

การประยุกต์วิธีธรณีสถิติในการพยากรณ์อัตราฝนไทย



นางสาวนิตติมา เพชรชนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF GEOSTATISTICS ON FORECASTING THAI MORTALITY RATES

Miss Nitima Petchana



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Insurance
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2014
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์วิธีธรณีสถิติในการพยากรณ์อัตราธรณะไทย
โดย	นางสาวนิตติมา เพชรชนะ
สาขาวิชา	การประกันภัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สุวณี สุรเสียงสังข์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวณี สุรเสียงสังข์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุไรวรรณ เจริญกิตติกุล)

นิติมา เพชรชนะ : การประยุกต์วิธีสถิติในการพยากรณ์อัตราการมรณะไทย
(APPLICATION OF GEOSTATISTICS ON FORECASTING THAI MORTALITY RATES)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สุวาณี สุรเสียงสังข์, 281 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ค่าอัตราการมรณะของประชากรไทยในอีก 10 ปีข้างหน้า โดยใช้ 4 ตัวแบบในการพยากรณ์อัตราการมรณะคือ ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำสถิติมาประยุกต์ ตัวแบบมีเดียนโพลิช ตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำสถิติมาประยุกต์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าอัตราการมรณะที่ประมาณได้จาก 4 ตัวแบบเพื่อหาความเหมาะสมที่สุดโดยการวัดจากค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE)

ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำสถิติมาประยุกต์มีค่า MAPE ต่ำที่สุดทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าเท่ากับ 0.0026% และ 0.0017% ตามลำดับ ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในอีก 10 ปีข้างหน้าของ 4 ตัวแบบให้ผลที่แตกต่างกัน แต่โดยรวมค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของทั้ง 4 ตัวแบบในช่วงอายุก่อน 80 ปี ค่าอัตราการมรณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นและ ช่วงอายุหลัง 80 ปี อัตราการมรณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น เมื่อนำตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำสถิติมาประยุกต์มาประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทสเตรป ของปี พ.ศ. 2555 พ.ศ.2556 พ.ศ.2559 พ.ศ.2562 และพ.ศ.2565 พบว่าเพศหญิงมีอายุคาดหมายเฉลี่ยสูงกว่าเพศชายในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาอายุคาดหมายเฉลี่ยของคนอายุ 60 ปี พบว่าในเพศชายมีอายุคาดหมายเฉลี่ย 19.12 ปี ในเพศหญิงมีอายุคาดหมายเฉลี่ย 22.25 ปีของปีพ.ศ.2559 โดยอายุคาดหมายเฉลี่ยของทั้งสองเพศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น

ภาควิชา สถิติ

ลายมือชื่อนิติต

สาขาวิชา การประกันภัย

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2557

5581559726 : MAJOR INSURANCE

KEYWORDS: LEE-CARTER MODEL / MEDIAN POLISH MODEL / GEOSTATISTICS / FORECASTING / THAI MORTALITY RATE

NITIMA PETCHANA: APPLICATION OF GEOSTATISTICS ON FORECASTING THAI MORTALITY RATES. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK, Ph.D., 281 pp.

This research aims to forecast the mortality rates of Thai population in the next 10 years by using 4 models: Lee-Carter Model Lee-Carter Model with Geostatistical techniques Median polish Model and Median polish Model with Geostatistical techniques. In addition to comparing the estimated mortality rates from 4 models to find the model is most appropriate by using mean absolute percentage error (MAPE).

The results show that the Lee-carter Model with Geostatistical techniques gives the lowest average MAPE for both male and female, which are 0.0026% and 0.0017%, respectively. The four models generate different values of the mortality rates but similar trend. For people aged under 80 years, the mortality rates tend to decrease over time. While people aged over 80 years, the mortality rates tend to increase over time. By applying the Bootstrap methodology to the Lee-Carter model with Geostatistical techniques in years 2012, 2013, 2016, 2019, and 2022, they reveal that the life expectancy of females is higher than that of males in all ages in those years. The life expectancy at age 60 are 19.12 years for males and 22.25 years for females in year 2016. The life expectancy has an increasing trend over time.

Department: Statistics

Student's Signature

Field of Study: Insurance

Advisor's Signature

Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุวณิ สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้การดูแลเอาใจใส่ คอยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์วัลภา ประกอบผล รองศาสตราจารย์เสาวรส ใหญ่สว่าง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ เจริญเกียรติกุล ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นายทรงพล ภาวะรัตน์ นายวุฒิววัฒน์ ลีลารุ่งโรจน์ และนางสาวณิชฎา แก้วไชย ผู้ให้คำปรึกษาในปัญหาระหว่างการดำเนินงาน คอยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและญาติพี่น้อง ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป	ญ
สารบัญตาราง.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 บริบทของปัญหา.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	5
1.6 คำจำกัดความของงานวิจัย	5
1.7 วิธีดำเนินงานวิจัยโดยย่อ	6
1.8 ลำดับขั้นตอนในการเสนองานวิจัย	7
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-carter Model).....	8
2.2 ตัวแบบมีเดียนโพลิช (Median Polish Model).....	14
2.3 ธรณีสถิติ (Geostatistics).....	16
2.4 วิธีการแปลงข้อมูล (Data transformation).....	28
2.5 วิธีการปรับค่าสังเกต (Graduation).....	30
2.6 การประมาณค่าแบบช่วงโดยวิธีบูทแอสตรป (Bootstrap).....	33

2.7 อายุคาดเฉลี่ย (Expected Remaining lifetime)	34
2.8 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์	35
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	39
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	39
3.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิจัย	39
บทที่ 4 การพยากรณ์ค่าอัตราการมรณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช.....	56
4.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี - คาร์เตอร์.....	56
4.2 การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี - คาร์เตอร์	67
4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบมีเดียโนโพลิช.....	74
4.4 การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียโนโพลิช	83
บทที่ 5 การพยากรณ์ค่าอัตราการมรณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช เมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์.....	86
5.1 ประมาณค่าแวลูโอแกรม.....	86
5.2 การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีคริกกิง.....	100
5.3 การพยากรณ์ค่าแวลูโอแกรมและค่าความคลาดเคลื่อนในอีก 10 ปีข้างหน้า	106
5.4 การพยากรณ์ค่าอัตราการมรณะเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์	111
บทที่ 6 การเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราการมรณะ	114
6.1 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจำแนกตามตัวแบบตามอายุ	114
6.2 ตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำที่สุดจำแนกตามอายุ	123
6.3 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทุกรายอายุ	129
บทที่ 7 การประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทแอสตรป.....	130
7.1 ขั้นตอนในการทำบูทแอสตรป.....	130

7.2 ผลการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่ได้จากกระบวนการบูทแสตมป์	134
บทที่ 8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	141
8.1 สรุปผลการวิจัย	141
8.2 อภิปรายผลการวิจัย	142
8.3 ข้อเสนอแนะ	145
รายการอ้างอิง	147
ภาคผนวก.....	150
ภาคผนวก ก ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชายและเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2555...	151
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชายและเพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2555..	168
ภาคผนวก ค ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย และเพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2555.....	185
ภาคผนวก ง ค่าอัตราการณะที่ปรับด้วยวิธีส่วนโค้งพหุนามกำลังสามและวิธีของโคล และคิสเกอร์ เพศชาย และเพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2555	202
ภาคผนวก จ ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศชายและเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 – พ.ศ.2565	219
ภาคผนวก ฉ ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศชายและเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 – พ.ศ.2565	228
ภาคผนวก ช แวร์โอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์และแวร์โอแกรมจากค่า คลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียนโพลิชในเพศชายและเพศหญิง.....	237
ภาคผนวก ซ ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลีคาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์และตัว แบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชายและเพศหญิง พ.ศ.2556 – พ.ศ. 2565.....	243
ภาคผนวก ฌ ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2555 พ.ศ.2556 พ.ศ.2559 พ.ศ. 2562และพ.ศ.2565 ของเพศชายและเพศหญิง.....	260
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	281

สารบัญรูป

	หน้า
แผนภาพที่ 1.1 กราฟแสดงค่าคลาดเคลื่อนของค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์เทียบกับเวลา เพศหญิงและเพศชาย ในปี พ.ศ.2541-2551 บางอายุ.....	3
แผนภาพที่ 2.1 แสดงทิศทางของตัวแปรที่มีระยะห่าง h และ u ปี	18
แผนภาพที่ 2.2 ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆของเวรีโอแกรม	20
แผนภาพที่ 2.3 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบสเฟียริคัล	23
แผนภาพที่ 2.4 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล	23
แผนภาพที่ 2.5 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบเกาส์เซียน	24
แผนภาพที่ 2.6 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบสุ่ม	24
แผนภาพที่ 2.7 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบเส้นตรง	25
แผนภาพที่ 2.8 แสดงค่าประมาณที่เกิดจากการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าของตัวอย่างที่อยู่รอบๆ	26
แผนภาพที่ 2.9 ชุดตัวอย่างขนาด n ที่สุ่มได้แล้วคำนวณหาค่าประมาณของ θ ด้วยการทำซ้ำจำนวน B ครั้ง	34
แผนภาพที่ 3.1 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายในปี พ.ศ.2543 2546 2549 2552 และ พ.ศ.2555.....	49
แผนภาพที่ 3.2 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายในปี พ.ศ.2543 2546 2549 2552 และ พ.ศ.2555.....	49
แผนภาพที่ 3.3 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุน้อยกว่า 1ปี – 11 ปี ในปี พ.ศ. 2555	50
แผนภาพที่ 3.4 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ11ปี – 25 ปี ในปี พ.ศ. 2555	50
แผนภาพที่ 3.5 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ26ปี – 60 ปี ในปี พ.ศ. 2555	50

แผนภาพที่ 3.6 กราฟแสดงค่าอัตราการระยะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ 61 ปี – มากกว่า 100 ปี.....	51
แผนภาพที่ 3.7 กราฟแสดงค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้วของเพศชายโดยแสดงผลในช่วงอายุ 50 ปี- 80 ปี.....	52
แผนภาพที่ 3.8 อัตราการระยะที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปี ถึงอายุ 100 ปี	54
แผนภาพที่ 3.9 อัตราการระยะที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึงอายุ 100 ปี	55
แผนภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการประมาณค่าอัตราการระยะไทยโดยใช้ตัวแบบลี - คาร์เตอร์.....	57
แผนภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง	66
แผนภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x เพศชายและเพศหญิง.....	66
แผนภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{k}_x เพศชายและเพศหญิง	66
แผนภาพที่ 4.5 Autocorrelation Functionของเพศชาย.....	68
แผนภาพที่ 4.6 Autocorrelation Functionของเพศหญิง.....	68
แผนภาพที่ 4.7 Partial Autocorrelation Functionของเพศชาย	68
แผนภาพที่ 4.8 Partial Autocorrelation Functionของเพศหญิง	69
แผนภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าดัชนีเวลาระหว่างค่าจริงและค่าจากแบบจำลอง	70
แผนภาพที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบค่าดัชนีเวลาระหว่างค่าจริงและค่าจากแบบจำลอง.....	71
แผนภาพที่ 4.11 แสดงค่าดัชนีเวลาในปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย	72
แผนภาพที่ 4.12 แสดงอัตราการระยะกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 100 ปี.....	72
แผนภาพที่ 4.13 แสดงอัตราการระยะกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 22 ปี.....	73
แผนภาพที่ 4.14 แสดงอัตราการระยะกลางปีเพศชายที่อายุ 23 ปี ถึง 70 ปี.....	73
แผนภาพที่ 4.15 แสดงอัตราการระยะกลางปีเพศชายที่อายุ 71 ปี ถึง 100 ปี.....	73
แผนภาพที่ 4.16 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง... ..	82
แผนภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ผลกระทบจากเวลา $\tilde{c}(t)$ เพศชายและหญิง.. ..	82
แผนภาพที่ 4.18 แสดงค่าดัชนีเวลาในปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย	84

แผนภาพที่ 4.19 แสดงอัตราตายกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 100 ปี	85
แผนภาพที่ 4.20 แสดงอัตราตายกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 18 ปี	85
แผนภาพที่ 5.1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่พิกัดตำแหน่งอายุและปี.....	87
แผนภาพที่ 5.2 ขั้นตอนการดำเนินการประมาณค่าแวลูโอแกรม	89
แผนภาพที่ 5.3 แสดงการทดสอบการแจกแจงปกติของอัตราตายกลางปีเพศชาย	90
แผนภาพที่ 5.4 แสดงการทดสอบการแจกแจงปกติของอัตราตายกลางปีเพศหญิง.....	90
แผนภาพที่ 5.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ของเพศชาย.....	91
แผนภาพที่ 5.6 ค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ของเพศหญิง.....	91
แผนภาพที่ 5.7 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	92
แผนภาพที่ 5.8 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	92
แผนภาพที่ 5.9 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	92
แผนภาพที่ 5.10 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	93
แผนภาพที่ 5.11 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	93
แผนภาพที่ 5.12 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	93
แผนภาพที่ 5.13 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	94
แผนภาพที่ 5.14 แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	94
แผนภาพที่ 5.15 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย... ..	96
แผนภาพที่ 5.16 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย.. ..	96
แผนภาพที่ 5.17 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง.. ..	97
แผนภาพที่ 5.18 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง... ..	97
แผนภาพที่ 5.19 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	97
แผนภาพที่ 5.20 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	98

แผนภาพที่ 5.21 แบบจำลองแวนไดเอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	98
แผนภาพที่ 5.22 แบบจำลองแวนไดเอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	98
แผนภาพที่ 5.23 แวนไดเอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	99
แผนภาพที่ 5.24 แวนไดเอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	99
แผนภาพที่ 5.25 แวนไดเอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	100
แผนภาพที่ 5.26 แวนไดเอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	100
แผนภาพที่ 5.27 ตัวอย่างของค่าประมาณค่าความคลาดเคลื่อนที่ถูกถ่วงน้ำหนักจากจุดรอบๆ	101
แผนภาพที่ 5.28 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	103
แผนภาพที่ 5.29 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	103
แผนภาพที่ 5.30 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	103
แผนภาพที่ 5.31 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	104
แผนภาพที่ 5.32 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชายที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	105
แผนภาพที่ 5.33 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	105
แผนภาพที่ 5.34 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิงที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	105
แผนภาพที่ 5.35 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	106
แผนภาพที่ 5.36 แบบจำลองแวนไดเอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	107
แผนภาพที่ 5.37 แบบจำลองแวนไดเอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	108

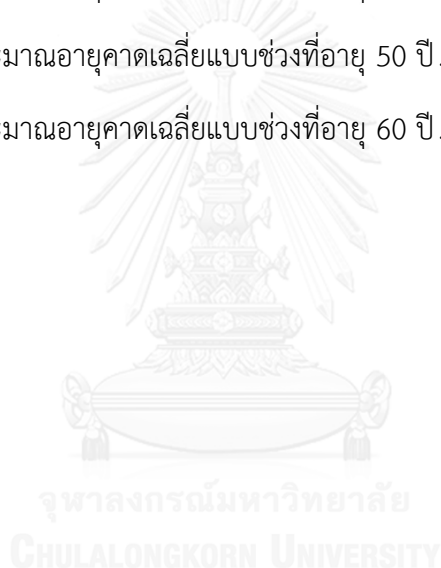
แผนภาพที่ 5.38 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย ...	108
แผนภาพที่ 5.39 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง ..	108
แผนภาพที่ 5.40 แวลูโอแกรมของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย.....	109
แผนภาพที่ 5.41 แวลูโอแกรมของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง.....	110
แผนภาพที่ 5.42 แวลูโอแกรมของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย.....	110
แผนภาพที่ 5.43 แวลูโอแกรมของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง.....	110
แผนภาพที่ 5.44 ค่าพยากรณ์อัตราณณะเพศชายในตัวแบบลี-คาร์เตอร์เมื่อนำกรณีสถิติมา ประยุกต์.....	111
แผนภาพที่ 5.45 ค่าพยากรณ์อัตราณณะเพศชายในตัวแบบมีเดียโนโพลิชเมื่อนำกรณีสถิติมา ประยุกต์.....	112
แผนภาพที่ 5.46 ค่าพยากรณ์อัตราณณะเพศหญิงในตัวแบบลี-คาร์เตอร์เมื่อนำกรณีสถิติมา ประยุกต์.....	112
แผนภาพที่ 5.47 ค่าพยากรณ์อัตราณณะเพศหญิงในตัวแบบมีเดียโนโพลิชเมื่อนำกรณีสถิติมา ประยุกต์.....	113
แผนภาพที่ 6.1 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 1 และตัวแบบที่ 2 ในเพศชาย.....	127
แผนภาพที่ 6.2 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 3 และตัวแบบที่ 4 ในเพศชาย	127
แผนภาพที่ 6.3 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 1 และตัวแบบที่ 2 ในเพศหญิง.....	127
แผนภาพที่ 6.4 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 3 และตัวแบบที่ 4 ในเพศหญิง.....	128
แผนภาพที่ 7.1 ขั้นตอนการหาค่าจำนวนคนตายหลายจำนวนจากค่า deviance residual ที่ได้ จากกระบวนการบูทสเตรป.....	131
แผนภาพที่ 7.2 ขั้นตอนการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่ได้จากกระบวนการบูทสเตรป ...	133
แผนภาพที่ 7.3 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ ต่ำกว่า 1 ปี.....	134
แผนภาพที่ 7.4 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 10 ปี.....	135
แผนภาพที่ 7.5 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 20 ปี.....	136
แผนภาพที่ 7.6 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 30 ปี.....	136

แผนภาพที่ 7.7 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 40 ปี.....	137
แผนภาพที่ 7.8 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 50 ปี.....	138
แผนภาพที่ 7.9 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 60 ปี.....	138
แผนภาพที่ 7.10 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงของเพศหญิงและเพศชายปี พ.ศ. 2555 ที่อายุต่ำกว่า 1 ปี จนถึง 30 ปี.....	139
แผนภาพที่ 7.11 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงของเพศหญิงและเพศชายปี พ.ศ. 2555 ที่อายุ 31 ปี จนถึง 60 ปี.....	139
แผนภาพที่ 7.12 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงของเพศหญิงและเพศชายปี พ.ศ. 2555 ที่อายุ 61 ปี จนถึง 100 ปี.....	140
แผนภาพที่ 8.1 แสดงค่าดัชนีเวลาในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย .	143
แผนภาพที่ 8.2 แสดงค่าดัชนีเวลาในตัวแบบมีเดียนโพลิชปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย	143

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การพิจารณาค่า Autocorrelation Function(ACF)และ Partial Autocorrelation Function(PACF)	14
ตารางที่ 3.1 การปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2555	40
ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราภาวะเพศชาย ในปี พ.ศ. 2555	45
ตารางที่ 3.3 อัตราตายกลางปีที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปี ถึง 100 ปีในปี พ.ศ. 2555 โดยวิธีโคล-กิสเกอร์	53
ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง	58
ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง	61
ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{k}_t สำหรับเพศชายและเพศหญิงปีพ.ศ.2541-2555	65
ตารางที่ 4.4 แสดงตัวแบบของดัชนีเวลาในเพศหญิงและเพศชาย	70
ตารางที่ 4.5 แสดงดัชนีเวลาโดยพยากรณ์ปี พ.ศ. 2556-พ.ศ. 2565 ทั้งเพศชายและเพศหญิง	71
ตารางที่ 4.6 ค่าประมาณผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง	77
ตารางที่ 4.7 ค่าประมาณผลกระทบจากเวลา $\tilde{c}(t)$ เพศชายและหญิง	81
ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \tilde{a} เพศชายและหญิง	82
ตารางที่ 4.9 ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ของผลกระทบของเวลา พ.ศ. 2556-พ.ศ. 2565 เพศชายและเพศหญิง	84
ตารางที่ 5.1 แบบจำลองแวลริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุและแวลริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา	95
ตารางที่ 5.2 ค่าพยากรณ์แวลริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาในปีพ.ศ.2556-2565 ในตัวแบบต่างๆ	107
ตารางที่ 6.1 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศชายจำแนกตามตัวแบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555	115
ตารางที่ 6.2 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศหญิงจำแนกตามตัวแบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555	119

ตารางที่ 6.3	ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชายและเพศหญิงจำแนกตามรายอายุ	123
ตารางที่ 6.4	ค่า MAPE จาก 4 ตัวแบบของเพศชาย.....	129
ตารางที่ 6.5	ค่า MAPE จาก 4 ตัวแบบของเพศหญิง.....	129
ตารางที่ 7.1	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ ต่ำกว่า 1 ปี	134
ตารางที่ 7.2	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 10 ปี	135
ตารางที่ 7.3	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 20 ปี	135
ตารางที่ 7.4	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 30 ปี	136
ตารางที่ 7.5	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 40 ปี	137
ตารางที่ 7.6	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 50 ปี	137
ตารางที่ 7.7	แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 60 ปี	138



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ด้วยความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการหลายๆด้าน โดยเฉพาะด้านการแพทย์ ทำให้แนวโน้มการเสียชีวิตของประชากรลดต่ำลง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการพยากรณ์อัตราการมรณะที่ใช้ในธุรกิจประกันภัยเพื่อให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจากอัตราการมรณะนำไปใช้ในการกำหนดเบี้ยประกันชีวิต เงินสำรองของบริษัทประกันชีวิตและการออกแบบกรมธรรม์ประกันชีวิตแบบระยะยาวดังนั้นหากเครื่องมือที่ใช้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นย่อมส่งผลให้เกิดความมั่นคงต่อบริษัทประกันชีวิตมากยิ่งขึ้นเช่นกัน

ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาตัวแบบที่นำมาใช้ในการพยากรณ์อัตราการมรณะอย่างต่อเนื่อง โดยพยายามปรับปรุงให้ตัวแบบและพารามิเตอร์ที่นำมาใช้สามารถพยากรณ์ลักษณะของอัตราการมรณะในอนาคตโดยค่าอัตราการมรณะในระยะแรกเป็นค่า q_x ที่แสดงความน่าจะเป็นของการตายหรือความน่าจะเป็นที่คนเมื่อครบอายุหนึ่งจะเสียชีวิตไปก่อนที่จะครบอายุถัดไป ซึ่งเป็นการพิจารณาอัตราการมรณะที่พิจารณาอิทธิพลจากอายุในระยะเวลาเพียง 1 ปีเท่านั้น ต่อมาได้มีการหาค่าอัตราการมรณะแบบใหม่เป็นค่า $q_{x,t}$ ที่แสดงความน่าจะเป็นที่คนอายุ x จะตายในปีที่ t ซึ่งเป็นค่าที่วิเคราะห์ร่วมกันทั้งอายุและปีที่ตายพิจารณาจากปีที่ต่อเนื่องกัน (series of consecutive years) วิธีการนี้พบได้จากงานของ Benjamin และ Soliman ในปี ค.ศ.1993 Renshaw และ Haberman ในปี ค.ศ. 2003 Pitacco ในปี ค.ศ.2004 และ Debonและคณะ ในปี ค.ศ.2006 ซึ่งโดยส่วนใหญ่นิยมใช้ตัวแบบของลี-คาร์เตอร์ (Lee Carter Models) โดยในปี ค.ศ. 1992 ลีและคาร์เตอร์เป็นผู้นำเสนอวิธีการดังกล่าวเพื่อใช้พยากรณ์ระดับและรูปแบบของการมรณะของอายุต่างๆ ในระยะยาวโดยนำเอาพื้นฐานด้านการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) และวิธีการอย่างง่าย (Simple Method) มาประยุกต์รวมกันเพื่อหาค่าอัตราการมรณะตามอายุต่างๆ (Benjamin B. และSoliman A.S., 1993; Debón A. และคณะ, 2006; Pitacco E., 2004; Renshaw A.E. และHaberman S., 2003)

ภายใต้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์มีข้อสมมติฐานที่สำคัญคือความคลาดเคลื่อน (residual) ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าของข้อมูลกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโดยค่าความคลาดเคลื่อนมีข้อสมมติฐานที่ว่ามีการแจกแจงปกติโดยมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ ส่งผลให้อิทธิพลจากอายุและเวลาไม่อิสระต่อกัน แต่มักมีข้อโต้แย้งเรื่องข้อสมมติฐานดังกล่าวซึ่งพบได้จากงานของ Booth ในปีค.ศ.2002 ได้ชี้ให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์มีความสัมพันธ์กับเวลา ส่งผลให้อายุและเวลาไม่อิสระต่อกัน จากปัญหาที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ.

