.143902526	0.206173182
86	0.085185593	0.067212875	99	0.137279654	0.226042809
87	0.095250778	0.07378095	100	0.120404154	0.24768071
88	0.102295974	0.081006107	101		0.271200472
89	0.11400941	0.08895222	102		0.296712656
90	0.120210257	0.097688501	103		0.324322086
91	0.133688729	0.107289693	104		0.354124698
92	0.13833765	0.117836218	105		0.386203962
93	0.14572239	0.129414226	106		0.420626935
94	0.155448414	0.142115544	107		0.457440028
95	0.155693126	0.156037485	108		0.496664619
96	0.157009221	0.171282477	109		0.53829269
97	0.154149645	0.187957486	110		0.582282715

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปาณิสรา แยมสุข
วัน เดือน ปี เกิด	16 กรกฎาคม 2539
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลหัวเฉียว กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	ห้อง 18/311 คอนโด wish@samyam ถนนสีพระยาแขวงมหาพศดาราม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10500