2010 Debon และคณะ ได้นำเสนอเครื่องมือที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการทางธรณีสถิติ (Geostatistical approach) ธรณีสถิติเป็นวิธีทางสถิติที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเวลา (Spatio-temporal data) ได้โดยธรณีสถิติสามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาได้ ด้วยการสร้างฟังก์ชันแวกริโอแกรม (Variogram) ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักทางธรณีสถิติในการหาลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาให้ออกมาในรูปของข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitation data) และแสดงให้เห็นถึงระยะทางและทิศทางของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน เมื่อนำไปพิจารณาร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่เดิมก็จะแสดงให้เห็นการกระจายตัวของตัวแปรที่ทำการศึกษได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

1.2 บริบทของปัญหา

ในประเทศไทยได้เคยมีผู้ที่ทำการศึกษารื่องการพยากรณ์อัตราการณะหลายคนได้แก่ พงกษา ชุมชวลิต ในปี พ.ศ. 2549 สุดารัตน์ อาภาศิริกุล ในปี พ.ศ.2550 ณัฐกร สุระเมธากุล ในปีพ.ศ.2552 และจักรกฤษ ศรีทองดี ในปีพ.ศ.2555 ผู้วิจัยแต่ละคนได้ทดลองทำการพยากรณ์อัตราการณะไทยด้วยตัวแบบต่างๆ ผลสรุปจากการศึกษาเน้นไปในทิศทางเดียวกันคือ ตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด (จักรกฤษณ์ ศรีทองดี, 2555; ณัฐกร สุระเมธากุล, 2552; พงกษา ชุมชวลิต, 2549; สุดารัตน์ อาภาศิริกุล, 2550) เพื่อตรวจสอบข้อสมมติฐานผู้ศึกษาได้นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์อัตราการณะจากงานศึกษาของณัฐกร สุระเมธากุล เทียบกับเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2551 ทั้งในเพศหญิงและเพศชายให้ผลดังแสดงในแผนภาพที่ 1.1 ซึ่งในรูปด้านล่างแสดงค่าคลาดเคลื่อนของค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปี (Central death rate) ในบางช่วงอายุเท่านั้น



แผนภาพที่ 1.1 กราฟแสดงค่าคลาดเคลื่อนของค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เทียบกับเวลา เพศหญิงและเพศชาย ในปี พ.ศ.2541-2551 บางอายุ

จากแผนภาพที่ 1.1 พบว่าในบางอายุทั้งในเพศชายและเพศหญิงมีความสัมพันธ์กับเวลา ดังนี้ เพศชายอายุ 1 ปี และเพศหญิงอายุ 1 ปี พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มลดลง เพศชายอายุ 31 ปีอายุ 41ปีอายุ 61ปีอายุ 79ปี เพศหญิงอายุ 25ปีและอายุ 45 ปี พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (เมื่อไม่พิจารณาปี พ.ศ. 2541) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการณะของประเทศไทยที่ได้จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์มีข้อโต้แย้งเรื่องข้อสมมติฐานเนื่องจากได้ชี้ให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์มีความสัมพันธ์กับเวลาในบางช่วงอายุ ส่งผลให้อายุและเวลาไม่อิสระต่อกัน ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะนำเครื่องมือทางสถิติที่เรียกว่า ธรณีสถิติมาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากการใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำเอาวิธีการทางธรณีสถิติมาประยุกต์แล้ว การวิจัยนี้ได้ นำตัวแบบมีเดียโนโพลิช (Median Polish Model) มาใช้ในการพยากรณ์อัตราการณะไทยด้วยโดย ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตารางแบบสองทาง (Two-way table) ในที่นี้คือจำแนกลักษณะตามอายุและปี หากพบว่าสองลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันการพยากรณ์โดยตัวแบบ Median polish สามารถให้ค่าความเอนเอียงของค่าความคลาดเคลื่อน (biased residual) น้อยกว่าการวิเคราะห์ที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) เนื่องจากวิธี Median Polish สามารถพิจารณาผลกระทบตามแถวคืออายุและผลกระทบตามสดมภ์คือปีได้ร่วมกัน (Cressie N., 1985)

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในการพยากรณ์อัตราการณะด้วยตัวแบบ 4 ตัวแบบดังนี้คือ
 - ก) ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model)
 - ข) ตัวแบบมีเดียโนโพลิช (Median Polish Model)
 - ค) ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำธรณีสถิติมาประยุกต์
 - ง) ตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำธรณีสถิติมาประยุกต์
2. เพื่อพยากรณ์อัตราการณะของประเทศไทยในอีก 10 ปีข้างหน้าโดยใช้ตัวแบบจากข้อ 1
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการณะจากตัวแบบตามข้อ 2 กับค่าอัตราการณะจากข้อมูล
4. เพื่อหาอายุคาดเฉลี่ย (Expected Remaining lifetime) แบบช่วงของคนอายุ 60 ปีโดยวิธีบูทสเตรป (Bootstrap Method) จากตัวแบบที่ดีที่สุดจากข้อ 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการหาอัตราการณะคือข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนตายจำแนกตาม

เพศและอายุ ในปี พ.ศ. 2542-2555 เนื่องจากในปีดังกล่าวแสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับเวลาข้อมูลดังกล่าวได้มาจากสถิติสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข

2. การประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงนั้นจะประมาณสำหรับคนอายุ 60 ปีเท่านั้น

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ในแต่ละอายุจะสมมติให้มีการตายกระจายเท่ากันในระหว่างปี (Uniform distribution of Deaths:UDD)

2. การประมาณค่าอัตราฆาตกรรมด้วยวิธี Median polish จะทำการวนซ้ำจนเข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่งที่กำหนดให้

$$|z^n - z^{n-1}| < 0.001$$

โดยที่ z^n คือค่ามัธยฐานในรอบที่ n

z^{n-1} คือค่ามัธยฐานในรอบที่ $n-1$

n คือจำนวนการดำเนินการหามัธยฐานตามแถวหรือหลัก

3. การประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงโดยวิธีบูทสเตรปใช้ Deviance Residual โดยใช้การประมาณแบบ Maximum Likelihood Estimation (MLE) ภายใต้จำนวนการตายที่มีการแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson distribution)

4. การประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงด้วยวิธีบูทสเตรปใช้ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ไพล์

1.6 คำจำกัดความของงานวิจัย

อัตราฆาตกรรม (Mortality rate) หมายถึงความน่าจะเป็นของการตายหรือความน่าจะเป็นที่คนเมื่อครบอายุหนึ่งจะเสียชีวิตไปก่อนที่จะครบอายุถัดไป

อัตราตายกลางปี (Central death rate) หมายถึง อัตราที่คำนวณโดยการใช้อัตราตายที่เกิดขึ้นในปีหนึ่งหารด้วยประชากรกลางปี

อายุคาดเฉลี่ย (Expected Remaining lifetime) หมายถึงจำนวนปีเฉลี่ยที่คนจะมีชีวิตอยู่ต่อไปหลังจากอายุ x ปี

ธรณีสถิติ (Geostatistic) หมายถึงวิธีในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในลักษณะของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลนั้น

แวริโอแกรม (Variogram) หมายถึงวิธีวัดค่าความเปลี่ยนแปลงหรือความสัมพันธ์เชิงพื้นที่โดยคำนวณจากค่าความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละระยะและทิศทางใดๆ

คริกกิง (Kriging) หมายถึง วิธีการประมาณค่าเชิงเส้นแบบหนึ่ง ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักคำนวณได้จากความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลในพื้นที่นั้น ที่แสดงออกมาในรูปเวรีโอแกรม

1.7 วิธีดำเนินงานวิจัยโดยย่อ

1. ศึกษาและค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัย รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาตัวแบบการพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ตัวแบบมีเดียนโพลิช และการนำวิธีการธรณีสถิติ (Geostatistics) มาประยุกต์
3. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ข้อมูลสำหรับการหาอัตราการณะใช้ข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนประชากรที่ตาย ในปี พ.ศ. 2541-2555 จากสถิติสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข
4. ปรับข้อมูลสำหรับการไม่ระบุอายุ และปรับข้อมูลจากการตกจดทะเบียนการตาย
5. คำนวณหาอัตราตายกลางปีและอัตราการณะพร้อมทั้งปรับค่าให้สอดคล้องกับกฎของการตาย (Mortality law)
6. การพยากรณ์อัตราการณะในการศึกษานี้จะทำการเปรียบเทียบแบบจำลองของการพยากรณ์ 4 ตัวแบบคือ
 1. ตัวแบบลี-คาร์เตอร์
 2. ตัวแบบมีเดียนโพลิช
 3. ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำธรณีสถิติมาประยุกต์
 4. ตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำธรณีสถิติมาประยุกต์
 ทั้ง 4 ตัวแบบแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ large-scale variation (trend) และ small scale variation (error) สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 large-scale variation (trend) (μ_x) แบ่งออกเป็น 2 ตัวแบบ

6.1.1 ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบคือ $\hat{a}_x, \hat{b}_x, \hat{k}_t$

6.1.2 ในตัวแบบมีเดียนโพลิช ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบคือ $\hat{\mu}_x, \hat{r}_x, \hat{c}_t$

6.2 small scale variation (error) ในส่วนนี้ได้้นำวิธีธรณีสถิติมาประยุกต์ในการประมาณโดยมีขั้นตอนดังนี้

6.2.1 หาค่าผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณที่ได้จากตัวแบบ (residual) จากนั้นนำมาหาสร้างเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h, 0)$ และเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปี $\gamma(0, u)$

6.2.2 เลือกแบบจำลองเวรีโอแกรมที่เข้ากันได้กับเวรีโอแกรมจากข้อมูล

6.2.3 ประมาณค่าแวกซ์ไอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุและปี $y(h, u)$ โดยวิธี

Product Sum

6.2.4 ประมาณค่าความแปรปรวนร่วมจากค่าแวกซ์ไอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุและปีจากข้อสมมติฐานแบบคงที่อันดับสอง

6.2.5 นำค่าความแปรปรวนร่วมที่ได้มาใช้ในการประมาณ $\delta(x, t)$ โดยวิธี

Ordinary Kriging

7. เปรียบเทียบค่าอัตราณณะที่ประมาณได้จากตัวแบบที่ได้จากข้อ 4 กับค่าจริงของอัตราณณะโดยใช้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (mean absolute percentage error: MAPE) โดยพิจารณาแยกเพศหญิงและเพศชาย เพื่อหาตัวแบบในการพยากรณ์อัตราณณะที่ดีที่สุด

8. ประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ย (Expected Remaining lifetime) แบบช่วงของคนอายุ 60 ปี โดยวิธีบูทสเตรปจากตัวแบบที่ได้จากข้อ 7

9. วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการวิจัย

10. เขียนรายงานและสรุปผลการวิจัย

1.8 ลำดับขั้นตอนในการเสนองานวิจัย

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย 8 บท โดยเริ่มจากบทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย และข้อจำกัดต่างๆ จนถึงขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย ส่วนในบทที่ 2 กล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีต่างๆและเอกสารที่เกี่ยวข้องและในบทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการเตรียมข้อมูลสำหรับการวิจัย ต่อมาในบทที่ 4 ได้กล่าวถึงการพยากรณ์ค่าอัตราณณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช โดยเริ่มจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ จนถึงการพยากรณ์อัตราณณะในอนาคต ในบทที่ 5 กล่าวถึงการพยากรณ์ค่าอัตราณณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิชเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์ โดยเริ่มจากการประมาณค่าแวกซ์ไอแกรมที่จะนำไปใช้ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน พร้อมทั้งการพยากรณ์ค่าอัตราณณะในอนาคตเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์ ต่อมาในบทที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบอัตราณณะจากตัวแบบต่างๆ โดยพิจารณาจากค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ในบทที่ 7 การประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทสเตรป และในบทสุดท้ายคือบทที่ 8 จะเป็นการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเป็นส่วนของทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตลอดจนนำเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้มีการศึกษามาแล้ว การนำเสนอแบ่งออกเป็น 9 หัวข้อ ดังนี้

- 2.1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-carter Model)
- 2.2 ตัวแบบมีเดียนโพลิช (Median polish Model)
- 2.3 ธรณีสถิติ (Geostatistic)
- 2.4 วิธีการแปลงข้อมูล (Data transformation)
- 2.5 วิธีการปรับค่าสังเกต (Graduation)
- 2.6 การประมาณค่าแบบช่วงโดยวิธีบูทสตราป (Bootstrap)
- 2.7 อายุคาดเฉลี่ย (Expected Remaining lifetime)
- 2.8 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-carter Model)

2.1.1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee R. D. และ Carter L. R., 1992)

กำหนดให้ $m(x, t)$ แทนอัตราการตายกลางปีรายอายุ x ปี ในปี t โดยการประมาณอัตราการตายกลางปีรายอายุโดยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เขียนอยู่ในรูปของลอการิทึมของอัตราการตายกลางปี (Logarithm of the central death rates) ดังต่อไปนี้

$$\ln m(x, t) = a_x + b_x k_t + \varepsilon(x, t)$$

เมื่อ $x = 1, 2, \dots, p$ และ $t = 1, 2, \dots, q$

โดย	$m(x, t)$	แทน	ค่าสังเกตของอัตราการตายกลางปีรายอายุ x ในปี t
	a_x	แทน	ค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการตายกลางปีของอายุ x
	k_t	แทน	ดัชนีเวลาของระดับอัตราการตายกลางปี
	b_x	แทน	อัตราเสื่อมของดัชนีเวลาในอายุ x
	$\varepsilon(x, t)$	แทน	ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

ซึ่งสามารถหา $m(x, t)$ ได้จาก $\hat{m}(x, t) = \frac{D(x, t)}{L(x, t)}$

เมื่อ	$D(x, t)$	แทน	จำนวนการตายปีของประชากรที่อายุ x ในปี t
	$L(x, t)$	แทน	จำนวนประชากรกลางปีที่อายุ x ในปี t

ในตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น a_x แสดงถึงลักษณะของอัตราตายกลางปีในแนวนอน (general shape across age of mortality schedule) และคุณสมบัติของ b_x จะบอกถึงความเร็วในการลดลงของอัตราตายกลางปีในอายุต่างๆซึ่งมีผลต่อค่า k_t และในทางทฤษฎี b_x สามารถมีค่าเป็นลบได้ และจะส่งผลให้อัตราตายกลางปีที่อายุ x มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อ b_x มีค่าลดลง แต่ในทางปฏิบัติ เหตุการณ์ในลักษณะนี้จะไม่เกิดขึ้นในระยะยาว เนื่องจาก k_t เป็นเชิงเส้นตามเวลาการตายของแต่ละอายุจะเปลี่ยนแปลง ณ อัตราเอ็กซ์โพเนนเชียลคงที่ในตัวเอง ดังนั้นเมื่อ k_t เข้าสู่ ∞ แล้วอัตรากรรมณะรายกลุ่มอายุจะเข้าสู่ศูนย์ ส่งผลให้อัตรากรรมณะที่เป็นลบไม่สามารถเกิดขึ้นได้

ในตัวอย่างลี-คาร์เตอร์นั้นใช้การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอัตรากรรมณะจาก 2 ปัจจัยพร้อมกัน คือปัจจัยด้านอายุซึ่งเป็นแนวตั้ง และอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งเป็นแนวนอน ดังนั้นกำหนดให้การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน $\varepsilon(x,t)$ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ_ε^2 ซึ่งมีค่าคงที่ที่จะทำให้อิทธิพลจากอายุเป็นอิสระกับเวลา

2.1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

ในการประมาณตัวแบบจะกำหนดให้ $m(x,t)$ เป็นเมตริกซ์ของอัตรากรรมณะ จากการศึกษาผลเฉลยกำลังสองต่ำสุด (the least square solution) ของสมการตัวแบบลี-คาร์เตอร์จากสมการ

$$\ln m(x,t) = a_x + b_x k_t + \varepsilon(x,t)$$

ตัวแบบนี้ไม่สามารถหาได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอย (regression analysis) ทั่วไป ดังนั้นในการประมาณจึงได้กำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติม 2 เงื่อนไข $\sum k_t = 0$ และ $\sum b_x^2 = 1$ จากเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่าพารามิเตอร์ a_x คือค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราตายกลางปีของกลุ่มอายุ x สำหรับทุกปีซึ่งก็คือ

$$\hat{a}_x = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln m(x,t)$$

และสามารถเขียนตัวแบบใหม่ในรูปของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราตายกลางปี (The mean log-mortality rate) ได้ดังนี้

$$z(x,t) = \ln m(x,t) - \hat{a}_x$$

โดยที่ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $\varepsilon(x,t)$ มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ_ε^2 ดังนั้นสามารถเขียนสมการในรูปของ Multiplication fixed effects model และสามารถเขียนตัวแบบใหม่ในรูปร่างการแจกแจง $z(x,t)$ ได้ดังนี้

$$z(x,t) = N(\bar{m}(x,t), \sigma_\varepsilon^2)$$

$$E(z(x,t)) = \bar{\mu}_x(t) = b_x k_t$$

ในการประมาณพารามิเตอร์ b_x, k_t ทำโดยใช้วิธีการแยกด้วยค่าเจาะจง (Singular Value Decomposition) ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ได้นำวิธีการแยกด้วยค่าเจาะจงซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการหาผลเฉลยด้วยความรู้ทางเมตริกซ์มาใช้ในการประมาณพารามิเตอร์

ทฤษฎี การแยกด้วยค่าเจาะจง(Singular-Value Decomposition)

เมตริกซ์ขนาด Z ขนาด $m \times n$ ใดๆ สามารถเขียนในรูปผลคูณของ 3 เมตริกซ์ นั่นคือ เมตริกซ์ตั้งฉากแนวตั้ง (column - orthogonal matrix) U ขนาด $m \times m$ คูณกับเมตริกซ์ทแยง (diagonal matrix) W ขนาด $m \times n$ ที่มีสมาชิกเป็นจำนวนบวกหรือศูนย์เท่านั้น และคูณกับทรานสโพสของเมตริกซ์ตั้งฉากแนวนอน (transposed orthogonal matrix) V^T ขนาด $n \times n$

$$Z = UWV^T$$

$$\begin{pmatrix} Z \\ \\ \\ \end{pmatrix}_{m \times n} = \begin{pmatrix} U \\ \\ \\ \end{pmatrix}_{m \times m} \begin{pmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ & \vdots & & \vdots \\ & & & \vdots \\ & & & w_m & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}_{m \times n} \begin{pmatrix} V^T \\ \\ \\ \end{pmatrix}_{n \times n}$$

เมตริกซ์ U และ V มีคุณสมบัติตั้งฉาก ทำให้แต่ละคอลัมน์ต่างตั้งฉากกัน คือ

$$\sum_{i=1}^M U_{ik} U_{ip} = \delta_{kn} ; 1 \leq k \leq N, 1 \leq p \leq N$$

$$\sum_{j=1}^N V_{jk} V_{jp} = \delta_{kn} ; 1 \leq k \leq N, 1 \leq p \leq N$$

$$\delta_{ij} = 1, i = j$$

$$\delta_{ij} = 0, i \neq j$$

และ

$$\begin{pmatrix} U^T \\ \\ \\ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U \\ \\ \\ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V^T \\ \\ \\ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V \\ \\ \\ \end{pmatrix} = (1)$$

เมื่อ V เป็นเมตริกซ์จัตุรัสและ $VV^T = 1$

พิสูจน์ เมตริกซ์ $Z^T Z$ คือ Hermitian matrix ดังนั้นมันจะเป็น positive semidefinite ด้วย เมื่อ

$$X^T (Z^T Z) X = (ZX)^T (ZX) \geq 0$$

ทำให้ค่าเจาะจง (eigenvalue) ของ $Z^T Z$ เป็นค่าไม่ติดลบ และกำหนดให้ค่าเจาะจงเหล่านั้นแทนด้วย $W_1^2, W_2^2, \dots, W_r^2$ มีค่าเป็นบวก และ $W_{r+1}^2, W_{r+2}^2, \dots, W_n^2$ มีค่าเป็นศูนย์ ให้ $\{V_1^2, V_2^2, \dots, V_n^2\}$ เป็นเซตของเวกเตอร์เจาะจงตั้งฉากปกติ (orthonormal-eigenvectors) สำหรับ $Z^T Z$ ดังนั้นจะได้ว่า

$$Z^T Z V_i = W_i^2 V_i$$

แล้ว
$$\|ZV_i\|^2 = V_i^T Z^T Z V_i = V_i^T W_i^2 V_i = W_i^2$$

แสดงให้เห็นว่า $ZV_i = 0$ เมื่อ $i \geq r+1$ สังเกตได้จาก

$$r = \text{rank}(Z^T Z) \leq \min\{\text{rank}(Z^T), \text{rank}(Z)\} \leq \min\{m, n\}$$

สร้างเมตริกซ์ V^T ขนาด $n \times n$ โดยแต่ละแถวมาจาก $\{V_1^T, V_2^T, \dots, V_n^T\}$ หลังจากนั้น กำหนด

$$U_i = W_i^{-1} Z V_i \quad 1 \leq i \leq r$$

เวกเตอร์ U_i ต่างๆ ใช้สร้าง orthonormal system เนื่องจาก $1 \leq i, j \leq r$ จะได้

$$U_i^T U_j = W_i^{-1} (Z V_i)^T W_j^{-1} (Z V_j) = (W_i W_j)^{-1} (V_i^T W_j^2 V_j) = \delta_{ij}$$

เลือกให้เวกเตอร์ U_i ที่เพิ่มขึ้นมา ดังนั้น $\{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ จะเป็น orthonormal base ใน C^m

กำหนดให้ U เป็นเมตริกซ์ขนาด $m \times n$ ซึ่งคอลัมน์ของ U คือ U_1, U_2, \dots, U_n และให้เมตริกซ์ W มีขนาด $m \times n$ มีสมาชิกคือ W_1, W_2, \dots, W_r ในแนวทแยงและจำนวนที่เหลือเป็น 0 แล้ว

$$Z = U W V^T$$

เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าถูกต้อง จะแสดงว่า

$$U^T Z V = W$$

ขณะที่

$$U^T Z V = U_i^T Z V_j$$

ซึ่งจะมีค่าเท่ากับศูนย์เมื่อ $j > r+1$ ถ้า $j \leq r$ เทอมนี้จะมีค่าเป็น $U_i^T W_j U_j = W_j \delta_{ij}$ เรียกค่า W_1, W_2, \dots, W_n เหล่านี้ว่าค่าเอกฐาน (singular value) ของเมตริกซ์ Z ซึ่งมีค่าไม่เป็นลบ เนื่องจากเป็นรากที่สองของค่าเจาะจงจาก $Z^T Z$

เมื่อประมาณค่าด้วยวิธีการแยกด้วยค่าเจาะจงจะได้ตัวประมาณ \hat{b}_x ซึ่งคือคอลัมน์แรกของเมตริกซ์ U และตัวประมาณ \hat{k}_t คือ $W_{11} V_{11}$ พารามิเตอร์ที่ประมาณได้จะมี $p+q$ ตัว และในการประมาณสมาชิกจำนวน $p+q$ ตัวของเมตริกซ์ $z(x, t)$ ทำได้โดยการคูณพารามิเตอร์ของ b ด้วย k ตัวอย่างเช่น $z(1,1) = b_1 k_1$ การคำนวณสมาชิกอื่นๆ แสดงดังเมตริกซ์ข้างล่างนี้

$$\begin{bmatrix} z(1,1) & z(1,2) & \cdots & z(1,q) \\ z(2,1) & z(2,2) & \cdots & z(2,q) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z(p,1) & z(p,2) & \cdots & z(p,q) \end{bmatrix} \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_p \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} k_1 & k_2 & \cdots & k_q \end{matrix}$$

จากข้อสมมติ $\varepsilon(x, t)$ มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ_ε^2 จึงทำให้อายุและเวลาเป็นอิสระกัน ส่งผลให้ไม่เกิดสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างอายุและเวลา ดังนั้น b_x จึงถูกกำหนดให้คงที่ในทุกปีสำหรับทุกอายุ x และ k_t จะถูกกำหนดคงที่ทุกกลุ่มอายุในทุกปี t

การประมาณอัตราตายกลางปีที่ได้จากวิธีนี้ไม่ได้นำไปสู่จำนวนการตายจริง เนื่องจาก k_t ที่ได้มาทำให้ลอการิทึมของอัตราตายกลางปีมีความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุดแต่ไม่ได้ทำให้จำนวนการตายจริงมีความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุดไปด้วย ดังนั้นจึงทำการประมาณค่า k_t ซ้ำอีกครั้งโดยอาศัยพารามิเตอร์ a_x และ b_x ที่หาได้จากครั้งแรก ค่า k_t ครั้งที่ 2 หาได้จากสมการ

$$D(t) = \sum_x (N(x,t)e^{a_x + b_x k_t})$$

โดย

$D(t)$	แทนจำนวนการตายรวมปีที่ t
$N(x,t)$	แทนจำนวนประชากรอายุ x ในปี t

2.1.3 ตัวแบบพยากรณ์ดัชนีเวลา

การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีในแบบบลี-คาร์เตอร์นั้นจะสมมติให้ a_x และ b_x เป็นค่าคงที่ตลอดทุกปี ดังนั้นตัว k_t จะเป็นตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าในอนุกรมเวลาถัดไปซึ่งนำไปสู่ค่าอัตราตายกลางปีในเวลาถัดไปด้วย สำหรับแบบจำลองพยากรณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) โดยวิธี Box-Jenkins โดยวิธีการนี้จะอาศัยความสัมพันธ์จากข้อมูลในอดีตเพื่อหาตัวแบบที่จะแสดงพฤติกรรมของข้อมูลและใช้เป็นแนวทางในการพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคต (Box G. EP. และ Jenkins G. M., 1976)

ตัวแบบ ARIMA มีข้อสมมติว่าค่าปัจจุบันของค่าสังเกตเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าสังเกต และค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีต ซึ่งมีตัวแบบดังนี้

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

โดย

y_t	แทนค่าสังเกตของอนุกรมเวลาที่เวลา t
μ	แทนค่าคงที่ในตัวแบบ
ε_i	แทนค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มที่เวลา t
$\phi_i (i = 1, \dots, p)$ และ $\theta_i (i = 1, \dots, q)$	แทนค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ โดยที่ p และ q แสดงอันดับของตัวแบบ

ตัวแบบ ARIMA จะมีรูปแบบใดนั้นขึ้นกับลักษณะของข้อมูล โดยดูจากค่าสังเกตในอดีตที่อยู่ในตัวแบบเรียกเป็นเทอมการถดถอยในตนเอง (Autoregressive:AR) และส่วนของความคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีตที่อยู่ในตัวแบบเรียกเป็นเทอมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average:MA) และอนุกรมเวลาที่ ต้องมีการหาผลต่างก่อนเพื่อแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ (Integrated version of

stationary series:!) สัญลักษณ์ของตัวแบบเขียนได้เป็น ARIMA(p,d,q) โดยอันดับ p ของ AR อันดับ d ของการหาผลต่างของอนุกรมเพื่อให้เป็นอนุกรมเวลาลักษณะคงที่ และอันดับ q ของ MA

ในการกำหนดตัวแบบจะใช้ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ตามทฤษฎีของตัวแบบ ARIMA การกำหนดอันดับของ p และ q พิจารณาจาก ACF และ PACF ประกอบกันอธิบายได้ดังนี้

ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง(Autocorrelation Function: ACF)

ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองเป็นฟังก์ชันที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร y_t และ y_{t+k} ที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา ซึ่งเรียกสหสัมพันธ์ในตัวเองที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา แทนด้วย ρ_k และสามารถประมาณได้ด้วยสหสัมพันธ์ในตัวเองจากตัวอย่างในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา จากสมการดังนี้

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad k = 1, 2, \dots$$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของสหสัมพันธ์ในตัวเองจากตัวอย่างสมมติฐานในการทดสอบ

$$H_0 : \rho_k = 0$$

$$H_1 : \rho_k \neq 0$$

ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าสหสัมพันธ์ในตัวเองที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลาที่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน(Partial Autocorrelation Function:PACF)

สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนคือสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร y_t และ y_{t+k} ในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลาที่ขจัดอิทธิพลของตัวแปรที่อยู่ระหว่างตัวแปรทั้งสองได้แก่ $y_{t+1}, y_{t+2}, \dots, y_{t+k-1}$ ออกไป แทนด้วย ρ_{kk} ซึ่งสามารถประมาณค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนจากตัวอย่างที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา จากสมการดังนี้

$$r_{kk} = \begin{cases} r_1 & k = 1 \\ \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j} & k = 2, 3, \dots \end{cases}$$

โดยที่

$$r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j} \quad j = 1, 2, \dots, k-1$$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนจากตัวอย่าง
สมมติฐานในการทดสอบ

$$H_0 : \rho_{kk} = 0$$

$$H_1 : \rho_{kk} \neq 0$$

ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลาที่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณา ACF และ PACF แล้ว นำมาสู่การกำหนดลำดับขั้น p และ q ในแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองควรมี autoregressive, p เท่าใด differencing, d ที่ลำดับเท่าใด และ moving average, q เท่าใดนั้นพิจารณาได้จากค่า ACF และ PACF จากตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การพิจารณาค่า Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF)

ชนิดของแบบจำลอง	รูปแบบของ ACF	รูปแบบของ PACF
AR(p)	ลู่โค้งเข้าหาแกน(tails off)	เกิดค่าชัดเจนเพียง p ค่าแล้วหายไป(cut off after lag p)
MA(q)	เกิดค่าชัดเจนเพียง p ค่าแล้วหายไป(cut off after lag p)	ลู่โค้งเข้าหาแกน(tails off)
ARMA(p,q)	ลู่โค้งเข้าหาแกน(tails off)	ลู่โค้งเข้าหาแกน(tails off)

ที่มา: (Gujarati D. N., 2003)

2.2 ตัวแบบมีเดียนโพลิช (Median Polish Model)

ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่และเวลา ตัวแบบที่สามารถหาค่าประกอบในส่วนของการ large-scale variation (trend) ได้คือตัวแบบมีเดียนโพลิชเนื่องจากสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะตารางแบบสองทาง (two-way table) ในที่นี้คือจำแนกลักษณะตามอายุและปี หากพบว่ามีสองลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันการพยากรณ์โดยตัวแบบมีเดียนโพลิชจะสามารถให้ค่าความเอนเอียงของค่าความคลาดเคลื่อน (biased residual) ที่น้อยกว่าการวิเคราะห์ที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) จะเห็นได้จากงานของ Hoaglin Mosteller และ Tukey ในปีค.ศ. 1983 (Hoaglin D. C. และคณะ, 1983) สำหรับการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำตัวแบบมีเดียนโพลิช (Median Polish Model) มาใช้ในการพยากรณ์อัตราภาระไทยด้วย

2.2.1 ตัวแบบมีเดียโนโพลิช (Cressie N., 1993)

กำหนดให้ $Z(x,t)$ แทนอัตราตายกลางปีรายอายุ x ปี ในปีที่ t โดยการประมาณอัตราตายกลางปีรายอายุโดยตัวแบบมีเดียโนโพลิชโดยทั่วไปมักจะแยกพิจารณาองค์ประกอบตามแถวและสดมภ์เขียนอยู่ในสมการดังต่อไปนี้

$$z(x,t) = a + r(x) + c(t)$$

โดย $r(x)$ คือผลกระทบของอายุ, $x = 1, 2, \dots, p$ (แนวแถว)
 $c(t)$ คือผลกระทบของเวลา, $t = 1, 2, \dots, q$ (แนวสดมภ์)
 a คือผลกระทบโดยรวม
 $z(x,t)$ คืออัตราตายกลางปีอายุ x ปีที่ t

2.2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบมีเดียโนโพลิช

ในการประมาณภายใต้ข้อมูลที่มีลักษณะตารางแบบสองทาง (two-way table) มีการประมาณหลากหลายวิธีแต่วิธีหนึ่งที่น่าิยมใช้คือ วิธี median polish มีเหตุผลด้วยกัน 2 ข้อคือ (1) ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณด้วยตัวแบบมีเดียโนโพลิชให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าการประมาณแบบการวิเคราะห์ที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (2) ฟังก์ชันทางโครงสร้างของกรณีสถิติ เช่น แวริโอแกรม (variogram) ไม่ได้ถูกสมมติให้ทราบค่าก่อน

วิธีมีเดียโนโพลิชได้นำเสนอผลกระทบทั้งหมด (a) ผลกระทบของอายุ ($r(x)$) โดย $x = 1, 2, \dots, p$ ผลกระทบของเวลา ($c(t)$) โดย $t = 1, 2, \dots, q$ จากข้อมูลภายใต้เมทริกซ์มิติ $p \times q$ ($z(x,t)$ โดย $x = 1, 2, \dots, p; t = 1, 2, \dots, q$) การประมาณค่าพารามิเตอร์ $a, r(x), c(t)$ เป็นการหาค่ามัธยฐานตามแถวและตามสดมภ์โดยการทำซ้ำจนกระทั่งค่าเข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่ง

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์จะเป็นการทำซ้ำในแนวแถวและแนวสดมภ์สลับกัน โดยในกรณีที่ $i = 1, 3, 5, \dots$ แสดงถึงการดำเนินการตามแถว (row operation) สามารถอธิบายด้วยฟังก์ชันดังนี้

$$z(x,t)^{(i)} \equiv z(x,t)^{(i-1)} - \text{med} \{z(x,t)^{(i-1)} : t = 1, \dots, q\}, x = 1, \dots, p+1, t = 1, \dots, q$$

$$z(x,q+1)^{(i)} \equiv z(x,q+1)^{(i-1)} - \text{med} \{z(x,t)^{(i-1)} : t = 1, \dots, q\}, x = 1, \dots, p+1$$

ในกรณีที่ $i = 2, 4, 6, \dots$ แสดงถึงการดำเนินการตามสดมภ์ (column operation) สามารถอธิบายด้วยฟังก์ชันดังนี้

$$z(x,t)^{(i)} \equiv z(x,t)^{(i-1)} - \text{med} \{z(x,t)^{(i-1)} : x = 1, \dots, p\}, x = 1, \dots, p, t = 1, \dots, q+1$$

$$z(p+1,t)^{(i)} \equiv z(p+1,t)^{(i-1)} - \text{med} \{z(x,t)^{(i-1)} : x = 1, \dots, p\}, t = 1, \dots, q+1$$

โดย $\text{med} \{z(x,t) : t = 1, \dots, q\}$ คือค่ามัธยฐานที่หาในแต่ละแถว

$med \{z(x, t) : x = 1, \dots, p\}$ คือค่ามัธยฐานที่หาในแต่ละสดมภ์ โดยเริ่มต้นจะกำหนดให้

$$z(x, t)^{(0)} = \begin{cases} z(x, t) & , x = 1, \dots, p, t = 1, \dots, q, \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases}$$

จากข้อกำหนดกล่าวคือผลกระทบของเวลาในแถว $p+1$ ได้กำหนดให้เป็น 0 ในขั้นตอนเริ่มต้น ผลกระทบของอายุในสดมภ์ $q+1$ ได้กำหนดให้เป็น 0 ในขั้นตอนเริ่มต้น และผลกระทบรวมในแถวที่ $p+1$ สดมภ์ที่ $q+1$ ได้กำหนดให้เป็น 0 ในขั้นตอนต้นเช่นกัน เมื่อ $i=1$ แสดงถึงการหามัธยฐานตามแถว หลังจากนั้นเกิดเมทริกซ์ใหม่โดยเอาค่าแต่ละตัวในเมทริกซ์ลบกับมัธยฐานที่หาตามแถว และช่องสดมภ์ $q+1$ ที่สร้างเพิ่มจะเกิดจาก 0 รวมกับค่ามัธยฐานที่หาได้เมื่อ $i=2$ หามัธยฐานตามสดมภ์ทำเช่นเดียวกันกับการกระทำตามแถวทำซ้ำจนกระทั่งเข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่งผลที่ได้จากการประมาณคือ

$$\begin{aligned} \tilde{a} &\equiv z(p+1, q+1)^{(\infty)} \\ \tilde{r}(x) &\equiv z(x, q+1)^{(\infty)} \quad x = 1, \dots, p, \\ \tilde{c}(t) &\equiv z(p+1, t)^{(\infty)} \quad t = 1, \dots, q \end{aligned}$$

สามารถอธิบายตามเมทริกซ์ดังนี้

$$\left[\begin{array}{cccc} \tilde{z}(1,1) & \tilde{z}(1,2) & \cdots & \tilde{z}(1,q) \\ \tilde{z}(2,1) & \tilde{z}(2,2) & \cdots & \tilde{z}(2,q) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}(p,1) & \tilde{z}(p,2) & \cdots & \tilde{z}(p,q) \end{array} \right] \left. \begin{array}{l} z(1, q+1) \\ z(2, q+1) \\ \vdots \\ z(p, q+1) \end{array} \right\} \tilde{r}(x)$$

$$\underbrace{\begin{array}{cccc} z(p+1,1) & z(p+1,2) & \cdots & z(p+1,q) \end{array}}_{\tilde{c}(t)} \quad z(p+1, q+1)$$

2.2.3 ตัวแบบพยากรณ์ดัชนีเวลา

การพยากรณ์อัตราณณะของตัวแบบมีเดียโนโพลิช ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์คือ ผลกระทบของเวลา ($c(t)$) จะเป็นตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าในอนุกรมเวลาถัดไปซึ่งนำไปสู่ค่าอัตราตายกลางปีในเวลาถัดไปด้วย สำหรับแบบจำลองพยากรณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) เช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1.3

2.3 ธรณีสถิติ (Geostatistics)

ธรณีสถิติได้เริ่มนำมาใช้โดย Krige และ Matheron โดยพยายามที่จะคำนวณปริมาณสำรองแร่ทองคำในการทำเหมืองให้มีความถูกต้องมากขึ้น (Kbiob DG., 1951) เนื่องจากระดับความสูงหรือ

ปริมาณแร่ธาตุต่างๆในดินจะมีความต่อเนื่องของข้อมูลที่ขึ้นกับตำแหน่งที่ปรากฏอยู่ในภูมิภาค โดยค่าของข้อมูลที่มีตำแหน่งที่ใกล้กัน จะมีค่าคล้ายคลึงกันมากกว่าค่าของข้อมูลที่ห่างกันออกไป จากลักษณะนี้ทำให้วิธีพื้นฐานทั่วไปทางสถิติไม่สามารถนำมาอธิบายลักษณะข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ เพราะทฤษฎีพื้นฐานทางสถิติจะกำหนดให้ตัวแปรไม่ทราบค่าที่สุ่มตัวอย่างขึ้นมานั้นมีความเป็นอิสระต่อกันซึ่งขัดแย้งกับลักษณะข้อมูลที่มีความต่อเนื่องสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในเชิงพื้นที่และเวลา Kriging และ Matheron จึงได้นำเสนอ ธรณีสถิติซึ่งเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เพียงแต่สรุปภาพลักษณ์ของตัวแปรจากลักษณะพื้นฐานทางสถิติของข้อมูลเท่านั้น ยังคำนึงถึงขนาดและตำแหน่งในมิติของข้อมูลตัวอย่างที่รวบรวมมาด้วย โดยมีสมมติฐานว่าค่าของตัวแปรจะถูกกำหนดด้วยตำแหน่งของตัวอย่างที่มีอิทธิพลต่อกัน (พันธุ์พล หัตถโกศล, 2540)

2.3.1 หลักการและทฤษฎีของธรณีสถิติ

วิธีการทางธรณีสถิติพิจารณาว่าค่าของตัวแปรจะเกิดขึ้นแบบกระบวนการสุ่ม (Random process) กำหนดให้ $\delta(x, t)$ เป็นฟังก์ชันของตัวแปรสุ่ม (Random function) คือค่าของตัวแปรสุ่มที่อยู่ในขอบเขตของพื้นที่ศึกษาที่จะเกิดขึ้นตามกฎความน่าจะเป็น (Probability law) แม้ว่าลักษณะการแจกแจงของตัวแปรจะมีความแตกต่างและซับซ้อนเกินกว่าที่จะสามารถอธิบายได้ แต่มีค่าพารามิเตอร์ที่สามารถสรุปฟังก์ชันของตัวแปรสุ่มได้ดังนี้

1) ค่าความแปรปรวน (Variance)

ค่าความแปรปรวนคือค่าเฉลี่ยของค่ากำลังสองของความแตกต่างของตัวแปรสุ่มจากค่าคาดหวัง กล่าวคือ

$$\text{var}(\delta(x, t)) = E\{(\delta(x, t) - \mu(x, t))^2\} \quad (2.1)$$

ให้ $\delta(x, t)$ คือค่าของตัวแปรที่ตำแหน่งของข้อมูลที่อายุ x ปีที่ t
 $\mu(x, t)$ คือค่าเฉลี่ยของ $\delta(x, t)$
 $\text{var}(\delta(x, t))$ คือค่าความแปรปรวน

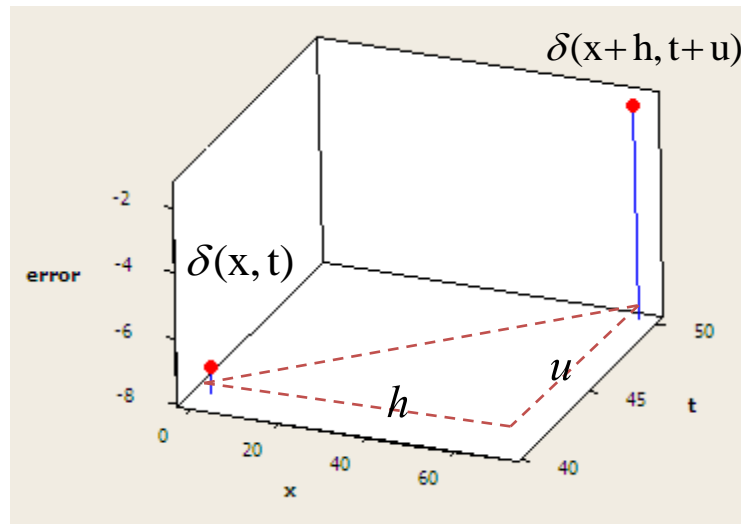
จะเห็นได้ว่าความแปรปรวนนั้นไม่ได้มีค่าขึ้นกับตำแหน่งของข้อมูลแต่ข้อมูลทางธรณีสถิติมีความสัมพันธ์กันในเชิงพื้นที่และเวลาโดยถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรสุ่มกับค่าที่มีระยะห่างออกไประยะทางหนึ่ง (Lag) ก็จะพบความสัมพันธ์รูปหนึ่ง เมื่อพิจารณาค่าที่อยู่ออกไปมากขึ้นก็จะได้ความสัมพันธ์อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถหาค่าและอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเวลานี้ได้ด้วย ฟังก์ชันความแปรปรวนร่วม (Covariance) และฟังก์ชันค่าแวกริโอแกรม (Variogram)

2) ฟังก์ชันความแปรปรวนร่วม (Covariance)

ฟังก์ชันความแปรปรวนร่วมคือค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรที่สุ่มจุดต่างๆ ที่อยู่ห่างกันเป็นช่วงอายุ h ปี และ ช่วงเวลา u ปี มีสูตรว่า

$$C(h, u) = \text{Cov} \{ \delta(x, t) \delta(x+h, t+u) \} \quad (2.2)$$

$$= \frac{1}{|N(h, u)|} \sum_{N(h, u)} (\delta(x, t) - \mu(x, t)) (\delta(x+h, t+u) - \mu(x+h, t+u)) \quad (2.3)$$



แผนภาพที่ 2.1 แสดงทิศทางของตัวแปรที่มีระยะห่าง h และ u ปี

โดยที่

$\delta(x, t)$	คือค่าของตัวแปรที่ตำแหน่งของข้อมูลที่อายุ x ปีที่ t
$\delta(x+h, t+u)$	คือค่าของตัวแปรที่ตำแหน่งของข้อมูลตัวที่สองซึ่งอยู่ห่างจากข้อมูลอายุ x ปีที่ t เป็นระยะ h และ u ตามลำดับ
$C(h, u)$	คือฟังก์ชันความแปรปรวนร่วม
$\mu(x, t)$	คือค่าเฉลี่ยของ $\delta(x, t)$
$\mu(x+h, t+u)$	คือค่าเฉลี่ยของ $\delta(x+h, t+u)$
$N(h, u)$	คือจำนวนคู่ของ $\delta(x, t)$ และ $\delta(x+h, t+u)$ ที่อยู่ห่างกัน h และ u

3) แวริโอแกรม (Variogram)

แวริโอแกรมคือเครื่องมือพื้นฐานของธรณีสถิติในการศึกษาลักษณะทางธรรมชาติของตัวแปรภูมิภาค และเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความแปรปรวนของตัวแปรที่มีค่าเกี่ยวข้องกับตำแหน่ง หรือเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนกับระยะทางและทิศทาง แวริโอแกรมหมายถึงค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคู่ของข้อมูลที่อยู่ห่างกันเป็นเวกเตอร์ h และ u เมื่อแปรผันเวกเตอร์ไปโดยการเปลี่ยนแปลงระยะทางและทิศทาง จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแวริโอแกรม $\gamma(h, u)$ และ h, u ซึ่งนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ มีสมการว่า

$$2\gamma(\mathbf{h}, \mathbf{u}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{\delta(\mathbf{x}, t) - \delta(\mathbf{x} + \mathbf{h}, t + \mathbf{u})\}^2 \quad (2.4)$$

โดย

n คือจำนวนคู่ของ $\delta(\mathbf{x}, t)$ และ $\delta(\mathbf{x} + \mathbf{h}, t + \mathbf{u})$ ที่อยู่ห่างกัน \mathbf{h} และ \mathbf{u} เวกเตอร์ \mathbf{h} และ \mathbf{u} ระหว่างคู่ของข้อมูลคู่ใดคู่หนึ่ง จะใช้ได้ทั้งทางไปและทางกลับ ทำให้ นับเป็นสองคู่ข้อมูล จากสมการ (2.4) ทหารด้วย 2 ซึ่งเป็นค่าคงที่โดยมีชื่อว่าเซมิแวกริโอแกรม (Semivariogram) เขียนสมการได้ดังนี้

$$\gamma(\mathbf{h}, \mathbf{u}) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \{\delta(\mathbf{x}, t) - \delta(\mathbf{x} + \mathbf{h}, t + \mathbf{u})\}^2 \quad (2.5)$$

โดยในงานศึกษานี้ใช้แวกริโอแกรมแทนทั้งสองความหมาย เพราะไม่ว่าจะเป็นแวกริโอแกรมหรือ เซมิแวกริโอแกรมก็มีคุณสมบัติพื้นฐานเหมือนกัน และโดยทั่วไปจะใช้เซมิแวกริโอแกรมเพื่อความสะดวก ในการคำนวณเปรียบเทียบกับความแปรปรวนร่วม

แวกริโอแกรมเป็นฟังก์ชันที่ใช้อธิบายตัวแปรในลักษณะหนึ่งมิติ สองมิติ หรือสามมิติก็ได้ ถ้า สามารถเก็บตัวอย่างข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องแวกริโอแกรมจะจัดเป็นฟังก์ชันแบบต่อเนื่อง (Continuous function) โดยทฤษฎีแล้วแวกริโอแกรมจะมีค่าเป็นบวกเสมอ และจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อเวกเตอร์ \mathbf{h} และ \mathbf{u} เป็นศูนย์

2.3.2 สมมติฐานของแวกริโอแกรม

แวกริโอแกรมเป็นผลของการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มมาจากตำแหน่งในสามมิติ แต่ตำแหน่ง (x, t) เหล่านี้มีอยู่แบบไม่จำกัด ทำให้เกิดความซับซ้อนในการสร้างฟังก์ชันแบบสุ่ม เพื่อใช้เป็นตัวแทน ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรที่มีอยู่แบบไม่จำกัด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดสมมติฐานดังนี้ เพื่อใช้อธิบายฟังก์ชันทางสถิติของตัวแปร

สมมติฐานแบบ“Second Order Stationarity” คือสมมติฐานที่กำหนดให้ตัวแปร $\delta(\mathbf{x}, t)$ มี คุณสมบัติดังนี้

- ค่าเฉลี่ย $E\{\delta(\mathbf{x}, t)\}$ มีค่าคงที่และเป็นอิสระจาก x และ t
- ค่าความแปรปรวนร่วม $C(\mathbf{h}, \mathbf{u})$ มีค่าคงที่และเป็นอิสระจาก x และ t

ตามสมมติฐานนี้ ตัวแปร $\delta(\mathbf{x}, t)$ จะมีค่าความแปรปรวนไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับเวกเตอร์ \mathbf{h} และ \mathbf{u} ภายใต้สมมติฐานแบบคงที่อันดับสอง ค่าความแปรปรวนร่วมกับค่าแวกริโอแกรม เป็นค่าที่สามารถใช้วัดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างเท่าเทียมกัน สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ก.เมื่อ n มีจำนวนมาก และใช้สมมติฐานแบบ Second Order Stationarity จะได้

$$\mu(\mathbf{x}, t) \cong \mu \cong \mu(\mathbf{x} + \mathbf{h}, t + \mathbf{u}) \quad (2.6)$$

กำหนดให้	μ	คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด
	$\mu(x, t)$	คือค่าเฉลี่ยของ $\delta(x, t)$
	$\mu(x+h, t+u)$	คือค่าเฉลี่ยของ $\delta(x+h, t+u)$

ข. จากสมการ (2.3) ถ้ากำหนดให้ $h=0$ และ $u=0$ จะได้

$$C(0,0) \cong \frac{1}{n} \sum_n (\delta(x, t) - \mu)^2 \quad (2.7)$$

$$\text{หรือ} \quad C(0,0) \cong \frac{1}{n} \sum_n (\delta(x+h, t+u) - \mu)^2 \quad (2.8)$$

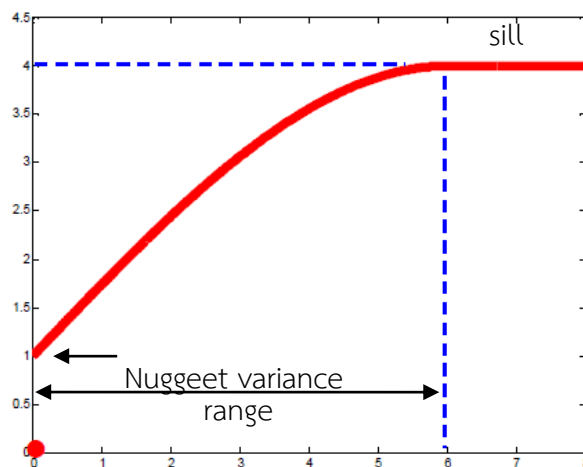
เนื่องจาก $\delta(x, t)$ และ $\delta(x+h, t+u)$ คือตัวแปรเดียวกันเมื่อ $h=0$ และ $u=0$

ค. จากนิยามของแวริโอแกรมจากสมการ (16) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ดังนี้

$$\begin{aligned} 2\gamma(h, u) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(\delta(x, t) - \mu) - (\delta(x+h, t+u) - \mu)\}^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\delta(x, t) - \mu)^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\delta(x+h, t+u) - \mu)^2 - \\ &\quad \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \{(\delta(x, t) - \mu)(\delta(x+h, t+u) - \mu)\} \\ 2\gamma(h, u) &= C(0,0) + C(0,0) - 2C(h, u) \\ \gamma(h, u) &= C(0,0) - C(h, u) \end{aligned} \quad (2.9)$$

2.3.3 คุณสมบัติของแวริโอแกรม

ค่าแวริโอแกรมเป็นค่าที่แสดงความแปรปรวนของตัวแปรที่มีค่าเกี่ยวข้องกับตำแหน่ง เมื่อเปลี่ยนค่า h และ u ไปจะทำให้สมการหรือรูปแบบของแวริโอแกรมมีรูปแบบต่างๆตามลักษณะของข้อมูล ซึ่งจะแสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของแวริโอแกรมได้ดังนี้



แผนภาพที่ 2.2 ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆของแวริโอแกรม

1. ระยะอิทธิพล (Range) คือระยะขอบเขตของความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยข้อมูลที่อยู่ใกล้กันจะมีความสัมพันธ์กันมากกว่าข้อมูลที่อยู่ไกลออกไปจะเห็นได้จากภาพพบว่าเมื่อระยะห่างมากขึ้นค่าแปรไอแกรมจะยิ่งเพิ่มขึ้นและเมื่อห่างกันเกินกว่าระยะอิทธิพลข้อมูลก็จะไม่มีความสัมพันธ์กันอีกต่อไป

2. ค่าของความแปรปรวนคงที่ (Sill) เมื่อ h และ u มากกว่าระยะอิทธิพลข้อมูลจะไม่มีความสัมพันธ์กัน

3. ความแปรปรวนนุกเก็ต (Nugget Variance) เป็นค่าคงที่ที่เกิดจากความผิดพลาดซึ่งอาจเกิดได้จาก 2 กรณีคือ เกิดจากการเก็บตัวอย่างในระยะที่ห่างกันเกินไป จึงไม่สามารถสังเกตความต่อเนื่องที่บริเวณจุดกำเนิดได้ หรืออาจเกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมักจะเกิดจากกรณีแรกมากกว่า (Isaaks E. H. และ Srivastava R. M., 1989)

2.3.4 การประมาณแปรไอแกรม

เนื่องจากทั้งฟังก์ชันความแปรปรวนร่วม (Covariance) และฟังก์ชันค่าแปรไอแกรม (Variogram) สามารถหาค่าและอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเวลานี้ได้ โดยทั้งสองฟังก์ชันสามารถหาได้โดยพิจารณาความห่างเชิงพื้นที่และเวลาร่วมกันหรือแยกกัน ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้วิธีการแยกกันระหว่างความห่างเชิงพื้นที่และเวลา (separate space and time) โดยใช้ Product sum Model

Product Sum Model (De Cesare L. และคณะ, 2001)

Product Sum Model เป็นตัวแบบที่เกิดจากผลรวมเชิงเส้นของฟังก์ชันของความห่างเชิงพื้นที่และเวลา ซึ่งสามารถอธิบายผ่านฟังก์ชันความแปรปรวนร่วมดังนี้

$$C_{ST}(h_s, h_t) = k_1 C_S(h_s) C_T(h_t) + k_2 C_S(h_s) + k_3 C_T(h_t) \quad (2.10)$$

โดยค่า C_S และ C_T เป็นฟังก์ชันความแปรปรวนร่วมเชิงพื้นที่และเวลาตามลำดับ สามารถเขียนในรูปแปรไอแกรมได้ดังนี้

$$\gamma_{ST}(h_s, h_t) = (k_1 C_T(0) + k_2) \gamma_S(h_s) + (k_1 C_S(0) + k_3) \gamma_T(h_t) - k_1 \gamma_S(h_s) \gamma_T(h_t) \quad (2.11)$$

โดยค่า γ_S และ γ_T เป็นฟังก์ชันแปรไอแกรมเชิงพื้นที่และเวลาตามลำดับ $C_T(0)$ และ $C_S(0)$ คือค่าความแปรปรวนคงที่ (sill)

จากสมการที่ 2.11 และภายใต้ $\gamma(0) = 0$ จะได้ว่า

$$\gamma_{ST}(h_s, 0) = (k_1 C_T(0) + k_2) \gamma_S(h_s) = k_S \gamma_S(h_s) \quad (2.12)$$

และ
$$\gamma_{ST}(0, h_t) = (k_1 C_S(0) + k_3) \gamma_T(h_t) = k_T \gamma_T(h_t) \quad (2.13)$$

โดยค่า k_S และ k_T เป็นสัดส่วนระหว่าง space-time variogram $\gamma_{ST}(h_s, 0)$ และ $\gamma_{ST}(0, h_t)$ กับ spatial variogram $\gamma_S(h_s)$ และ temporal variogram $\gamma_T(h_t)$ ตามลำดับซึ่งค่าทั้ง k_S และ k_T ถูกสมมติให้เป็น 1 (De Cesare et al. 2001) เพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณหาค่า k_1 , k_2 และ k_3

จากสมการที่ 2.10 จะได้ว่า

$$C_{ST}(0,0) = k_1 C_S(0)C_T(0) + k_2 C_S(0) + k_3 C_T(0) \quad (2.14)$$

จากสมการที่ 2.14 และค่า k_S และ k_T ถูกสมมติให้เป็น 1 จะได้ค่าคงที่ k_1 k_2 และ k_3 ดังนี้

$$k_1 = \frac{C_S(0) + C_T(0) - C_{ST}(0,0)}{C_S(0)C_T(0)}$$

$$k_2 = \frac{C_{ST}(0,0) - C_T(0)}{C_S(0)}$$

$$k_3 = \frac{C_{ST}(0,0) - C_S(0)}{C_T(0)}$$

และจากสมการที่ 2.11 2.12 และ 2.13 สามารถหาเวรีโอแกรมได้ดังนี้

$$\gamma_{ST}(h_s, h_t) = \gamma_{ST}(h_s, 0) + \gamma_{ST}(0, h_t) - k_1 \gamma_{ST}(h_s, 0) \gamma_{ST}(0, h_t) \quad (2.15)$$

จะเห็นได้ว่า product-sum model เป็นตัวแบบที่ง่ายต่อการคำนวณโดยเกิดจากการแยกคำนวณระหว่าง $\gamma_{ST}(h_s, 0)$ โดยคำนวณจากเวรีโอแกรมเชิงพื้นที่ในแต่ละปีแล้วหาเฉลี่ยจากจำนวนปีทั้งหมด และ $\gamma_{ST}(0, h_t)$ โดยคำนวณจากเวรีโอแกรมเชิงเวลาในแต่ละพื้นที่แล้วหาเฉลี่ยจากจำนวนพื้นที่ทั้งหมด เมื่อสามารถหาแบบจำลองของ $\gamma_{ST}(h_s, 0)$ และ $\gamma_{ST}(0, h_t)$ ได้ก็จะสามารถพยากรณ์ $\gamma_{ST}(h_s, h_t)$ ในอนาคตได้

2.3.5 แบบจำลองเวรีโอแกรม

เวรีโอแกรมที่ได้จากการคำนวณ (Experimental Variogram) จำเป็นต้องนำมาหาแบบจำลองเวรีโอแกรมที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้รูปแบบสำหรับนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ซึ่งมีแบบจำลองชนิดต่างๆได้ดังนี้ (Journel และ Huijbregets, 1987)

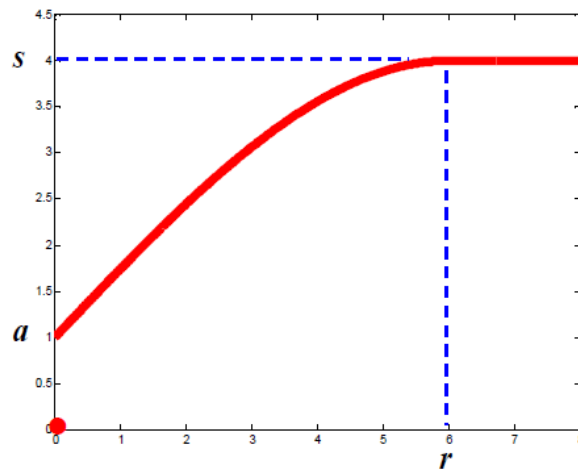
1. แบบสเฟียริคัล (Spherical model) เป็นแบบที่ค่าเวรีโอแกรม มีอัตราเพิ่มแบบเส้นตรงเมื่อ h อยู่ใกล้จุดกำเนิด และค่อยๆเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่น้อยลงจนกระทั่งไม่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะ h หรือ u เข้าใกล้ระยะอิทธิพล สมการของเวรีโอแกรมชนิดนี้คือ

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ a + (s - a) \left(\frac{3h}{2r} - \frac{h^3}{2r^3} \right) & , 0 < h \leq r \\ \sigma^2 & , h > r \end{cases}$$

โดยที่

s คือ ค่าความแปรปรวนคงที่ (sill)

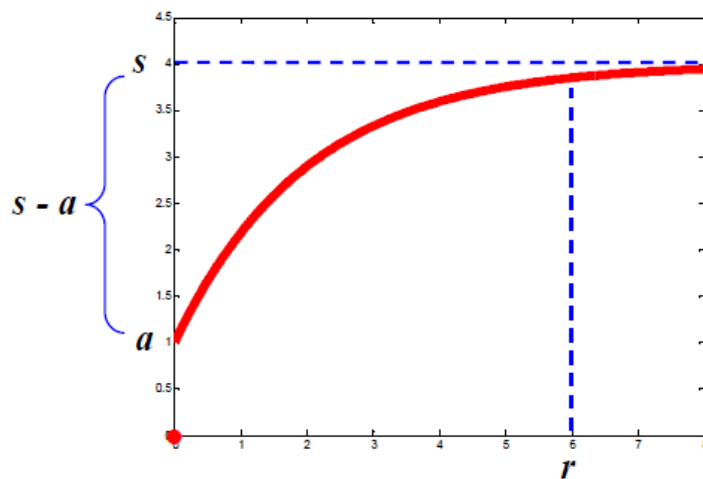
r คือ ค่าคงที่แสดงระยะอิทธิพล (Range)



แผนภาพที่ 2.3 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบสเฟียริคัล

2. แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential model) เป็นแบบที่ค่าเวรีโอแกรมเพิ่มขึ้นเกือบเป็นเส้นตรงในช่วงใกล้จุดกำเนิด และมีอัตราการเพิ่มขึ้นช้าๆจนเข้าใกล้ค่าความแปรปรวนคงที่สมการของเวรีโอแกรมชนิดนี้คือ

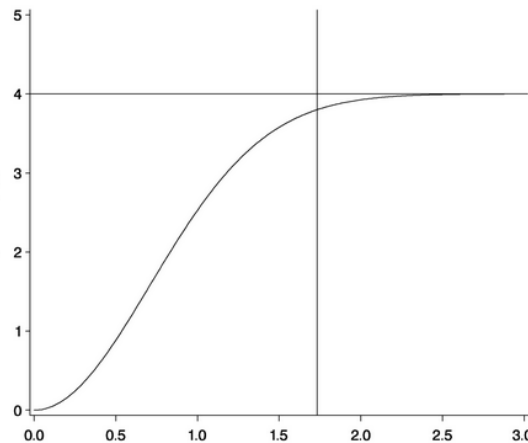
$$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ a + (s - a)(1 - e^{-3h/r}), & h > 0 \end{cases}$$



แผนภาพที่ 2.4 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

3. แบบเกาส์เซียน (Gaussian model) เป็นแบบที่ค่าเวรีโอแกรมเพิ่มขึ้นแบบพาราโบลาโบลาในช่วงใกล้จุดกำเนิด โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\gamma(h; r, s, a) = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ a + (s - a)(1 - e^{-3h^2/r^2}), & h > 0 \end{cases}$$

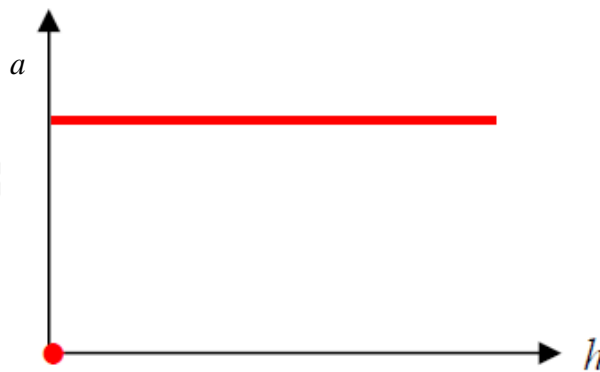


แผนภาพที่ 2.5 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบเกาส์เซียน

4. แบบสุ่ม (Random model) เป็นแบบที่ค่าเวรีโอแกรมเกิดอยู่รอบๆค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับค่าความแปรปรวนของข้อมูล

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ a & , h > 0 \end{cases}$$

โดย a คือค่าคงที่ แบบจำลองนี้เกิดจากสาเหตุสองประการคือ ตัวแปรมีการแจกแจงแบบสุ่ม ทำให้ไม่มีความต่อเนื่องของข้อมูล หรืออาจเกิดจากการเก็บตัวอย่างในระยะที่ห่างกันเกินไปจึงไม่สามารถสังเกตความต่อเนื่องที่บริเวณใกล้จุดกำเนิดได้



แผนภาพที่ 2.6 แบบจำลองเวรีโอแกรมแบบสุ่ม

5. แบบลอการิทึม (Logarithmic model) เป็นชนิดที่ค่าเวรีโอแกรมเพิ่มสูงมากกว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูล เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\gamma(h)$ และ $\ln(h)$ จะได้สมการเส้นตรง สมการทั่วไปของเวรีโอแกรมชนิดนี้คือ

$$\gamma(h) = k \left(\ln \frac{h}{L} \right) + m$$

โดยที่

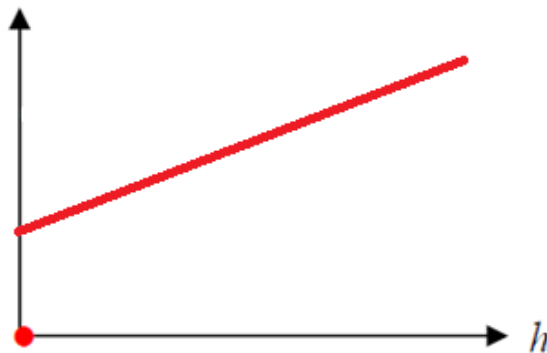
k คือความชันของเส้นกราฟระหว่าง $\gamma(h)$ และ $\ln(h)$

L และ m คือค่าคงที่ที่ทำให้ $\gamma(h) \geq 0$

6. แบบเส้นตรง (Linear model) มีสมการดังนี้

โดยที่ k คือความชันของเส้นตรง

$$\gamma(h) = kh$$



แผนภาพที่ 2.7 แบบจำลองแวรีโอแกรมแบบเส้นตรง

2.3.6 คริกกิงแบบปกติ (Ordinary Kriging)

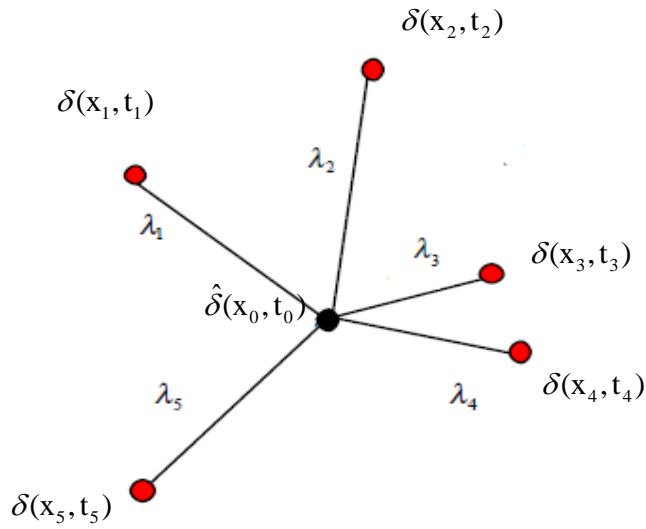
วิธีคริกกิงซึ่งเป็นเครื่องมือทางธรณีสถิติ โดยการประมาณค่าจะอาศัยค่าสังเกตของตัวอย่างที่อยู่รอบๆค่าที่ต้องการพยากรณ์ คริกกิงเป็นวิธีการประมาณเชิงเส้นที่ไม่ลำเอียงและให้ค่าความแปรปรวนของการประมาณหรือความผิดพลาดในการประมาณน้อยที่สุด (Best Linear Unbiased Estimator) สำหรับการประมาณค่า $\hat{\delta}(x_0, t_0)$ จากค่าสังเกตจำนวน n ตัวอย่างหาได้จาก

$$\hat{\delta}(x_0, t_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) = \lambda_i \delta \quad (2.16)$$

โดย $\delta(x_i, t_i)$ คือค่าสังเกตของตัวอย่าง i

$\hat{\delta}(x_0, t_0)$ คือค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้จากค่าที่สังเกตของตัวอย่าง

λ_i คือค่าน้ำหนักของค่าสังเกต



แผนภาพที่ 2.8 แสดงค่าประมาณที่เกิดจากการถ่วงน้ำหนักด้วยค่าของตัวอย่างที่อยู่รอบๆ

การประมาณด้วยวิธีคริกกิงจะเป็นตัวประมาณเชิงเส้นที่ไม่เอนเอียงและให้ค่าความแปรปรวนที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขคือดังนี้

$$\text{Minimize } \sigma_e^2 \quad (2.17)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (2.18)$$

ค่าความแปรปรวนของความผิดพลาดในการประมาณหาได้จาก

$$\begin{aligned} \sigma_e^2 &= E \left\{ \left(\delta(x_0, t_0) - \sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) \right)^2 \right\} \\ &= E \left\{ \delta(x_0, t_0)^2 \right\} + E \left\{ \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) \right)^2 \right\} - 2E \left\{ \delta(x_0, t_0) \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) \right) \right\} \\ &= \left\{ E \left\{ \delta(x_0, t_0)^2 \right\} - \mu^2 \right\} + \left\{ E \left\{ \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) \right)^2 - \mu^2 \right\} \right\} - 2 \left\{ E \left\{ \delta(x_0, t_0) \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) \right) \right\} - \mu^2 \right\} \\ &= \left\{ \lambda_i \lambda_j \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n E \left(\delta(x_i, t_i) \delta(x_j, t_j) \right) \right) - \mu^2 \right\} + \left\{ E \left\{ \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \delta(x_i, t_i) \right)^2 - \mu^2 \right\} \right\} - \\ &2\lambda_i \left\{ \sum_{i=1}^n E \left(\delta(x_i, t_i) \delta(x_0, t_0) \right) - \mu^2 \right\} \\ &= \lambda_i \lambda_j \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C \left(\delta(x_i, t_i) \delta(x_j, t_j) \right) + C \left(\delta(x_i, t_i) \delta(x_j, t_j) \right) - \\ &2\lambda_i \left\{ \sum_{i=1}^n C \left(\delta(x_0, t_0) \delta(x_j, t_j) \right) \right\} \end{aligned} \quad (2.19)$$

ในการประมาณตามสมการที่ 2.16 วัตถุประสงค์ที่ต้องการให้มีความผิดพลาดในการประมาณน้อยที่สุดโดยเป็นไปตามเงื่อนไขของสมการที่ 2.17 ในการหาค่าตอบดังกล่าวจะใช้วิธีการคูณลากรานจ์ (Lagrange Multiplication) โดยมีขั้นตอนดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 จะทำด้านขวาของสมการเงื่อนไขให้เป็นศูนย์ ดังนี้

$$s.t. \quad 2\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1\right) = 0 \quad (2.20)$$

ขั้นตอนที่ 2 คูณสมการเงื่อนไขด้วยตัวแปรใหม่ β ซึ่งเรียกว่าตัวคูณลากรานจ์ ซึ่งจะเป็นตัวแปรตัวที่ $n+1$ โดยฟังก์ชันลากรานจ์เกิดจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ลบด้วยสมการเงื่อนไขที่คูณด้วยตัวคูณลากรานจ์ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$L = \sigma_e^2 - 2\beta\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1\right) \quad (2.21)$$

แทน σ_e^2 จากสมการที่ 2.19 ลงในสมการ 2.21 จะได้

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C(|x_i - x_j|, |t_i - t_j|) + C(|x_0 - x_0|, |t_0 - t_0|) - 2\sum_{i=1}^n \lambda_i C(|x_0 - x_i|, |t_0 - t_i|) - 2\beta\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1\right) \quad (2.22)$$

โดย L เป็นฟังก์ชันของตัวแปร $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ และ β ซึ่งต้องการทราบค่าเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรตามสมการ (2.16) เมื่อหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันลากรานจ์ที่ได้เทียบกับตัวแปรแต่ละตัว และกำหนดให้ผลลัพธ์เท่ากับศูนย์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) จะได้

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.23)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = 0 \quad (2.24)$$

เมื่อแทนค่า L จากสมการ 2.22 ลงในสมการที่ 2.23 และ 2.24 แล้วหาอนุพันธ์จะได้สมการเส้นตรงจำนวน $n+1$ ซึ่งสมการ เขียนสมการคริกกิง (Kriging equation) ได้ดังนี้

$$2C(|x_0 - x_1|, |t_0 - t_1|) - 2\lambda_1 C(|x_1 - x_1|, |t_1 - t_1|) - 2\lambda_2 C(|x_1 - x_2|, |t_1 - t_2|) - \dots - 2\lambda_n C(|x_1 - x_n|, |t_1 - t_n|) - 2\beta = 0 \quad (1)$$

$$2C(|x_0 - x_2|, |t_0 - t_2|) - 2\lambda_1 C(|x_2 - x_1|, |t_2 - t_1|) - 2\lambda_2 C(|x_2 - x_2|, |t_2 - t_2|) - \dots - 2\lambda_n C(|x_2 - x_n|, |t_2 - t_n|) - 2\beta = 0 \quad (2)$$

$$2C(|x_0 - x_3|, |t_0 - t_3|) - 2\lambda_1 C(|x_3 - x_1|, |t_3 - t_1|) - 2\lambda_2 C(|x_3 - x_2|, |t_3 - t_2|) - \dots - 2\lambda_n C(|x_3 - x_n|, |t_3 - t_n|) - 2\beta = 0 \quad (3)$$

.....

.....

$$2C(|x_0 - x_n|, |t_0 - t_n|) - 2\lambda_1 C(|x_n - x_1|, |t_n - t_1|) - 2\lambda_2 C(|x_n - x_2|, |t_n - t_2|) - \dots - 2\lambda_n C(|x_n - x_n|, |t_n - t_n|) - 2\beta = 0 \quad (n)$$

$$-2\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1\right) = 0 \quad (n+1)$$

หรือเขียนในรูปของเมทริกซ์ (Kriging Matrix) จะได้

$$\begin{bmatrix} C(|x_1 - x_1|, |t_1 - t_1|) & C(|x_1 - x_2|, |t_1 - t_2|) & \dots & C(|x_1 - x_n|, |t_1 - t_n|) & 1 \\ C(|x_2 - x_1|, |t_2 - t_1|) & C(|x_2 - x_2|, |t_2 - t_2|) & \dots & C(|x_2 - x_n|, |t_2 - t_n|) & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C(|x_n - x_1|, |t_n - t_1|) & C(|x_n - x_2|, |t_n - t_2|) & \dots & C(|x_n - x_n|, |t_n - t_n|) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_n \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C(|x_0 - x_1|, |t_0 - t_1|) \\ C(|x_0 - x_2|, |t_0 - t_2|) \\ \dots \\ C(|x_0 - x_n|, |t_0 - t_n|) \\ 1 \end{bmatrix}$$

สมการเชิงเส้นจำนวน $n+1$ สมการ สามารถใช้พีชคณิตในการคำนวณค่าน้ำหนัก λ_i และยังคำนวณค่าตัวคูณลากรางจ์ (β) และค่าความแปรปรวนของการประมาณได้

เมื่อนำ λ_i ไปคูณในสมการที่ 1 ของสมการคริกกิง นำ λ_2 ไปคูณสมการที่ 2 และทำแบบเดียวกันกับทุกสมการถัดมา จนสุดท้าย λ_n แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ทั้ง n สมการมารวมกันจะได้

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C(|x_i - x_j|, |t_i - t_j|) + \beta \sum_{i=1}^n \lambda_i = \sum_{i=1}^n \lambda_i C(|x_0 - x_i|, |t_0 - t_i|)$$

เนื่องจาก $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ จึงคำนวณค่าตัวคูณลากรางจ์ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\beta = \sum_{i=1}^n \lambda_i C(|x_0 - x_i|, |t_0 - t_i|) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C(|x_i - x_j|, |t_i - t_j|) \quad (2.25)$$

เมื่อนำค่าจากสมการ 2.25 ไปแทนลงในสมการ 2.19 จะสามารถหาค่าความแปรปรวนคริกกิง (Kriging Variance) ได้

$$\sigma_k^2 \cong 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i C(|x_0 - x_i|, |t_0 - t_i|) + \beta \quad (2.26)$$

2.4 วิธีการแปลงข้อมูล (Data transformation)

ข้อมูลที่น่ามาศึกษาจะต้องมีการแปลงข้อมูลเพื่อให้เป็นไปตามข้อสมมติฐานแบบ Second order stationarity กล่าวคือค่าความคลาดเคลื่อนที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกันมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยศูนย์และความแปรปรวนเท่ากัน และแต่ละตัวเป็นอิสระซึ่งกันและกัน หากพบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นจะต้องมีการแปลงข้อมูล โดยใช้วิธีการทางสถิติ (Statistical Methods)

การแปลงข้อมูล หมายถึง การเปลี่ยนสภาพของข้อมูลที่ศึกษาให้มีการแจกแจงปกติหรือทำให้ความแปรปรวนมีค่าเท่ากันหรือช่วยลดขนาดของความแปรปรวนให้มีความใกล้เคียงกัน การแปลงข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติมีอยู่หลายวิธี ซึ่งสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมของการแจกแจงของข้อมูลว่ามีลักษณะการแจกแจงใด เช่นวิธีการแปลงโดยใช้ลอการิทึม วิธีการแปลงโดยใช้รากที่สอง วิธีการแปลงโดยใช้วิธีการกลับเศษ วิธีการแปลงโดยใช้วิธีเลขยกกำลัง วิธีการแปลงโดยใช้เลขชี้กำลัง

วิธีการแปลงกำลังของบ็อกซ์-ค็อกซ์ เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจวิธีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ และวิธีการแปลงกำลังแบบใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 วิธีการแปลงข้อมูลแบบบ็อกซ์ - ค็อกซ์

วิธีการแปลงข้อมูลแบบบ็อกซ์ - ค็อกซ์นำเสนอโดยบ็อกซ์และค็อกซ์ ในปี ค.ศ. 1964 เพื่อแก้ปัญหาตัวแปรตอบสนองที่ไม่มีการแจกแจงปกติให้มีลักษณะที่แจกแจงปกติซึ่งมีรูปแบบดังนี้ (Box G. EP. และCox D. R., 1964)

$$y_N = y_i^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{(y_i^\lambda - 1)}{\lambda} & ; \lambda \neq 0 \\ \log y_i & ; \lambda = 0 \end{cases}$$

เมื่อ y_i คือค่าสังเกตก่อนมีการแปลงข้อมูล
 y_N คือค่าสังเกตที่แปลงแล้ว
 λ คือค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ - ค็อกซ์

λ เป็นค่าคงตัวที่ทำให้ y_N มีสมบัติตามข้อสมมติเบื้องต้นที่กำหนด ซึ่งมีความแปรปรวนคงตัว โดยค่า λ สามารถประมาณได้ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) ดังนี้

$$L_{\max}(\lambda) = -\frac{1}{2} n \log \hat{\sigma}^2(\lambda) + (\lambda - 1) \sum \sum \log y_i$$

เมื่อ $\hat{\sigma}^2$ คือความแปรปรวนที่มีค่าคงตัวเท่ากันทุกทรีตเมนต์ (treatment)

2.4.2 วิธีการแปลงกำลังแบบใหม่

วิธีการแปลงกำลังแบบใหม่นำเสนอโดย Yeo-Johnson ในปีค.ศ. 2000 วิธีการแปลงกำลังแบบใหม่เป็นวิธีที่พัฒนาจากรูปแบบการแปลงของบ็อกซ์- ค็อกซ์ เพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรและมีรูปแบบเข้าใกล้การแจกแจงปกติมากยิ่งขึ้นรวมทั้งสามารถใช้กับข้อมูลที่มีค่าบวกและลบ (Yeo I.K. และJohnson R. A., 2000) ซึ่งรูปแบบการแปลงเป็นดังนี้

$$y = \begin{cases} \frac{((x+1)^\lambda - 1)}{\lambda} & ; x \geq 0, \lambda \neq 0 \\ \log_{10}(x+1) & ; x \geq 0, \lambda = 0 \\ \frac{-((-x+1)^{2-\lambda} - 1)}{(2-\lambda)} & ; x < 0, \lambda \neq 2 \\ -\log_{10}(-x+1) & ; x < 0, \lambda = 2 \end{cases}$$

โดยที่

x	คือค่าสังเกตก่อนมีการแปลงข้อมูล
y	คือค่าสังเกตที่แปลงแล้ว
λ	คือค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ - ค็อกซ์

2.5 วิธีการปรับค่าสังเกต (Graduation)

ในการประมาณค่า ค่าที่ได้ย่อมมีความคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับข้อมูลเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนให้มีค่าเข้าใกล้กับค่าจริงมากยิ่งขึ้น วิธีการปรับค่าสังเกต (Graduation) มีหลายวิธี เช่น Moving-Weighted-Average graduation, Whittaker Henderson graduation, Bayesian graduation, Parametric graduation เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการปรับค่า 2 รูปแบบคือวิธีการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามกำลังสาม (Cubic Splines method) เป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นในการเลือกจุดแบ่งช่วงอายุและวิธีการปรับด้วยวิธีโคล-คิสเกอร์ (Coale-Kisker method)

2.5.1 การปรับค่าโดยส่วนโค้งพหุนามกำลังสาม

เป็นวิธีการปรับโดยพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของค่าสังเกต แล้วทำการแบ่งช่วงออกเป็นช่วงย่อยๆ และแทนแต่ละช่วงย่อยด้วยส่วนโค้งพหุนามกำลังสาม (Cubic splines) ซึ่งในแต่ละส่วนโค้งจะเชื่อมติดกันอย่างต่อเนื่องและราบเรียบที่จุดแบ่งใดๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้ กำหนดให้ช่วง $[a, b]$ เป็นช่วงของค่าที่ถูกสังเกต โดยแบ่งออกเป็น n ช่วงย่อยคือ

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$$

ฟังก์ชันกำลังสาม $S(x)$ ที่ใช้ประมาณค่า $f(x)$ คือฟังก์ชันที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

เงื่อนไขที่ 1 S เงื่อนไขที่ 1 เป็นพหุนามกำลังสาม เขียนแทนด้วย S_j สำหรับช่วงย่อย $[x_j, x_{j+1}]$,

$$j = 0, 1, \dots, n-1$$

เงื่อนไขที่ 2 $S(x_j) = f(x_j)$; $j = 0, 1, \dots, n$

เงื่อนไขที่ 3 $S_{j+1}(x_{j+1}) = S_j(x_{j+1})$; $j = 0, 1, \dots, n-2$

เงื่อนไขที่ 4 $S'_{j+1}(x_{j+1}) = S'_j(x_{j+1})$; $j = 0, 1, \dots, n-2$

เงื่อนไขที่ 5 $S''_{j+1}(x_{j+1}) = S''_j(x_{j+1})$; $j = 0, 1, \dots, n-2$

เงื่อนไขที่ 6 เซตของเงื่อนไขขอบเขตภายใต้ขอบอิสระ $S''(x_0) = S''(x_n) = 0$

วิธีการสร้างส่วนโค้งพหุนามกำลังสาม

กำหนดข้อมูลที่จุด x_0, x_1, \dots, x_n และสมมติให้ $S(x)$ เป็นตัวประมาณของ $f(x)$ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้างต้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งฟังก์ชัน S ออกเป็นฟังก์ชันย่อยๆนั้นคือ

$$S(x) = \begin{cases} S_0(x), & x \in [x_0, x_1] \\ S_1(x), & x \in [x_1, x_2] \\ \vdots \\ S_{n-1}(x), & x \in [x_{n-1}, x_n] \end{cases}$$

สมมติให้

$$S_j(x) = a_j + b_j(x - x_j) + c_j(x - x_j)^2 + d_j(x - x_j)^3, \quad j = 0, 1, \dots, n-1$$

โดย

$$S = S_0 \cup S_1 \cup \dots \cup S_{n-1}$$

2. จากเงื่อนไขที่ 2 จะได้ว่า

$$f(x_j) = S(x_j) = a_j + b_j(x_j - x_j) + c_j(x_j - x_j)^2 + d_j(x_j - x_j)^3 = a_j$$

นั่นคือ

$$a_j = f(x_j), \quad j = 0, 1, \dots, n$$

3. จากเงื่อนไขที่ 3 จะได้ว่า

$$a_{j+1} = S_{j+1}(x_{j+1}) = S_j(x_{j+1}) = a_j + b_j(x_{j+1} - x_j) + c_j(x_{j+1} - x_j)^2 + d_j(x_{j+1} - x_j)^3$$

ให้ $h_j = x_{j+1} - x_j$; $j = 0, 1, \dots, n-1$ จะได้ว่า

$$a_{j+1} = a_j + b_j h_j + c_j h_j^2 + d_j h_j^3 \quad (2.27)$$

4. จากเงื่อนไขที่ 4 จะได้ว่า

จาก
$$S_j(x) = a_j + b_j(x - x_j) + c_j(x - x_j)^2 + d_j(x - x_j)^3$$

จะได้
$$S_j'(x) = b_j + 2c_j(x - x_j) + 3d_j(x - x_j)^2$$

สรุปได้ว่า

$$b_{j+1} = S_{j+1}'(x_{j+1}) = S_j'(x_{j+1}) = b_j + 2c_j(x_{j+1} - x_j) + 3d_j(x_{j+1} - x_j)^2$$

หรือ

$$b_{j+1} = b_j + 2c_j h_j + 3d_j h_j^2 \quad (2.28)$$

5. จากเงื่อนไขที่ 5 จะได้ว่า

จาก
$$S_j(x) = a_j + b_j(x - x_j) + c_j(x - x_j)^2 + d_j(x - x_j)^3$$

จะได้
$$S_j''(x) = 2c_j + 6d_j(x - x_j)$$

สรุปได้ว่า

$$2c_{j+1} = S_{j+1}''(x_{j+1}) = S_j''(x_{j+1}) = 2c_j + 6d_j(x_{j+1} - x_j)$$

หรือ

$$c_{j+1} = c_j + 3d_j h_j \quad (2.29)$$

6. เมื่อแทนสมการที่ (2.29) ลงใน (2.27) และ (2.28) จะได้

$$a_{j+1} = a_j + b_j h_j + \frac{1}{3} h_j^2 (2c_j + c_{j+1}) \quad (2.30)$$

และ

$$b_{j+1} = b_j + h_j (c_j + c_{j+1}) \quad (2.31)$$

จากสมการ (2.30) จัดรูปสมการใหม่จะได้

$$b_j = \frac{1}{h_j} (a_{j+1} - a_j) - \frac{h_j}{3} (2c_j + c_{j+1}) \quad (2.32)$$

$$b_{j-1} = \frac{1}{h_{j-1}} (a_j - a_{j-1}) - \frac{h_{j-1}}{3} (2c_{j-1} + c_j) \quad (2.33)$$

เมื่อแทนสมการที่ (2.32) และ (2.33) ลงในสมการที่ (2.31) จะได้

$$h_{j-1} c_{j-1} + 2(h_{j-1} + h_j) c_j + h_j c_{j+1} = \frac{3}{h_j} (a_{j+1} - a_j) - \frac{3}{h_{j-1}} (a_j - a_{j-1}) \quad (2.34)$$

2.5.2 การปรับค่าโดยวิธีโคล-คิสเกอร์ (Coale-Kisker method)

อัตราตายกลางปีของเพศหญิงและเพศชายที่นำมาใช้ในการประมาณค่านั้นพบว่าในรายอายุช่วงปลายหรือในวัยผู้สูงอายุมีอัตราการณะที่ลดลง ซึ่งขัดแย้งกับกฎอัตราการณะ โดยอัตราการณะที่เป็นไปตามกฎจะมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ โดยจะสูงในช่วงแรกเกิดแล้วเป็นเป็นมีค่าต่ำลงเมื่อเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นและจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆสำหรับวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามกฎอัตราการณะจึงนำวิธีของโคลและคิสเกอร์ (Coale A. J. และ Kisker E. E., 1990) มาใช้โดยมีข้อสมมติฐานให้อัตราการณะสำหรับผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลง ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ปรับอัตรานี้ตั้งแต่อายุ 85 ปีขึ้นไปจนถึงอายุ 110 ปี โดยโคลและคิสเกอร์ได้กำหนดให้อัตราตายกลางปีรายอายุ 110 ปีสำหรับเพศชายเท่ากับ 1 และเพศหญิงเท่ากับ 0.8 ซึ่งสามารถหาค่าได้ดังสมการนี้

สำหรับ $x \geq 85$ และขยายอายุไปถึง $x = 110$ กำหนดให้

$$k(x) = k(x-1) - R \quad (2.35)$$

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

จากสมการ (2.35) หาผลรวมตั้งแต่อายุ 85-110 จะได้เป็น

$$k(85) + \dots + k(110) = \ln\left(\frac{m_{110}}{m_{84}}\right) = 26k(84) - 325R$$

จากสมการข้างต้น แก้สมการหาค่า R ได้จาก

$$R = \frac{26k(84) + \ln(m_{84}) - \ln(m_{110})}{325} \quad (2.36)$$

เพื่อลดผลกระทบจากความผันผวน $k(84)$ จะถูกแทนที่ด้วย $k^*(84)$ ที่หาได้จากการ moving average 5 ปี นั่นคือ

$$\begin{aligned} k^*(84) &= \frac{k(82) + k(83) + k(84) + k(85) + k(86)}{5} \\ &= \frac{k(82) + k(83) + 3k(84) - 3R}{5} \end{aligned} \quad (2.37)$$

และจาก

$$\ln(m_{84}^*) = k^*(84) + \ln(m_{83}^*) \quad (2.38)$$

ที่ซึ่ง

$$\ln(m_{83}^*) = \ln\left(\frac{m_{82} + m_{83} + m_{84}}{3}\right) \quad (2.39)$$

นำสมการ (2.37) (2.38) (2.39) มาแทนในสมการ (2.36) จะได้

$$R = \frac{\frac{26}{5}(k(83) + k(84) + 3k(85)) + \ln\left(\frac{m_{83} + m_{84} + m_{85}}{3m_{110}}\right)}{325 + \left(\frac{26 \times 3}{5}\right)} \quad (2.40)$$

ดังนั้นสามารถหาค่าอัตราตายกลางปีสำหรับ $x = 85, 86, \dots, 110$ ได้จาก

$$m_x = m_{x-1} \cdot \exp(k_{85} + (x-85) \cdot R) \quad \text{สำหรับ } x = 85, 86, \dots, 110 \quad (2.41)$$

2.6 การประมาณค่าแบบช่วงโดยวิธีบูทสตรป (Bootstrap)

ในการประมาณค่าทางสถิติได้มีการสรุปเกี่ยวกับการประมาณค่าไว้ 2 แบบคือ การประมาณค่าแบบจุด (Point Estimate) และการประมาณแบบช่วง (Interval Estimation) ในการประมาณแบบจุดค่าประมาณที่ได้มีโอกาสน้อยมากที่จะเท่ากับค่าประชากรที่แท้จริงเนื่องจากเกิดความคลาดเคลื่อนจากสาเหตุดังนี้คือ วิธีการสุ่มตัวอย่าง ขนาดของตัวอย่างและการกระจายของข้อมูลในประชากร ดังนั้นเพื่อให้ค่าประมาณครอบคลุมค่าพารามิเตอร์จึงได้มีการประมาณค่าแบบช่วง

การประมาณค่าแบบช่วงคือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยค่าประมาณแบบจุดสองค่าภายใต้ความเชื่อที่ว่าค่าประมาณแบบช่วงนั้นจะสามารถครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงด้วยระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้เทคนิคการสุ่มซ้ำซึ่งเรียกว่าวิธีบูทสตรป วิธีบูทสตรปจัดเป็นวิธีการประมาณความแปรปรวนโดยใช้การสุ่มตัวอย่างซ้ำๆ จากตัวอย่างที่มีชุดเดียวกัน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างซ้ำจะใช้สร้างตัวอย่างชุดใหม่จากตัวอย่างสุ่มที่มีเพียงชุดเดียวเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบแทนที่ วิธีการนี้ถูกเสนอโดย Efron ในปี ค.ศ.1982 (Efron B. และ Efron B., 1982)

วิธีบูทสตรปเป็นการสุ่มตัวอย่างมา n ตัวคือ x_1, x_2, \dots, x_n จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบต่างๆ ให้ θ เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณในประชากรและให้ $\hat{\theta}_B$ เป็นค่าประมาณของ

พารามิเตอร์ θ ด้วยวิธีบูทสเตรป ที่คำนวณจากข้อมูลตัวอย่างขนาด n โดยการสุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มทีละ 1 ค่าจำนวน n ครั้งโดยค่าที่ได้จะคืนกลับไปในชุดตัวอย่างก่อนที่จะทำการสุ่มตัวอย่างครั้งต่อไป ให้ คือ $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ เป็นชุดตัวอย่างขนาด n ที่สุ่มได้ ซึ่งจะเรียกว่าชุดตัวอย่างบูทสเตรป (Bootstrap sample)

ครั้งที่ 1 ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าแบบคืนที่จำนวน n ครั้งจากชุดตัวอย่างจะได้ $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ และคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ $\hat{\theta}_1^*$

ครั้งที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าแบบคืนที่จำนวน n ครั้งจากชุดตัวอย่างจะได้ $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ และคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ $\hat{\theta}_2^*$

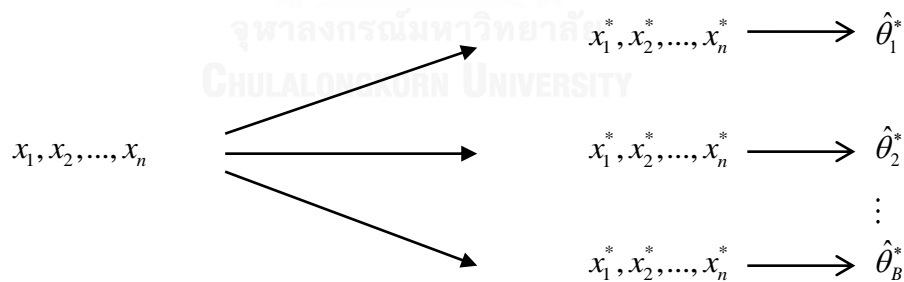
⋮

ครั้งที่ B ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่าแบบคืนที่จำนวน n ครั้งจากชุดตัวอย่างจะได้ $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ และคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ $\hat{\theta}_B^*$

ด้วยการทำซ้ำจำนวน B ครั้ง จะได้ค่าประมาณของ θ จำนวน B ตัว คือ $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \dots, \hat{\theta}_B^*$ การหาค่าประมาณแบบช่วงของพารามิเตอร์ θ ด้วยวิธีบูทสเตรป ที่ระดับนัยสำคัญ α จะได้ว่า

$$P(\hat{\theta}_{BL} < \theta < \hat{\theta}_{BU}) = 1 - \alpha$$

ซึ่งหาจากการแจกแจงตัวสถิติตัวอย่างบูทสเตรป $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \dots, \hat{\theta}_B^*$ ที่ได้นำมาจัดเรียงจากค่าน้อยไปมาก จากนั้นคำนวณค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ $100(\alpha/2)$ กำหนดให้เป็น $\hat{\theta}_{BL}$ และหาค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100(1-\alpha/2)$ กำหนดให้เป็น $\hat{\theta}_{BU}$ ดังนั้นจะได้ว่า $CI(1-\alpha/2)100\%$ ด้วยวิธีบูทสเตรปคือ $(\hat{\theta}_{BL}, \hat{\theta}_{BU})$



แผนภาพที่ 2.9 ชุดตัวอย่างขนาด n ที่สุ่มได้แล้วคำนวณหาค่าประมาณของ θ ด้วยการซ้ำจำนวน B ครั้ง

2.7 อายุคาดเฉลี่ย (Expected Remaining lifetime)

อายุคาดเฉลี่ย หมายถึง อายุโดยเฉลี่ยของประชากรที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่ โดยอายุคาดเฉลี่ยถือเป็นเครื่องชี้วัดความยืนยาวของชีวิตของประชากร ซึ่งมีขั้นตอนการหาอายุคาดเฉลี่ยดังนี้
 ขั้นตอนที่ 1 คำนวณจำนวนคนตายในแต่ละอายุโดยเกิดจากผลคูณของอัตราการณะอายุ x ปีที่ t กับจำนวนประชากรที่มีชีวิตอยู่ ณ อายุ x ปี สูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$d_{x,t} = q_{x,t} \times l_x$$

จำนวนคนที่มีชีวิตอยู่เมื่อเริ่มต้นในอายุถัดไป สูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$l_{x+t} = l_x - d_{x,t}$$

ขั้นตอนที่ 2 จำนวนปีที่คาดหมายรวมทั้งหมดที่คนจะมีชีวิตอยู่ระหว่างอายุ x และ $x+t$ ($L_{x,t}$) สูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$L_x = \int_0^1 l_{x+t} dt$$

จากหลักการ Average (Central) Rate สามารถประมาณค่า L_x ได้จากสูตรดังนี้

$$\int_t^{t+x} y(x) dx \approx \left\{ y(t) + \frac{1}{2} [y(t+x) - y(t)] \right\} x$$

ขั้นตอนที่ 3 จำนวนปีที่มีชีวิตอยู่หลังจากอายุ x (T_x) สูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$T_x = \sum_x L_{x,t}$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณอายุคาดเฉลี่ย (e_x) สูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

2.8 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (mean absolute percentage error: MAPE) ซึ่งค่า MAPE นี้เป็นค่าที่ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการประมาณตัวแบบอย่างง่าย โดยการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงและค่าที่ประมาณได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆหรือจำนวนข้อมูลต่างๆ จะพิจารณาจากค่าจริงใกล้เคียงค่าประมาณที่สุด หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้ประมาณให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ การวัดความคลาดเคลื่อนสามารถวัดได้จากค่าต่างๆเป็นรูปอัตราส่วนหรือร้อยละซึ่งค่า MAPE ยิ่งน้อยแสดงว่าค่าประมาณจะยิ่งแม่นยำ สามารถหาได้ดังนี้

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100 \quad (2.42)$$

โดย	A_t	แทนค่าจากข้อมูลจริงตัวที่ t
	F_t	แทนค่าที่ได้จากการประมาณตัวที่ t
	T	แทนจำนวนข้อมูล

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพยากรณ์อัตราการณะและการประมาณโดยวิธีธรณีสถิติ ได้มีนักวิชาการมากมายที่ได้ทำการศึกษา ค้นคว้าวิจัย และนำเสนอแนวคิด ซึ่งแบ่งเป็นงานวิจัยในต่างประเทศและในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

2.9.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 1992 Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence ได้เสนอวิธีการเพื่อใช้ในการพยากรณ์ระดับและรูปแบบของการมรณะของอายุต่างๆในระยะยาว โดยนำเอาพื้นฐานด้านการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) และวิธีการอย่างง่าย (Simple Method) มาประยุกต์รวมกันเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการแจกแจงของอัตราการณะตามอายุ ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์นั้นใช้การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอัตราการณะจาก 2 ปัจจัยพร้อมกันคือปัจจัยด้านอายุและปี โดยมีข้อสมมติคือกำหนดให้การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{x,t}$ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ_{ε}^2 ซึ่งเป็นค่าคงที่จึงทำให้อิทธิพลจากอายุเป็นอิสระกับปีตัวแบบลี-คาร์เตอร์นี้ได้นำมาใช้กับข้อมูลอัตรามรณะในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1990 ถึง ค.ศ. 2065 พบว่าอัตราการณะจากการพยากรณ์ในอนาคตมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง (Lee R. D. และ Carter L. R., 1992) ต่อมาในปี ค.ศ. 2002 Booth, H., Maindonald, J., Smith, L. ได้เสนอให้มีการเปลี่ยนองค์ประกอบของอายุและเวลาในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ใหม่ เนื่องจากข้อมูลอัตรามรณะประเทศออสเตรเลียมีค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ ทำให้อิทธิพลจากอายุไม่เป็นอิสระกับปี ซึ่งขัดแย้งกับข้อสมมติจึงได้ปรับองค์ประกอบของเวลาใหม่ จากการปรับเปลี่ยนส่งผลให้ค่าพยากรณ์ของอายุคาดเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นและสามารถลดค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ลงร้อยละ 50 (Booth H. และคณะ, 2002) ต่อมาในปี ค.ศ. 2006 Debon, AnaMatinez-Ruiz, Francisco and Montes, Francisco พัฒนาตัวแบบโดยการแก้ปัญหาข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นโดยการนำเสนอวิธีการ spatial statistical method โดยนำเทคนิคธรณีสถิติ (Geostatistics) มาประยุกต์เพื่อใช้ในการประมาณและการพยากรณ์ในข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน โดยอ้างอิงตัวแบบที่ Noel Cressie and Jame J. Majure ได้นำเสนอในปี ค.ศ. 1996 ที่ได้ทำการประมาณปริมาณไนเตรทในลุ่มน้ำ upper North Bosque ซึ่งเป็นศูนย์รวมของฟาร์มโคนม ปริมาณไนเตรทในน้ำแสดงถึงคุณภาพน้ำซึ่งเมื่อนำปริมาณไนเตรทมาเก็บข้อมูลในลักษณะเชิงพื้นที่ (Spatial data) และเชิงเวลา (Time series) จะทำให้สามารถเห็นได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในพื้นที่ที่พิจารณา จึงนำตัวแบบ spatio-temporal statistical model มาใช้ในการประมาณ ในตัวแบบจะประมาณค่าปริมาณไนเตรทจากองค์ประกอบสองส่วนรวมกันคือ large-scale variation (ค่าเฉลี่ย) ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดที่ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Least Square:WLS) และ small-scale variation (ค่าความคลาดเคลื่อน) โดยใช้วิธีธรณีสถิติ (Cressie N.

และMajure J. J., 1996) ค่าพยากรณ์ที่ได้นำไปเป็นแผนในการเตรียมสำหรับการพัฒนาลุ่มน้ำบริเวณนั้น Debon, Ana Matinez-Ruiz, Francisco and Montes, Francisco จึงนำตัวแบบดังกล่าวนำมาเปรียบเทียบกับตัวแบบ Lee-Carter และตัวแบบ Gompertz-Makeham สำหรับการประมาณและการพยากรณ์อัตราการณะได้ใช้กับข้อมูลประเทศสเปนซึ่งให้ผลดังนี้ ในตัวแบบที่ใช้ธรมณีสถิติมาประยุกต์ให้ผลที่ดีกว่าทั้ง 2 วิธีทั้งในเพศหญิงและเพศชาย โดยพิจารณาจากค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error:MSE) พบว่าเมื่อเทียบกับตัวแบบ Lee-Carter ให้ค่า MSE ที่ลดลงในเพศชายร้อยละ 66.87 และในเพศหญิงร้อยละ 64.13 เมื่อเทียบกับตัวแบบ Gompertz-Makeham ให้ค่า MSE ที่ลดลงในเพศชายร้อยละ 38.06 และในเพศหญิงร้อยละ 46.12 (Debón A. และคณะ, 2006)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2010 Debon, Ana Matinez-Ruiz, Francisco and Montes, Francisco จากที่ได้ศึกษาในปี 2006 พบว่าตัวแบบที่นำเทคนิคธรมณีสถิติมาประยุกต์เป็นตัวแบบที่ให้ค่า MSE น้อยที่สุดจาก 3 ตัวแบบที่กล่าวข้างต้น จึงได้พัฒนาตัวแบบอย่างต่อเนื่องโดยหาตัวแบบอื่นๆที่สามารถแก้ปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับเวลา ในปีค.ศ. 2002 Booth et al.ได้เสนอให้ปรับตัวแบบ Lee-Carter โดยเพิ่มตัวแปรใหม่คือ อายุ-ช่วงเวลา-รุ่นอายุ (Age-Period-Cohort) และในปี ค.ศ. 1993 Cressie ได้เสนอตัวแบบ median polish ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถประมาณค่าลักษณะตารางแบบสองทาง (two-way table) ที่มีความสัมพันธ์กัน จากวิธีการทั้งสองนำมาหาสมการประมาณและพยากรณ์อัตราการณะ ให้ผลสรุปคือในตัวแบบต่างๆเมื่อนำธรมณีสถิติมาประยุกต์ก็ยิ่งให้ค่า MSE ที่น้อยกว่า (Debón A. และคณะ, 2010)

สำหรับการหาอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงในการศึกษานี้ได้อ้างอิงจากงานของ Marie-Claire Koissi, Arnold F. Shapiro and GoranHognas ในปี ค.ศ.2005 ได้ทำการประมาณและพยากรณ์อัตราการณะของกลุ่มประเทศนอร์ดิกภายใต้ตัวแบบ Lee-Carter ที่ใช้วิธีที่แตกต่างกัน 3 วิธีการคือ วิธีการกระจายแมทริกซ์ด้วยวิธีแยกค่าแบบเดี่ยว(Singular Value Decomposition:SVD) วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดที่ถูกถ่วงน้ำหนัก(Weight Least Square:WLS) และวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Estimation :MLE)และนำค่าประมาณที่ได้มาคำนวณหาอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงโดยใช้วิธี residual boothstrapped technique โดย 3 วิธีจะนำทุกพารามิเตอร์มาใช้ในการค่า residual ซึ่งในอดีตจะคำนวณภายใต้ตัวแบบ Original Lee-Carter ซึ่งจะทำผ่านตัวดัชนีเวลาของระดับอัตราณะกลางปี(k)เท่านั้น พบว่าทั้ง 3 วิธีมีแนวโน้มของอัตราการณะที่ลดลงและอายุคาดเฉลี่ยต่างจากค่าจริงไม่เกิน 1 ปี (Koissi M. C. และคณะ, 2005)

2.9.2 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ.2548 นิชา ราชฤทธิ์ และ สุวณี สุรเสียงสังข์ ได้ศึกษาหาตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่เหมาะสมกับข้อมูลการตายของประชากรไทย โดยพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการณะ

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503-2547 และประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบสำหรับพยากรณ์อัตราการณราย กลุ่มอายุของประชากรไทย เมื่อวัดประสิทธิภาพของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์โดยใช้ค่า mean absolute percent error(MAPE) พบว่า ในหลายกลุ่มอายุค่าประมาณมีค่าใกล้เคียงค่าจริง ในขณะที่MAPE ของกลุ่มอายุ 0-4 และกลุ่มอายุที่มากกว่า 75 ปี มีความคลาดเคลื่อนที่สูงกว่ากลุ่มอายุอื่นๆอาจ เนื่องจากอัตราการณของผู้สูงอายุในกลุ่มนี้จะรวมเอากลุ่มอายุหลายกลุ่มเข้าไว้ด้วยกันซึ่งมีลักษณะ การตายที่แตกต่างกัน (ณชา ราชฤทธิ์ และสุวณณ สุรเสียงสังข์, 2549) ต่อมาในปี พ.ศ.2552 ณัฐกร สุรเมธากุล ได้ศึกษาตัวแบบในการพยากรณ์ค่าอัตราการณของประชากรไทย จากปัญหาในกลุ่มช่วง อายุแรกเกิดและสูงวัยโดยจะมีอัตราการณค่อนข้างสูง ทำให้เกิดการพัฒนาและสร้างตัวแบบที่สามารถ แก้ปัญหาค่าความแปรปรวนที่ไม่เท่ากันโดยใช้แนวคิดของฟิชซี ที่สร้างโดย Marie-claireและ Arnold (2005) และต่อมาปีค.ศ.2007 Piet De Jong และ Claymoreได้เสนอตัวแบบโดยใช้การแปลงของ แวง ดังนั้นในงานศึกษานี้จึงนำตัวแบบทั้ง 3 มาหาตัวประมาณพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับการ พยากรณ์อัตราการณของประเทศไทยและเพื่อเปรียบเทียบอัตราการณจากตัวแบบทั้งสามกับค่าจริง ของอัตราการณ ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่มีค่า MAPE เฉลี่ยต่ำที่สุดทั้งเพศ หญิงและชาย และในการพยากรณ์พบว่าอัตราการณของทั้ง 3 ตัวแบบให้ค่าที่เป็นไปในทิศทาง เดียวกันคือมีลักษณะลดลงอย่างช้าๆ โดยในช่วงอายุ 1 ปีและช่วงอายุประมาณ 20 ปีถึง 40 ปีอัตรา มรณจะมีแนวโน้มลดลงเร็วกว่าอายุอื่นเล็กน้อย (ณัฐกร สุรเมธากุล, 2552) ต่อมาก็ได้มีการพัฒนาตัว แบบอย่างต่อเนื่อง ในปีพ.ศ. 2555 จักรกฤษณ ศรีทองดี ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการสร้างตัว แบบการพยากรณ์อัตราการณและพยากรณ์ค่าอัตราการณในอนาคตสำหรับประชากรประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบตัวแบบลิ-คาร์เตอร์เปรียบเทียบกับตัวแบบความถดถอยโลจิสติกส์ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองตัวแบบให้ผลในทิศทางเดียวกันคือค่าพยากรณ์อัตราการณรายอายุต่ำกว่า 1 ปีจะมีค่าสูงกว่า รายอายุ 1 ปีและหลังจากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุ โดยค่าพยากรณ์อัตราการณ สำหรับเพศชายมีค่าสูงกว่าเพศหญิงเล็กน้อย และยังพบว่าค่าพยากรณ์อัตราการณเพิ่มขึ้นตามเวลา ในช่วงผู้สูงอายุ เมื่อเปรียบเทียบค่า MAPE พบว่า ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ให้ค่า MAPE ที่ต่ำกว่าตัวแบบ ความถดถอยโลจิสติกส์ จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์อัตราการณในประเทศไทยให้ผลแบบเดียวกันคือตัวแบบลิ-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้คือ ข้อมูลจำนวนประชากรและข้อมูลจำนวนการตายของประชากร ซึ่งจำแนกตามอายุรายปี คือ ต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ... 99 ปี และมากกว่า 100 ปี และจำแนกตามเพศคือ ชายและหญิง ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2540-พ.ศ. 2555 โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2556 เป็นตัวเทียบ ข้อมูลดังกล่าวมีแหล่งที่มาและรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

1. จำนวนประชากรปลายปี ณ วันที่ 31 ธันวาคมของแต่ละปีตั้งแต่ พ.ศ.2540 - พ.ศ. 2556 จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย จำแนกตามอายุรายปีคือต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ... 99 ปี และมากกว่า 100 ปี และจำแนกตามเพศคือ ชายและหญิง

2. จำนวนการตายของประชากร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541- พ.ศ. 2556 จากสถิติสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามอายุรายปี คือต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ... 99 ปี และมากกว่า 100 ปี และจำแนกตามเพศคือ ชายและหญิง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวกระทรวงสาธารณสุขได้รวบรวมจากฐานข้อมูลทะเบียนราษฎรที่วิเคราะห์และประมวลผลตามวัน เดือน ปีที่ตายจริง

3.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิจัย

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาทั้งจำนวนประชากรและจำนวนการตายในแต่ละปีต้องมีการปรับข้อมูลบางส่วนเพื่อให้ข้อมูลสมบูรณ์ และเป็นรูปแบบเดียวกันเพื่อทำการวิจัยต่อไปดังนี้

3.2.1 การปรับจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ

เนื่องจากข้อมูลจำนวนการตายของประชากรในแต่ละปี จะมีข้อมูลที่ไม่ทราบอายุ ซึ่งจะต้องทำการปรับข้อมูลโดยการกระจายข้อมูลที่ไม่ทราบอายุตามน้ำหนักของจำนวนการตายในปีนั้นๆ ไปยังรายอายุต่างๆ โดยคำนวณค่าน้ำหนักได้ดังนี้

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

และคำนวณจำนวนการตายที่ปรับใหม่ได้จากผลรวมของจำนวนการตายเดิมกับจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุตามน้ำหนักของแต่ละอายุ สามารถหาค่าได้ดังนี้

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

โดยจำนวนการตายที่ปรับใหม่นั้นจะเป็นจำนวนเต็ม ถ้าคำนวณได้เป็นทศนิยมมากกว่าเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม และถ้าได้เป็นทศนิยมที่น้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลงเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งถ้าจำนวนคนตายในแต่ละอายุที่ปรับใหม่แล้วรวมกันไม่เท่ากับจำนวนคนรวม ให้ปัดจำนวนคนในแต่ละอายุที่คำนวณใหม่ที่จุดทศนิยมใกล้ค่า 0.5 มากที่สุดขึ้นจนกว่าจะได้จำนวนรวมเท่าเดิม

ตารางที่ 3.1 แสดงการปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2555 รวมจำนวนคนตาย 235,755 คน และไม่ทราบอายุ จำนวน 19 คน ส่วนในปี พ.ศ. 2541-2555 ทั้งเพศหญิงและชาย แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.1 การปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตาย	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
ต่ำกว่า 1	2880	0.012217	2881
1	403	0.001708	403
2	304	0.001288	304
3	248	0.001050	248
4	235	0.000995	235
5	191	0.000811	191
6	186	0.000890	186
7	176	0.000748	176
8	166	0.000704	166
9	154	0.000655	154
10	183	0.000775	183
11	188	0.000800	189
12	212	0.000898	212
13	309	0.001311	309
14	425	0.001803	425
15	600	0.002546	600
16	723	0.003068	723
17	837	0.003552	837

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตาย	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
18	870	0.003692	870
19	865	0.003668	865
20	800	0.003395	800
21	771	0.003269	771
22	844	0.003579	844
23	862	0.003655	862
24	910	0.003862	910
25	909	0.003856	909
26	964	0.004091	965
27	102	0.004347	1025
28	1114	0.004726	1114
29	1163	0.004934	1163
30	1303	0.005529	1304
31	1423	0.006035	1423
32	1492	0.006331	1493
33	1554	0.006589	1554
34	1639	0.006952	1639
35	1920	0.008143	1920
36	2017	0.008556	2017
37	2065	0.008760	2065
38	2111	0.008954	2111
39	2192	0.009298	2192
40	2466	0.010461	2466
41	2514	0.010663	2514
42	2599	0.011025	2600
43	2716	0.011521	2716
44	2786	0.011819	2787
45	3095	0.013130	3096

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตาย	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
46	3123	0.013246	3123
47	3188	0.013522	3188
48	3236	0.013726	3236
49	3226	0.013683	3226
50	3613	0.015324	3613
51	3647	0.015470	3647
52	3722	0.015790	3723
53	3748	0.015897	3748
54	3879	0.016454	3879
55	3836	0.016271	3836
56	3867	0.016402	3867
57	3822	0.016211	3822
58	3881	0.016461	3881
59	3857	0.016362	3858
60	4010	0.017010	4011
61	4044	0.017152	4044
62	4040	0.017135	4040
63	4141	0.017564	4141
□4	4303	0.018251	4303
65	3743	0.015878	3744
66	3867	0.016404	3868
67	4059	0.017217	4059
68	4131	0.017523	4131
69	4380	0.018579	4381
70	5034	0.021354	5035
71	5137	0.021788	5137
72	5213	0.022113	5214
73	5311	0.022526	5311

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การปรับข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของเพศชายในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	จำนวนการตาย(คน)	น้ำหนักการตาย	ปรับเป็นจำนวนเต็ม(คน)
74	5196	0.022039	5196
75	5277	0.022385	5278
76	5229	0.022179	5229
77	5170	0.021931	5171
78	4915	0.020848	4915
79	4761	0.020193	4761
80	4530	0.019213	4530
81	4278	0.018144	4278
82	3898	0.016535	3898
83	3634	0.015415	3635
84	3372	0.014302	3372
85	3134	0.013294	3134
86	2797	0.011863	2797
87	2420	0.010266	2420
88	2142	0.009087	2142
89	1851	0.007852	1851
90	1586	0.006729	1587
91	1398	0.005932	1399
92	□107	0.004695	1107
93	901	0.003821	901
94	671	0.002845	671
95	530	0.002249	530
96	404	0.001715	404
97	309	0.001311	309
98	225	0.000955	225
99	171	0.000726	171
100+	378	0.001605	378

3.2.2 การปรับจำนวนประชากรปลายปีเป็นจำนวนประชากรกลางปี

เนื่องจากข้อมูลจำนวนประชากรของกระทรวงมหาดไทยเป็นข้อมูลจำนวนประชากร ณ วันที่ 31 ธันวาคมของทุกปีปฏิทิน เพื่อปรับค่าจำนวนประชากรดังกล่าวให้อยู่ในรูปจำนวนประชากรกลางปี ดังสมการนี้

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

เมื่อ

$l_{x,t}$ คือจำนวนประชากรปลายปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปีในปีที่ t

$L_{x,t}$ คือจำนวนประชากรกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปีในปีที่ t

ในกรณีที่ได้ค่า $L_{x,t}$ ไม่เป็นจำนวนเต็มให้ปัดจุดทศนิยมเพื่อให้ได้ค่าเป็นจำนวนเต็ม โดยจำนวนประชากรกลางปีจำแนกตามเพศและอายุในปี พ.ศ. 2541-2555 แสดงในภาคผนวก ข

3.2.3 การหาอัตราตายกลางปี ลอการิทึมอัตราตายกลางปี และอัตราฆรรณะ

หลังจากได้ปรับจำนวนการตายและประชากรกลางปีแล้วนำมาคำนวณหาอัตราตายกลางปี (Central death rate) ได้ดังสมการนี้

$$m_{x,t} = \frac{D_{x,t}}{N_{x,t}}$$

โดยที่

$m_{x,t}$ คืออัตราตายกลางปีรายอายุ x ปีในปีที่ t

$D_{x,t}$ คือจำนวนการตายของประชากรรายอายุ x ปีในปีที่ t

$N_{x,t}$ คือจำนวนประชากรกลางปีของประชากรรายอายุ x ปีในปีที่ t

จะได้ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีดังสมการนี้

$$\ln m_{x,t} = \ln \left(\frac{D_{x,t}}{N_{x,t}} \right)$$

ในการคำนวณหาอัตราฆรรณะจากอัตราตายกลางปี ภายใต้สมมติฐานของการตายในแต่ละช่วงอายุมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงระยะเวลา (Uniform distribution of deaths: UDD) ซึ่งสามารถหาอัตราฆรรณะได้ดังนี้

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

โดยที่

$q_{x,t}$ คืออัตราฆรรณะรายอายุ x ปีในปีที่ t

โดยจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราฆณะเพศชายในปี 2555 แสดงในตารางที่ 3.2 โดยอัตราตายกลางปีจำแนกตามเพศและอายุ ในพ.ศ. 2541-2555 แสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราฆณะเพศชาย ในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี($m_{x,t}$)	ลอการิทึมอัตราตายกลางปี($\ln m_{x,t}$)	อัตราฆณะ($q_{x,t}$)
ต่ำกว่า 1	0.0074732	-4.8964363	0.0074453
1	0.0010345	-5.1637579	0.0010340
2	0.0007781	-5.5072823	0.0007778
3	0.0006212	-5.9637081	0.0006211
4	0.0005797	-6.6107763	0.0005795
5	0.0004690	-7.6648652	0.0004689
6	0.0004554	-7.6944135	0.0004553
7	0.0004262	-7.7606206	0.0004261
8	0.0004046	-7.8125597	0.0004045
9	0.0003804	-8.6217028	0.0003804
10	0.0004483	-7.7100781	0.0004482
11	0.0004494	-7.3034302	0.0004493
12	0.0004916	-7.0723073	0.0004915
13	0.0006941	-6.9226699	0.0006939
14	0.0008878	-6.8162961	0.0008874
15	0.0011918	-6.7322991	0.0011911
16	0.0014308	-6.6585116	0.0014298
17	0.0016942	-6.5918985	0.0016928
18	0.0017861	-6.5315087	0.0017845

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราฆณะเพศชาย ในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี($m_{x,t}$)	ลอการิทึมอัตราตายกลางปี($\ln m_{x,t}$)	อัตราฆณะ($q_{x,t}$)
19	0.0017579	-6.47658706	0.0017564
20	0.0016181	-6.42652862	0.0016168
21	0.0016039	-6.38069781	0.0016026
22	0.0017919	-6.33802104	0.0017903
23	0.0018970	-6.29746483	0.0018952
24	0.0020231	-6.25815022	0.0020211
25	0.0019906	-6.21932357	0.0019886
26	0.0020348	-6.18000471	0.0020328
27	0.0021170	-6.13807943	0.0021147
28	0.0022698	-6.09149242	0.0022672
29	0.0023012	-6.03863697	0.0022985
30	0.0025329	-5.97839089	0.0025297
31	0.0027321	-5.91081623	0.0027284
32	0.0028323	-5.83879265	0.0028283
33	0.0029990	-5.76527541	0.0029945
34	0.0031408	-5.69255142	0.0031359
35	0.0036162	-5.62233662	0.0036097
36	0.0038647	-5.55618387	0.0038572
37	0.0039652	-5.49632762	0.0039574
38	0.0040677	-5.44475539	0.0040594
39	0.0042094	-5.40311791	0.0042005
40	0.0046404	-5.37294741	0.0046297
41	0.0047569	-5.35389315	0.0047456
42	0.0050211	-5.33817219	0.0050085
43	0.0052104	-5.31670291	0.0051968
44	0.0053801	-5.28122984	0.0053657
45	0.0061932	-5.22504179	0.0061741

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราฆณะเพศชาย ในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี($m_{x,t}$)	ลอการิทึมอัตราตายกลางปี($\ln m_{x,t}$)	อัตราฆณะ($q_{x,t}$)
46	0.0062939	-5.14674297	0.0062742
47	0.0064040	-5.05721804	0.0063836
4	0.0067191	-4.96742596	0.0066966
49	0.0069816	-4.88517518	0.0069573
50	0.0080994	-4.81596058	0.0080668
51	0.0084137	-4.76179832	0.0083785
52	0.0087857	-4.71630843	0.0087473
53	0.0094618	-4.67240421	0.0094173
54	0.0104011	-4.62418099	0.0103473
55	0.0103907	-4.56684777	0.0103370
56	0.0107399	-4.49871557	0.0106826
57	0.0116220	-4.4257732	0.0115548
58	0.0127209	-4.3543577	0.0126405
59	0.0130638	-4.28924719	0.0129790
60	0.0144932	-4.23407789	0.0143889
61	0.0153205	-4.18924844	0.0152041
62	0.0160993	-4.14537776	0.0159708
63	0.0181933	-4.09231774	0.0180293
64	0.0206854	-4.02209619	0.0204737
65	0.0196518	-3.92958501	0.0194606
66	0.0227777	-3.8156766	0.0225212
67	0.0250004	-3.69254873	0.0246917
68	0.0271463	-3.57093899	0.0267827
69	0.0298522	-3.45761962	0.0294132
70	0.0348508	-3.35668061	0.0342539
71	0.0392011	-3.26949356	0.0384475
72	0.0407230	-3.19268559	0.0399104

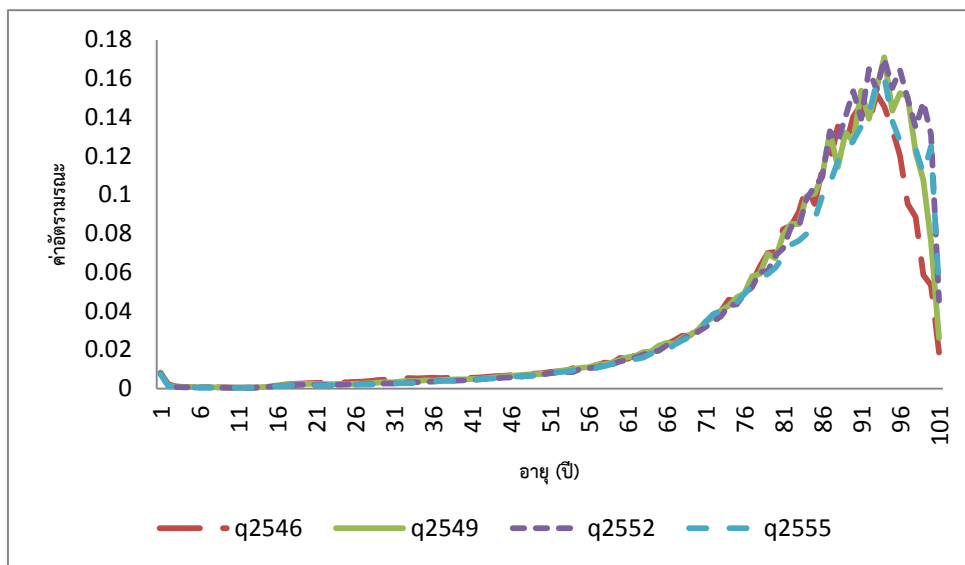
ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราฆณะเพศชาย ในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี($m_{x,t}$)	ลอการิทึมอัตราตายกลางปี($\ln m_{x,t}$)	อัตราฆณะ($q_{x,t}$)
73	0.0425246	-3.12278022	0.0416392
74	0.0453506	-3.05712912	0.0443450
75	0.0501036	-2.99366275	0.0488791
76	0.0545650	-2.93064279	0.0531158
77	0.0587186	-2.86631321	0.0570439
78	0.0609091	-2.79924207	0.0591089
79	0.0644950	-2.72839513	0.0624802
80	0.0704325	-2.65310065	0.0680365
81	0.0771714	-2.57358503	0.0743043
82	0.0793134	-2.49230925	0.0762880
83	0.0830141	-2.41167091	0.0797058
84	0.0910165	-2.33345592	0.0870548
85	0.1044578	-2.25897188	0.0992729
86	0.1118327	-2.18347559	0.1059106
87	0.1246760	-2.10696706	0.1173600
88	0.1293431	-2.02944629	0.1214863
89	0.1368192	-1.95091328	0.1280588
90	0.1450719	-1.87136802	0.1352606
91	0.1526325	-1.79081052	0.1418101
92	0.1710283	-1.70924078	0.1575551
93	0.1752031	-1.6266588	0.1610913
94	0.1483886	-1.54306457	0.1381395
95	0.1363141	-1.4584581	0.1276161
96	0.1344952	-1.37283939	0.1260206
97	0.1318462	-1.28620843	0.1236921
98	0.1175484	-1.19856523	0.1110231
99	0.1334241	-1.10990979	0.1250798

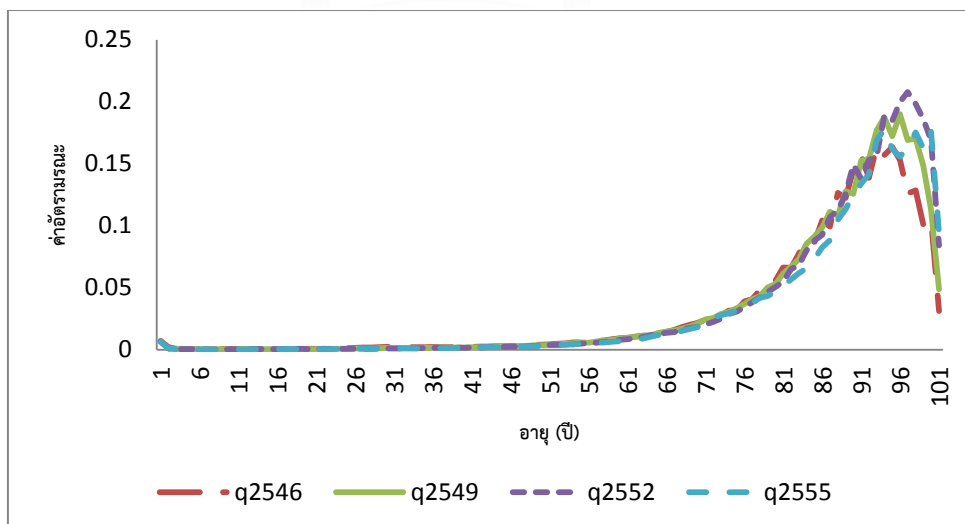
ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงจำนวนอัตราตายกลางปี ค่าลอการิทึมอัตราตายกลางปีและอัตราฆณะเพศชาย ในปี พ.ศ. 2555

อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี($m_{x,t}$)	ลอการิทึมอัตราตายกลางปี($\ln m_{x,t}$)	อัตราฆณะ($q_{x,t}$)
100+	0.0518338	-1.02024211	0.0505243

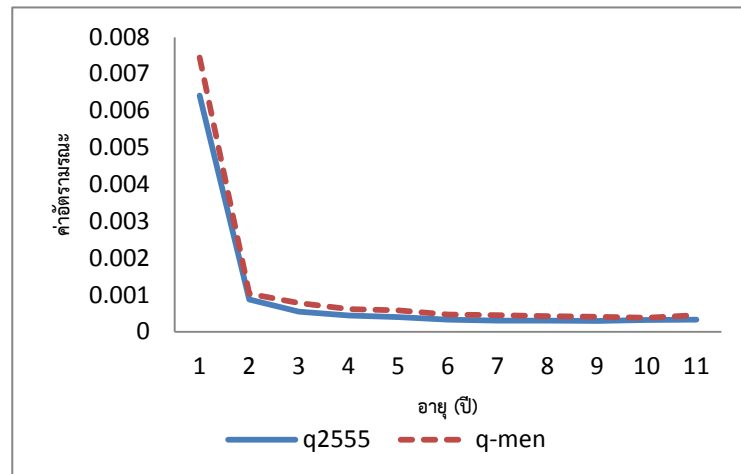
3.2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราฆณะเบื้องต้น



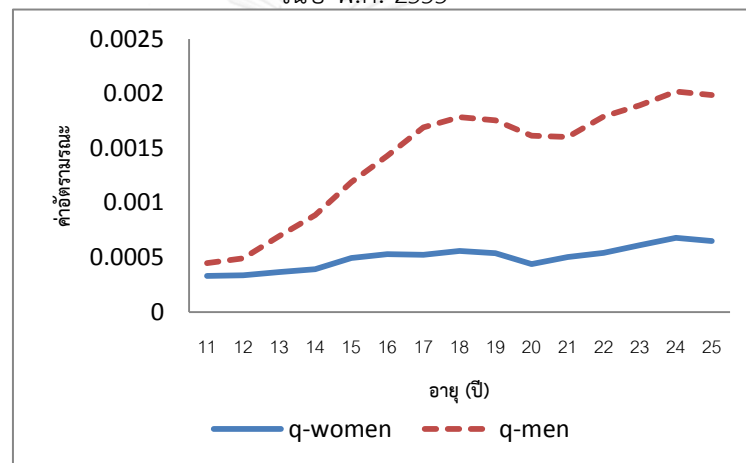
แผนภาพที่ 3.1 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายในปี พ.ศ.2543 2546 2549 2552 และพ.ศ. 2555



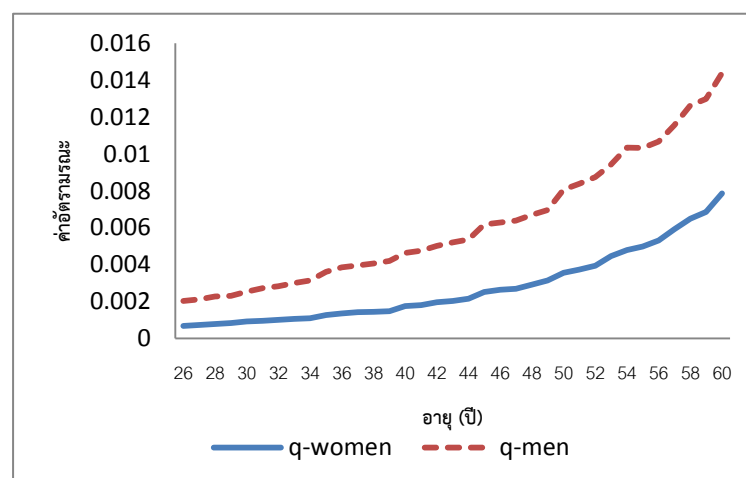
แผนภาพที่ 3.2 กราฟแสดงค่าอัตราฆณะของเพศชายในปี พ.ศ.2543 2546 2549 2552 และพ.ศ. 2555



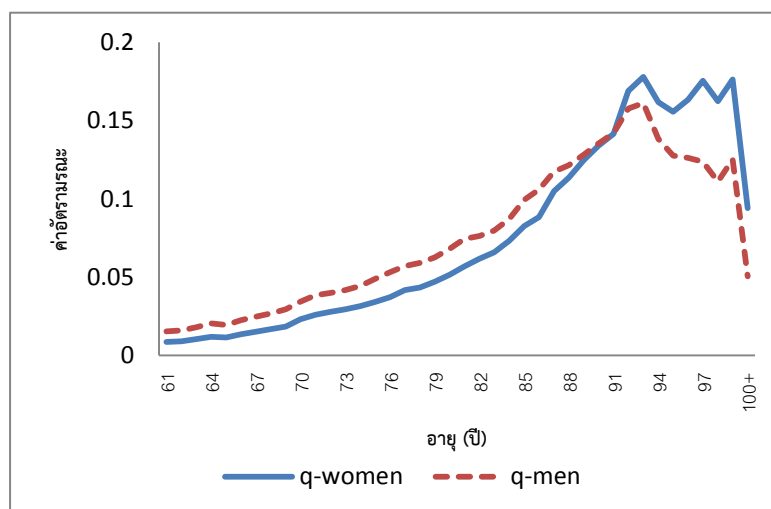
แผนภาพที่ 3.3 กราฟแสดงค่าอัตราณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุน้อยกว่า 1ปี - 11 ปี
ในปี พ.ศ. 2555



แผนภาพที่ 3.4 กราฟแสดงค่าอัตราณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ 11ปี - 25 ปี ในปี พ.ศ.
2555



แผนภาพที่ 3.5 กราฟแสดงค่าอัตราณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ 26ปี - 60 ปี ในปี พ.ศ.
2555



แผนภาพที่ 3.6 กราฟแสดงค่าอัตราการมรณะของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ 61 ปี – มากกว่า 100 ปี ในปี พ.ศ. 2555

จากแผนภาพที่ 3.1 และ 3.2 พบว่าอัตราการมรณะในเพศชายและเพศหญิงมีลักษณะกราฟที่ใกล้เคียงกันและเป็นลักษณะเดียวกันในทุกๆ ปีคือที่อายุแรกเกิดจะมีค่าสูงก่อนหลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงจะเห็นได้จากแผนภาพที่ 3.3 ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงค่าอัตราการมรณะของเพศชายและเพศหญิง ในช่วงอายุน้อยกว่า 1 ปี – 11 ปี ในปี พ.ศ. 2555 หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ไปจนถึงอายุ ประมาณ 40 ปี และหลังจากอายุ 40 ปีค่าอัตราการมรณะจะมีการเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล นั่นคือมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดลงอย่างรวดเร็วที่อายุประมาณ 90 ทั้งเพศหญิงและเพศชาย

3.2.5 การปรับอัตราการมรณะ

จากตารางที่ 3.2 หากพิจารณาที่อายุ 64 ปีมีค่าอัตราการมรณะเป็น 0.020474 และที่อายุ 65 ปี มีค่าอัตราการมรณะเป็น 0.19461 พบว่าที่อายุ 65 ปีมีอัตราการมรณะที่ต่ำกว่าอายุ 64 ซึ่งขัดแย้งกับกฎ อัตราการมรณะย่อมสร้างความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับข้อมูล เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนให้มีความเข้าใกล้กับค่าจริงมากที่สุด ซึ่งการปรับอัตราการมรณะได้แบ่งออกเป็น สองช่วงนั้นคือช่วงก่อนอายุ 85 ปี และช่วงหลังอายุ 85 ปี

3.2.5.1 การปรับอัตราการมรณะช่วงก่อนอายุ 85 ปี

การปรับในช่วงนี้ได้ใช้วิธีการปรับค่าโดยส่วนโค้งพหุนามกำลังสามซึ่งเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่น ในการเลือกช่วงในการปรับสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดให้ $S(x)$ เป็นฟังก์ชันกำลังสามที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราการมรณะให้ x แทน อายุ โดยแบ่ง $S(x)$ ออกเป็นช่วงย่อยๆ ตามอายุที่ต้องการปรับค่า

นั่นคือ

$$S = S_0 \cup S_1 \cup \dots \cup S_{n-1}$$

สมมติให้ $S_j(x) = a_j + b_j(x - x_j) + c_j(x - x_j)^2 + d_j(x - x_j)^3$, $j = 0, 1, \dots, n-1$

ขั้นตอนที่ 2 จากฟังก์ชัน $S_j(x)$ ทำให้ต้องทราบค่า a_j , b_j , c_j และ d_j ซึ่งหาได้จาก

หา a_j จาก $a_j = f(x_j)$, $j=0,1,\dots,n$

โดย $f(x_j)$ แทนอัตราการระยะที่อายุ x_j ปี

ขั้นตอนที่ 3 หา c_0 และ c_n จากเงื่อนไขขอบเขตภายใต้ข้อบิสรระที่ว่า $S''(x_0) = S''(x_n) = 0$

และใช้สมการที่ 8 เพื่อหาค่า c_j ที่เหลือจากสมการดังนี้

$$h_{j-1}c_{j-1} + 2(h_{j-1} + h_j)c_j + h_jc_{j+1} = \frac{3}{h_j}(a_{j+1} - a_j) - \frac{3}{h_{j-1}}(a_j - a_{j-1})$$

โดย $h_j = x_{j+1} - x_j$; $j=0,1,\dots,n-1$

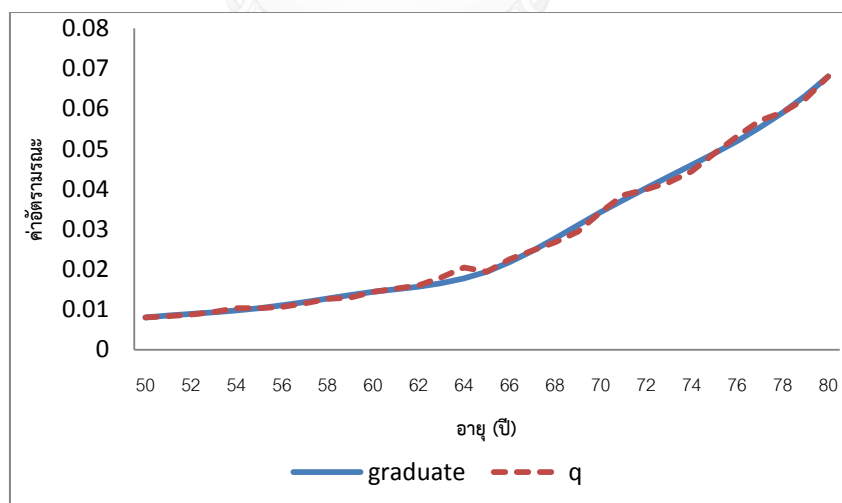
ขั้นตอนที่ 4 จากขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ทำให้ทราบค่า a_j และ c_j ทั้งหมด ซึ่งนำมาใช้ในการหาค่า b_j ดังนี้

$$b_j = \frac{1}{h_j}(a_{j+1} - a_j) - \frac{h_j}{3}(2c_j + c_{j+1})$$

ขั้นตอนที่ 5 หา d_j ได้จากสมการ

$$d_j = \frac{c_{j+1} - c_j}{3h_j}$$

เมื่อทราบค่าตัวแปรทั้งหมดดังกล่าวจะได้ฟังก์ชัน Spline กำลังสามตามที่ต้องการ โดยจำนวนอัตราการระยะที่ปรับแล้วจะมีความราบเรียบมากยิ่งขึ้นจะเห็นได้จากแผนภาพที่ 3.7 ค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้วของเพศชายโดยแสดงผลในช่วงอายุ 50 ปี-80 ปี ปีพ.ศ. 2555



แผนภาพที่ 3.7 กราฟแสดงค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้วของเพศชายโดยแสดงผลในช่วงอายุ 50 ปี-80 ปี

3.2.5.1 การปรับอัตราณณะช่วงหลังอายุ 85 ปี

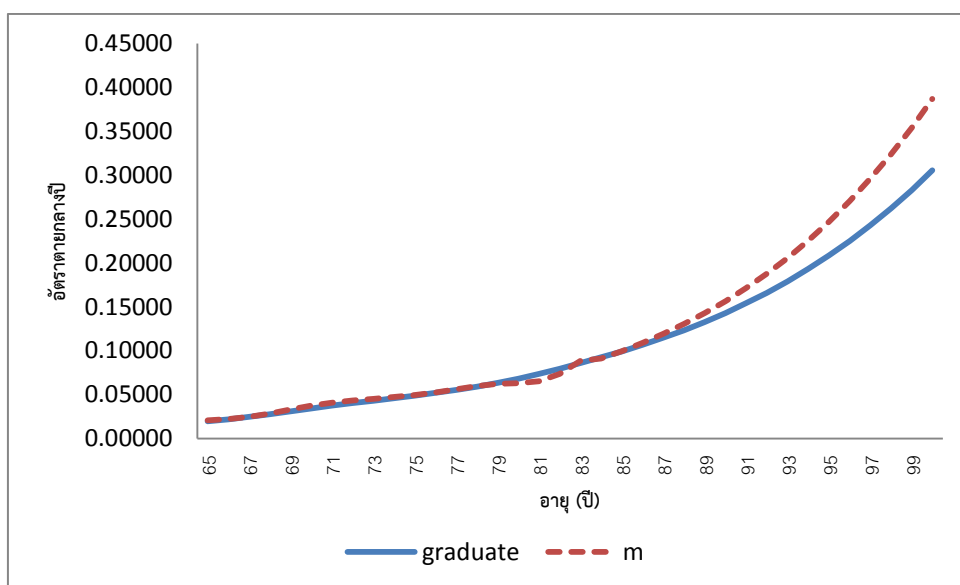
จากแผนภาพที่ 3.6 พบว่าค่าอัตราตายกลางปีทั้งเพศชายและหญิงในรายอายุช่วงปลายหรือในวัยผู้สูงอายุมีอัตราณณะที่ลดลง ซึ่งขัดแย้งกับกฎอัตราณณะ ซึ่งค่าอัตราณณะในช่วงอายุนี้นี้ควรมีค่าเข้าสู่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความไม่ครบถ้วนของการเก็บข้อมูลในส่วนของจำนวนการตาย โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้นำวิธีของโคลและคิสเกอร์(Coale&Kisker,1990) โดยมีสมมติฐานให้อัตราณณะสำหรับผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลง สามารถหาค่าได้ดังสมการที่ 2.35 ในตารางที่ 3.5 ได้แสดงตัวอย่างค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปี ถึงอายุ 100 ปีในปี พ.ศ. 2555

ตารางที่ 3.3 อัตราตายกลางปีที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปี ถึง 100 ปีในปี พ.ศ. 2555 โดยวิธีโคล-กิสเกอร์

อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี	อัตราตายกลางปีที่ปรับแล้ว
85	0.104458	0.104458
86	0.111833	0.112649
87	0.124676	0.121606
88	0.129343	0.131408

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) อัตราตายกลางปีที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปี ถึง 100 ปีในปี พ.ศ. 2555 โดยวิธีโคล-กิสเกอร์

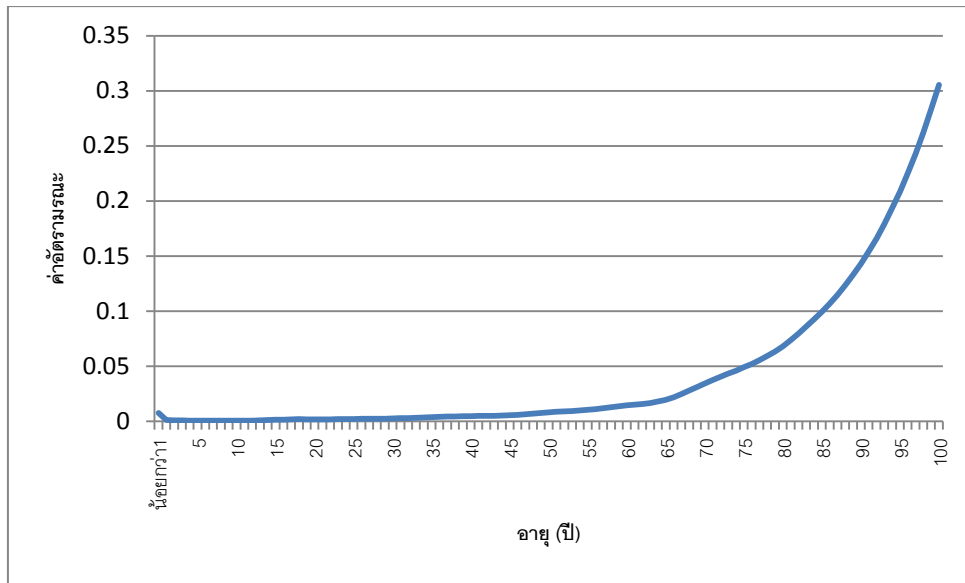
อายุ(ปี)	อัตราตายกลางปี	อัตราตายกลางปีที่ปรับแล้ว
89	0.136819	0.142144
90	0.145072	0.153913
91	0.152633	0.166825
92	0.171028	0.181003
93	0.175203	0.196585
94	0.148389	0.213725
95	0.13631	0.232595
96	0.134495	0.253386
97	0.131846	0.276316
98	0.117548	0.301627
99	0.133424	0.329589
100	0.051834	0.360508



แผนภาพที่ 3.8 อัตราธรรมะที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปี ถึงอายุ 100 ปี
ในปี พ.ศ. 2555

จากแผนภาพที่ 3.8 ได้แสดงตัวอย่างค่าอัตราธรรมะสำหรับผู้สูงอายุที่ปรับค่าแล้ว เฉพาะเพศชายสำหรับรายอายุ 85 ปีถึงอายุ 100 ปีในปี พ.ศ. 2555 พบว่าเมื่อปรับค่าอัตราธรรมะแล้วจะทำให้ค่าอัตราธรรมะสำหรับผู้สูงอายุมีค่าเพิ่มขึ้นและเข้าสู่ค่า 1 ที่อายุ 110 ปี แต่ในตารางที่ 3.3 และแผนภาพที่ 3.6 จะแสดงถึงแค่อายุ 100 ปีเนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้วิเคราะห์ถึงอายุ 100 ปี จะเห็นได้ว่าค่าอัตราธรรมะที่ปรับแล้วเป็นไปตามกฎอัตราธรรมะที่ต้องการ และค่าอัตราธรรมะสำหรับผู้สูงอายุของเพศชายและเพศหญิงในปีอื่นๆ สามารถทำการปรับค่าให้เป็นไปตามกฎการมรณะได้ด้วยวิธีเดียวกัน

เมื่อได้ปรับอัตราธรรมะช่วงก่อนอายุ 85 ปีด้วยวิธีส่วนโค้งพหุนามกำลังสามและปรับอัตราธรรมะช่วงหลังอายุ 85 ปีด้วยวิธีของโคลและคิสเกอร์แล้ว นำค่าอัตราธรรมะดังกล่าวไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ซึ่งจะแสดงค่าอัตราธรรมะที่ปรับแล้วในภาคผนวก ง และแสดงตัวอย่างอัตราธรรมะที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึงอายุ 100 ปีในปี พ.ศ. 2555 ตามแผนภาพที่ 3.9



แผนภาพที่ 3.9 อัตราประณณะที่ปรับแล้ว ในเพศชายสำหรับรายอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึงอายุ 100 ปี
ในปี พ.ศ. 2555

บทที่ 4

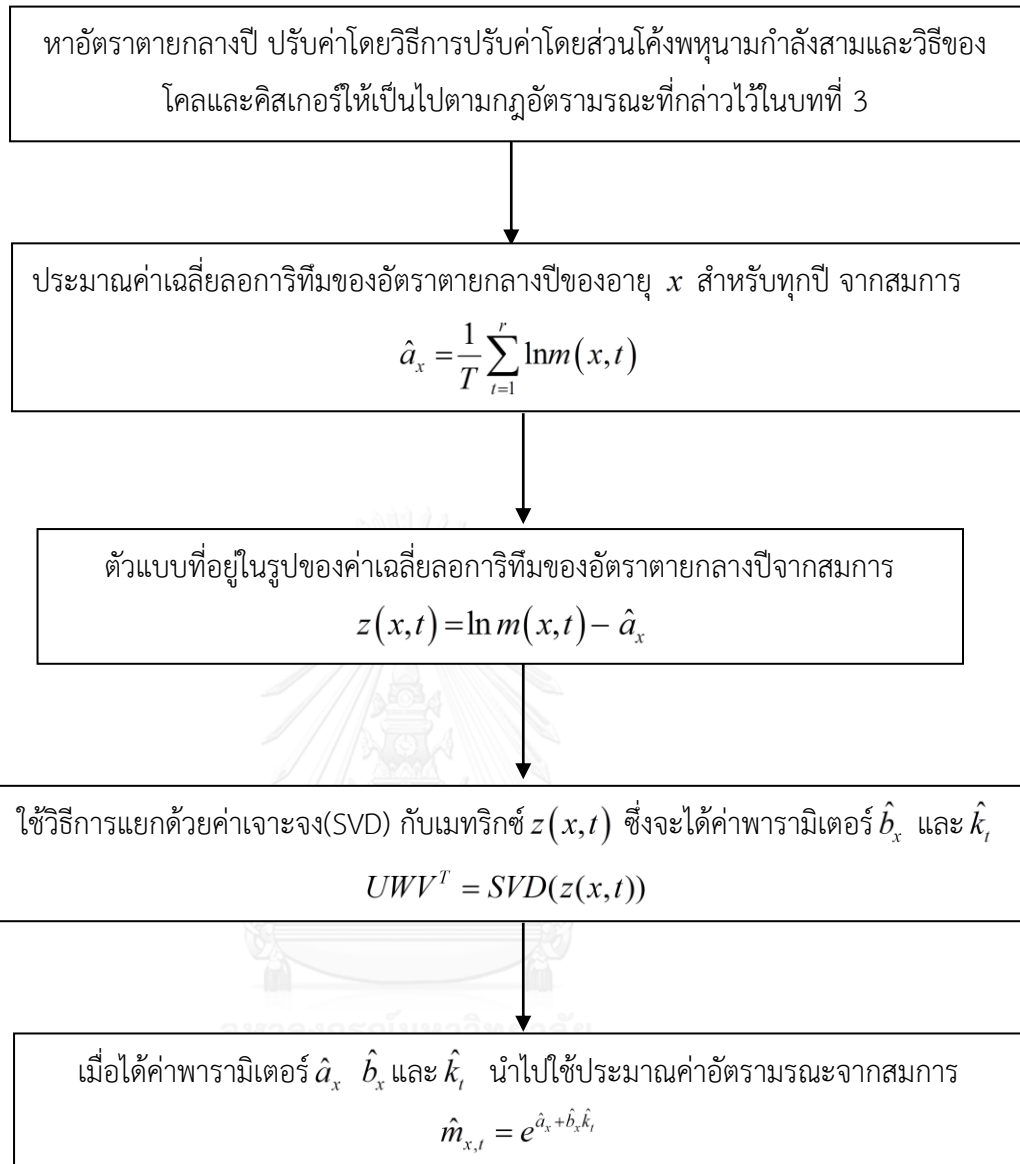
การพยากรณ์ค่าอัตราณณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช

ในบทนี้กล่าวถึงการพยากรณ์ค่าอัตราณณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช ที่ได้เลือกสองตัวแบบดังกล่าวเนื่องจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบการพยากรณ์อัตราณณะที่ได้รับความนิยมค่อนข้างมาก ในประเทศไทยได้เคยมีผู้นำตัวแบบลี-คาร์เตอร์มาทำการศึกษารื่องการพยากรณ์อัตราณณะหลายท่านได้แก่ พฤษภา ชุมชวลิต ปี พ.ศ.2549 สุดารัตน์ อาภาศิริกุล ปี พ.ศ. 2550 ณัฐกร สุระเมธากุล ปีพ.ศ.2552 ภัทร สุริยภัทรพันธ์ ปี พ.ศ.2555และจักรฤกษ์ ศรีทองดี ปี พ.ศ. 2555ได้ทดลองทำการพยากรณ์ด้วยตัวแบบต่างๆ ผลสรุปจากการศึกษาไปในทิศทางเดียวกันคือ ตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังนำตัวแบบมีเดียโนโพลิชมาใช้ในการพยากรณ์อัตราณณะอีกด้วย เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถพยากรณ์ภายใต้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ระหว่างอายุและเวลาได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกตัวแบบลี-คาร์เตอร์ และ มีเดียโนโพลิชเพื่อทำการพยากรณ์อัตราณณะของประชากรไทย สามารถแบ่งได้เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

- 4.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี - คาร์เตอร์
- 4.2 การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี - คาร์เตอร์
- 4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบมีเดียโนโพลิช
- 4.4 การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียโนโพลิช

4.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี - คาร์เตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ a_x , b_x และ k_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.1.2 ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณคือค่าอัตราตายกลางปีรายอายุ (ต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ...99 ปีและ 100 ปี) ตั้งแต่ปีพ.ศ.2541-พ.ศ.2555 ของเพศชายและเพศหญิง เครื่องมือที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ b_x และ k_t ด้วยวิธีแยกด้วยค่าเจาะจง(SVD) คือโปรแกรมR ซึ่งขั้นตอนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สามารถสรุปเป็นแผนภาพที่ 4.1 ดังนี้



แผนภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการประมาณค่าอัตราณณะไทยโดยใช้ตัวแบบลี - คาร์เตอร์

ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่อายุต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ...100 ปี แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิงแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{k}_t สำหรับเพศชายและเพศหญิงปีพ.ศ.2541-2555 แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศหญิง
ต่ำกว่า 1	-4.8983835	ต่ำกว่า 1	-5.0622914
1	-6.3043147	1	-6.3822239
2	-6.7279065	2	-6.9004393
3	-7.0305370	3	-7.3431498
4	-7.1433713	4	-7.5457394
5	-7.1439515	5	-7.5381597
6	-7.1791015	6	-7.5467634
7	-7.3969011	7	-7.7704914
8	-7.5120706	8	-7.8437222
9	-7.6338630	9	-7.8426998
10	-7.7518016	10	-7.8868357
11	-7.7269418	11	-7.8994963
12	-7.5876496	12	□7.8767612
13	-7.3055435	13	-7.8194742
14	-6.9189251	14	-7.6126749
15	-6.5915238	15	-7.5011268
16	-6.3429959	16	-7.4407902
17	-6.1711185	17	-7.4061501
18	-6.0740713	18	-7.3741047
19	-6.0590205	19	-7.3293261
20	-6.0700173	20	-7.2360919
21	-6.0371145	21	-7.1316889
22	-5.9735556	22	-7.0202014
23	-5.8936918	23	-6.9033423
24	-5.8094209	24	-6.7808544
25	-5.7302557	25	-6.6539669
26	-5.6548456	26	-6.5930393
27	-5.5805269	27	-6.5338159

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศหญิง
28	-5.5117408	28	-6.4894028
29	-5.4521557	29	-6.4563962
30	-5.4047150	30	-6.4298033
31	-5.3781759	31	-6.4144578
32	-5.3541536	32	-6.4024209
33	-5.3376776	33	-6.3900473
34	-5.3255329	34	-6.3739946
35	-5.3142646	35	-6.3510100
36	-5.3008552	36	-6.3192920
37	-5.2851164	37	-6.2815734
38	-5.2677031	38	-6.2413325
39	-5.2493217	39	-6.2014703
40	-5.2306878	40	-6.1644178
41	-5.2119743	41	-6.1309331
42	-5.1911576	42	-6.0960831
43	-5.1658007	43	-6.0540467
44	-5.1336765	44	-5.9997607
45	-5.0929150	45	-5.9294548
46	-5.0428621	46	-5.8429034
47	-4.9858403	47	-5.7471399
48	-4.9245173	48	-5.6489963
49	-4.8610712	49	-5.5531955
50	-4.7972377	50	-5.4628543
51	-4.7341047	51	-5.3791640
52	-4.6713717	52	-5.2996584
53	-4.6085046	53	-5.2217197
54	-4.5450584	54	-5.1433984
55	-4.4806999	55	-5.0633336

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศหญิง
56	-4.4152899	56	-4.9809669
57	-4.3489500	57	-4.8969843
58	-4.2817865	58	-4.8120821
59	-4.2138411	59	-4.7267488
60	-4.1451486	60	-4.6414048
61	-4.0756390	61	-4.5563110
62	-4.0047345	62	-4.4709988
63	-3.9318868	63	-4.3848474
64	-3.8567284	64	-4.2973743
65	-3.7790949	65	-4.2083913
66	-3.6991275	66	-4.1180946
67	-3.6173646	67	-4.0268025
68	-3.5342590	68	-3.9345778
69	-3.4501361	69	-3.8412808
70	-3.3653079	70	-3.7467976
71	-3.2801601	71	-3.6512751
72	-3.1950610	72	-3.5551590
73	-3.1101871	73	-3.4588151
74	-3.0255736	74	-3.3624596
75	-2.9412559	75	-3.2662649
76	-2.8573806	76	-3.1701543
77	-2.7740971	77	-3.0730407
78	-2.6913857	78	-2.9739291
79	-2.6091088	79	-2.8722007
80	-2.5271561	80	-2.7676155
81	-2.4458105	81	-2.6609474
82	-2.3662968	82	-2.5553117
83	-2.2897069	83	-2.4533436

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{a}_x เพศหญิง
84	-2.2167500	84	-2.3567123
85	-2.1478363	85	-2.2664253
86	-2.0778551	86	-2.1770441
87	-2.0068064	87	-2.0885685
88	-1.9346901	88	-2.0009987
89	-1.8615064	89	-1.9143345
90	-1.7872551	90	-1.8285761
91	-1.7119363	91	-1.7437234
92	-1.6355500	92	-1.6597764
93	-1.5580962	93	-1.5767351
94	-1.4795749	94	-1.4945996
95	-1.3999860	95	-1.4133697
96	-1.3193296	96	-1.3330456
97	-1.2376058	97	-1.2536271
98	-1.1548144	98	-1.1751144
99	-1.0709554	99	-1.0975074
100	-0.9860290	100	-1.0208061

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศหญิง
ต่ำกว่า 1	-0.0802344	ต่ำกว่า 1	-0.0443138
1	0.3096638	1	0.3463880
2	0.2501448	2	0.2671303
3	0.1843324	3	0.1702134
4	0.1466315	4	0.1314959
5	0.1317426	5	0.1570069
6	0.1064843	6	0.1670986
7	0.0442571	7	0.1112056
8	0.0142525	8	0.0642652

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศหญิง
9	0.0075170	9	0.0625947
10	-0.0091729	10	0.0474454
11	0.0089236	11	0.0389907
12	-0.0024205	12	0.0281617
13	-0.0160360	13	0.0062698
14	-0.0286283	14	0.0246748
15	-0.0127740	15	0.0333126
16	0.0080986	16	0.0394507
17	0.0282615	17	0.0468734
18	0.0470159	18	0.0573140
19	0.0653001	19	0.0704932
20	0.0816437	20	0.0940298
21	0.1030720	21	0.1330543
22	0.1281481	22	0.1760207
23	0.1554163	23	0.2143750
24	0.1840369	24	0.2424177
25	0.2143420	25	0.2576955
26	0.2349046	26	0.2584608
27	0.2493081	27	0.2463241
28	0.2558060	28	0.2301032
29	0.2528551	29	0.2099513
30	0.2390126	30	0.1862125
31	0.2246031	31	0.1533081
32	0.2033201	32	0.1331779
33	0.1793079	33	0.1152369
34	0.1549831	34	0.1001404
35	0.1328239	35	0.0885818
36	0.1148152	36	0.0808530

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศหญิง
37	0.1005566	37	0.0758855
38	0.0890020	38	0.0723975
39	0.0791145	39	0.0693179
40	0.0698998	40	0.0657532
41	0.0606263	41	0.0611816
42	0.0515046	42	0.0562660
43	0.0430517	43	0.0519667
44	0.0358465	44	0.0492407
45	0.0304510	45	0.0488979
46	0.0271048	46	0.0511107
47	0.0251642	47	0.0547233
48	0.0238756	48	0.0585869
49	0.0226407	49	0.0619417
50	0.0209954	50	0.0643350
51	0.0187204	51	0.0655282
52	0.0162338	52	0.0654335
53	0.0140291	53	0.0640075
54	0.0125248	54	0.0612497
55	0.0120581	55	0.0572179
56	0.0127112	56	0.0522018
57	0.0139263	57	0.0471133
58	0.0151219	58	0.0427648
59	0.0158617	59	0.0397090
60	0.0158315	60	0.0382766
61	0.0149396	61	0.0383791
62	0.0136188	62	0.0390458
63	0.0123356	63	0.0394325
64	0.0114566	64	0.0390010

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง

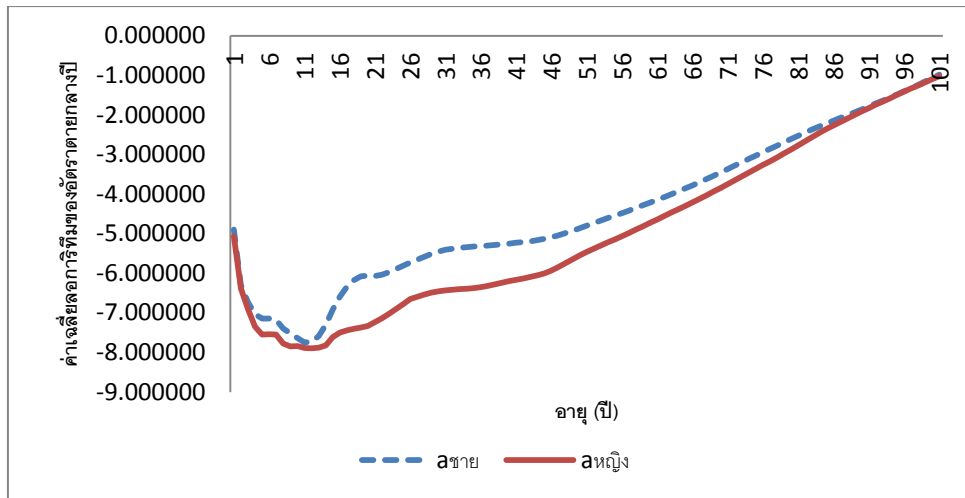
อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศหญิง
65	0.0112423	65	0.0374128
66	0.0117007	66	0.0346034
67	0.0122781	67	0.0311381
68	0.0124612	68	0.0276057
69	0.0119060	69	0.0244772
70	0.0103841	70	0.0221017
71	0.0079314	71	0.0206436
72	0.0053145	72	0.0200108
73	0.0033009	73	0.0200868
74	0.0024697	74	0.0207816
75	0.0032132	75	0.0220027
76	0.0054151	76	0.0235037
77	0.0077264	77	0.0246252
78	0.0089045	78	0.0248551
79	0.0080963	79	0.0239165
80	0.0047331	80	0.0216880
81	-0.0012931	81	0.0182604
82	-0.0090475	82	0.0141756
83	-0.0176010	83	0.0099075
84	-0.0262591	84	0.0057751
85	-0.0344944	85	0.0019937
86	-0.0420121	86	-0.0015030
87	-0.0488120	87	-0.0047149
88	-0.0548942	88	-0.0076420
89	-0.0602587	89	-0.0102843
90	-0.0649055	90	-0.0126418
91	-0.0688345	91	-0.0147145
92	-0.0720459	92	-0.0165024

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x สำหรับเพศชายและเพศหญิง

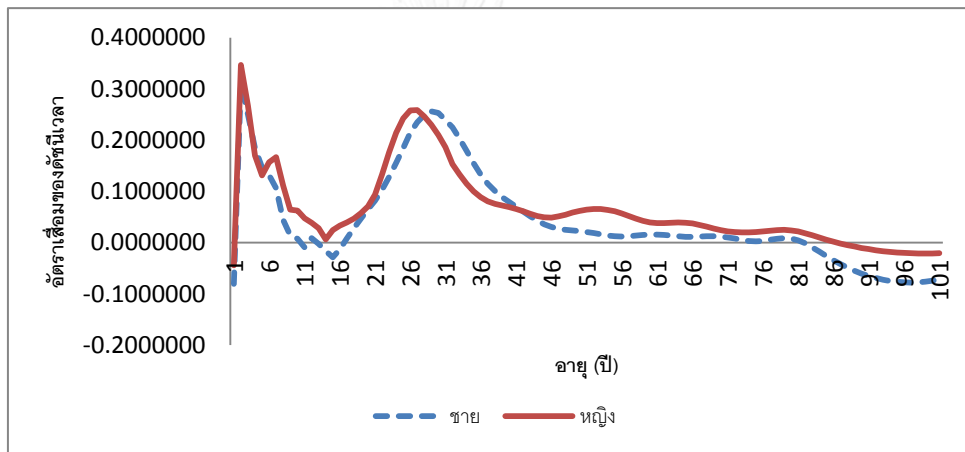
อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศชาย	อายุ(ปี)	\hat{b}_x เพศหญิง
93	-0.0745395	93	-0.0180055
94	-0.0763154	94	-0.0192238
95	-0.0773735	95	-0.0201574
96	-0.0777140	96	-0.0208061
97	-0.0773367	97	-0.0211700
98	-0.0762417	98	-0.0212492
99	-0.0744290	99	-0.0210435
100	-0.0718986	100	-0.0205531

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{k}_t สำหรับเพศชายและเพศหญิงปีพ.ศ.2541-2555

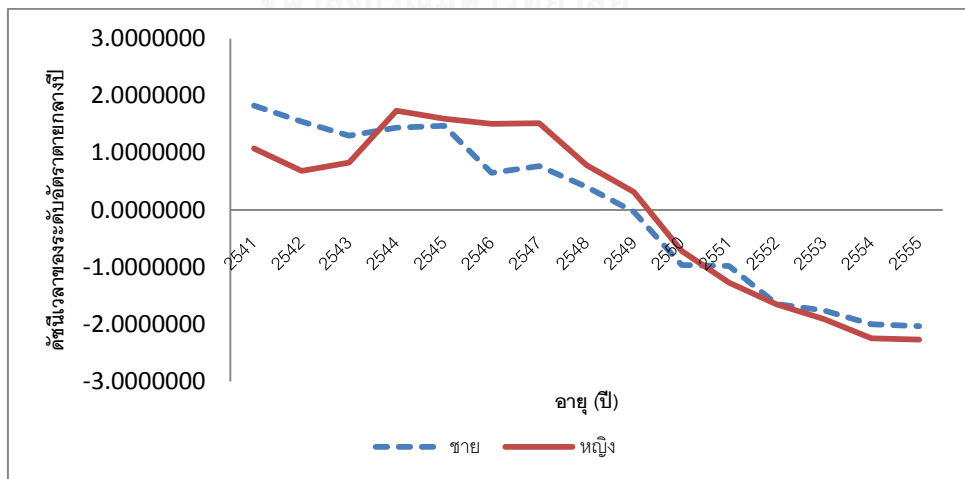
ปีพ.ศ.	\hat{k}_t เพศชาย	ปีพ.ศ.	\hat{k}_t เพศหญิง
2541	1.8287889	2541	1.074987
2542	1.5480939	2542	0.683221
2543	1.2988217	2543	0.828827
2544	1.4381829	2544	1.739627
2545	1.4755589	2545	1.594911
2546	0.6493637	2546	1.506963
2547	0.7656658	2547	1.516451
2548	0.4062907	2548	0.784918
2549	-0.0325394	2549	0.316371
2550	-0.9644052	2550	-0.713314
2551	-0.9794096	2551	-1.267744
2552	-1.6464821	2552	-1.649110
2553	-1.7588515	2553	-1.907664
2554	-1.9978114	2554	-2.244158
2555	-2.0312674	2555	-2.264288



แผนภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{a}_x เพศชายและเพศหญิง



แผนภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x เพศชายและเพศหญิง



แผนภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{k}_x เพศชายและเพศหญิง

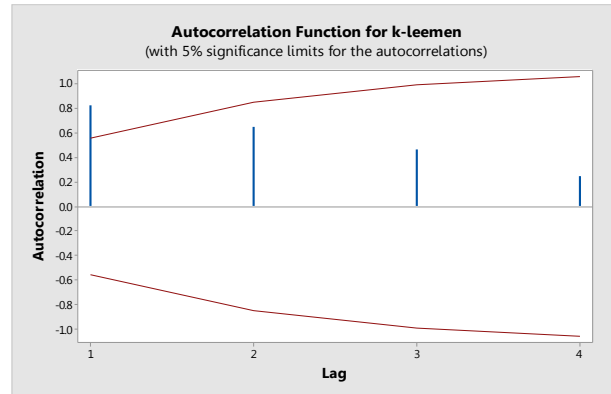
จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าพารามิเตอร์ \hat{a}_x ที่แสดงในแผนภาพที่ 4.2 ทั้งในเพศหญิงและเพศชายมีลักษณะกราฟที่คล้ายกันคือกราฟจะลดลงจนถึงอายุประมาณ 13 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากอายุประมาณ 45 ปี โดยเพศชายจะมีค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราตายกลางปีที่สูงกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ \hat{b}_x ที่แสดงในแผนภาพที่ 4.3 เป็นค่าที่บอกถึงความเร็วในการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของอัตราตายกลางปีในอายุต่างๆจากกราฟจะพบว่าทั้งเพศชายและเพศหญิงมีลักษณะทิศทางที่คล้ายกัน โดยในอายุที่ต่ำกว่า 1 ปีจะมีค่า \hat{b}_x ติดลบ และเป็นบวกที่อายุ 1 ปี โดยค่า \hat{b}_x จะลดลงจนกระทั่งที่อายุประมาณ 13 ปีและเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนถึงอายุประมาณ 30 ปี หลังจากนั้นค่าจะลดลงอย่างต่อเนื่อง และสำหรับค่า \hat{k}_t ที่แสดงในแผนภาพที่ 4.4 ทั้งเพศหญิงและชายจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง

4.2 การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลิ - คาร์เตอร์

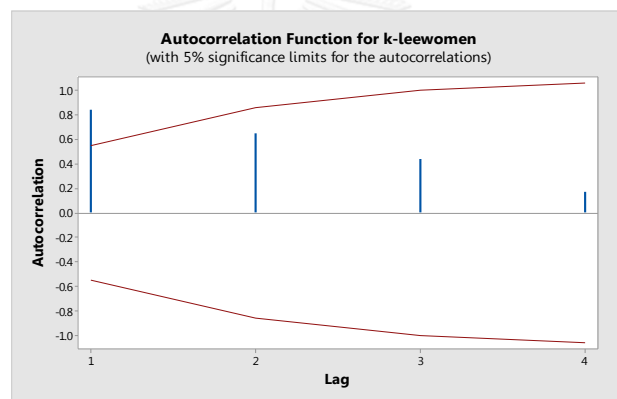
การพยากรณ์อัตราณณะของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์คือ ดัชนีเวลา (k_t) โดยใช้ตัวแบบการถดถอยของอนุกรมเวลา ARIMA(p,d,q) ซึ่งจะเป็นรูปแบบใดนั้นขึ้นกับลักษณะของข้อมูล โดยการกำหนดตัวแบบจะใช้ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function:ACF) และ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน(Partial Autocorrelation Function:PACF)ประกอบการตัดสินใจ ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.1.3 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดตัวแบบและประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์ดัชนีเวลาคือ โปรแกรม Minitab 17 สำหรับการพยากรณ์จะพยากรณ์ดัชนีเวลาเป็นระยะเวลา 10 ปีคือพ.ศ.2556-พ.ศ.2565 โดยใช้ดัชนีเวลาที่ปีพ.ศ.2541-พ.ศ.2555 เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง

ในการพยากรณ์อัตราตายกลางปีได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆคือ

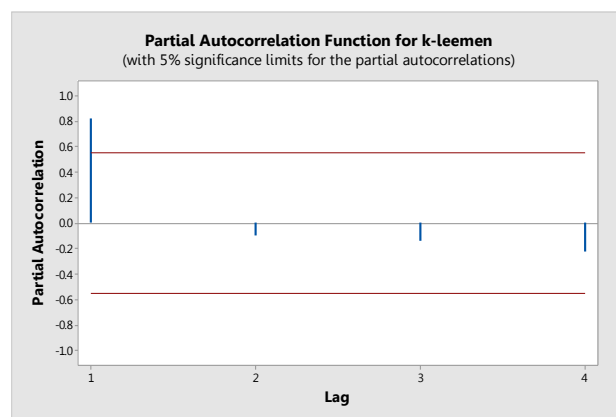
1. กำหนดตัวแบบ โดยพิจารณากราฟของ ACF และ PACF เพื่อพิจารณาอันดับ p และ q ให้ผลดังนี้



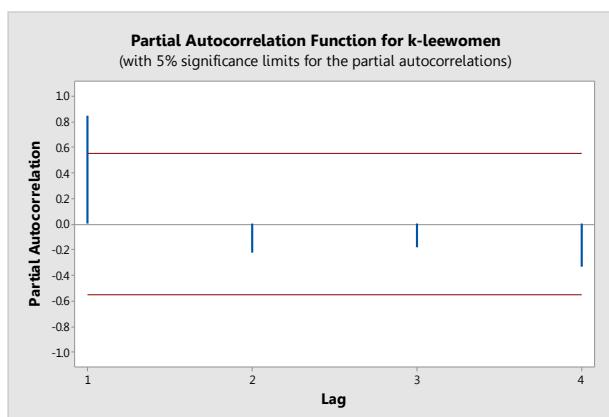
แผนภาพที่ 4.5 Autocorrelation Function ของเพศชาย



แผนภาพที่ 4.6 Autocorrelation Function ของเพศหญิง



แผนภาพที่ 4.7 Partial Autocorrelation Function ของเพศชาย



แผนภาพที่ 4.8 Partial Autocorrelation Functionของเพศหญิง

จากตารางที่ 2.1 นำมาประกอบการกำหนดรูปแบบของแบบจำลองได้ดังนี้ จากแผนภาพที่ 4.5 แสดง ACF ของเพศชายซึ่งคอเรลโลแกรมเกิดขึ้นมาไม่กี่ค่าแล้วหายไป จำนวนของแท่งของค่าที่เกิดขึ้นมาให้นับเป็นค่า q ของ $MP(q)$ ซึ่งจะได้ $q=1$ และจากแผนภาพที่ 4.7 แสดง PACF ของเพศชายซึ่งคอเรลโลแกรมเกิดขึ้นมาไม่กี่ค่าแล้วหายไป จำนวนของแท่งของค่าที่เกิดขึ้นมาให้นับเป็นค่า p ของ $AR(p)$ ซึ่งจะได้ $p=1$ ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกันในเพศหญิงคือจากแผนภาพที่ 4.6 แสดง ACF ของเพศชายซึ่งคอเรลโลแกรมเกิดขึ้นมาไม่กี่ค่าแล้วหายไป จำนวนของแท่งของค่าที่เกิดขึ้นมาให้นับเป็นค่า q ของ $MP(q)$ ซึ่งจะได้ $q=1$ และจากแผนภาพที่ 4.8 แสดง PACF ของเพศชายซึ่งคอเรลโลแกรมเกิดขึ้นมาไม่กี่ค่าแล้วหายไป จำนวนของแท่งของค่าที่เกิดขึ้นมาให้นับเป็นค่า p ของ $AR(p)$ ซึ่งจะได้ $p=1$

2. ประเมินแบบจำลองให้มีความเหมาะสม เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลจริง ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยกำลังสองความคลาดเคลื่อน (mean square error:MSE) การคำนวณหาค่า MSE เริ่มจากการหาผลรวมกำลังสองความคลาดเคลื่อน (error sum of squares:SSE) ทำได้ดังสมการนี้

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

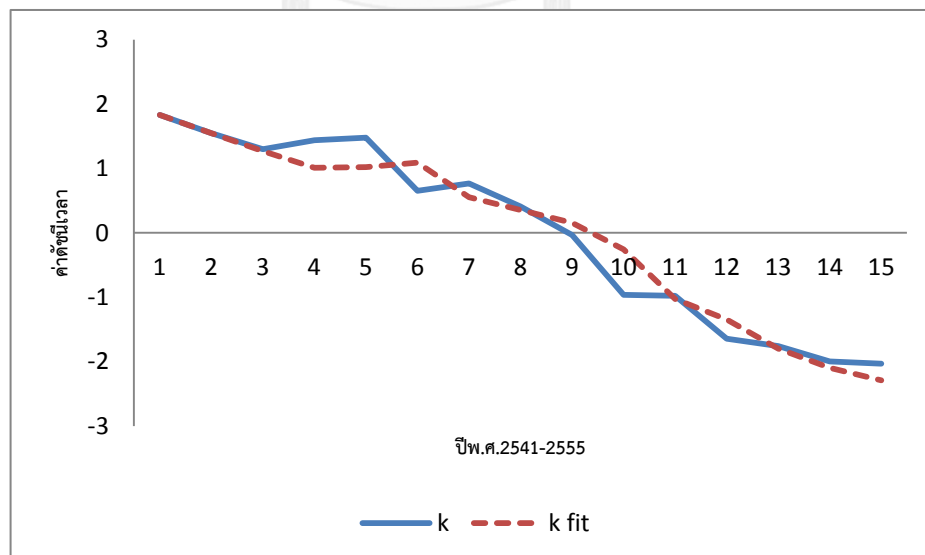
โดยที่

- Y_i แทนค่าจริงของข้อมูล
- \hat{Y}_i แทนค่าที่ได้จากการประมาณ
- e แทนค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณ

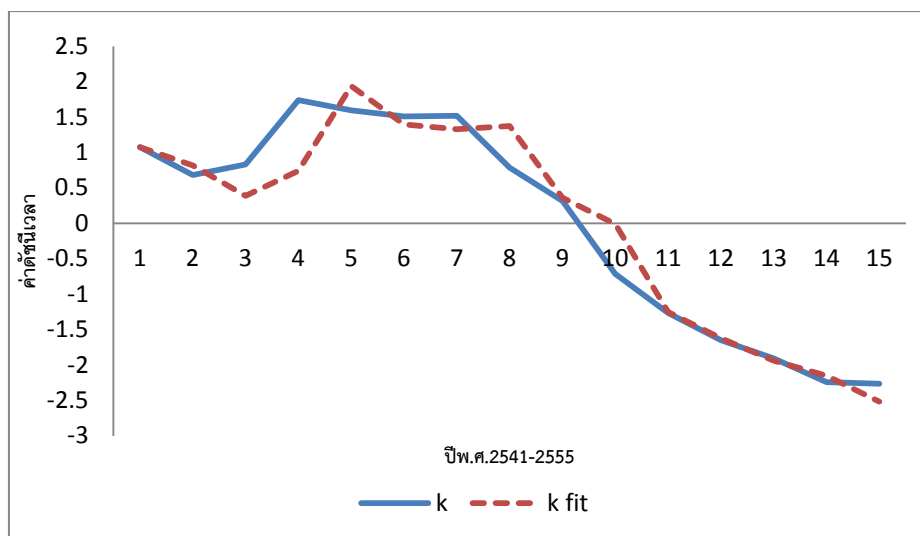
ค่า MSE จะถูกคำนวณผ่านโปรแกรม Minitab 17 ภายใต้ตัวแบบต่างๆคือ ARIMA(1,0,0) ARIMA(0,0,1) ARIMA(1,0,1) ARIMA(1,1,1) ARIMA(1,0,0) ARIMA(1,1,0) ARIMA(0,1,1) ได้ข้อสรุปของตัวแบบดัชนีเพศชายและเพศหญิงดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงตัวแบบของดัชนีเวลาในเพศหญิงและเพศชาย

เพศ	ตัวแบบ	รูปแบบสมการ
ชาย	ARIMA(1,1,0)	$\Delta Y_t = \phi_0 + \phi_1 \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$ $Y_t - Y_{t-1} = \phi_0 + \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_t$ $\hat{Y}_t = Y_{t-1} + \phi_0 + \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_t$ $\hat{Y}_t = Y_{t-1} - 0.37402 - 0.3352(Y_{t-1} - Y_{t-2})$
หญิง	ARIMA(1,1,0)	$\Delta Y_t = \phi_0 + \phi_1 \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$ $Y_t - Y_{t-1} = \phi_0 + \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_t$ $\hat{Y}_t = Y_{t-1} + \phi_0 + \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_t$ $\hat{Y}_t = Y_{t-1} - 0.1462 + 0.3802(Y_{t-1} - Y_{t-2})$



แผนภาพที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบค่าดัชนีเวลาระหว่างค่าจริงและค่าจากแบบจำลอง ARIMA(1,1,0) ในเพศชาย



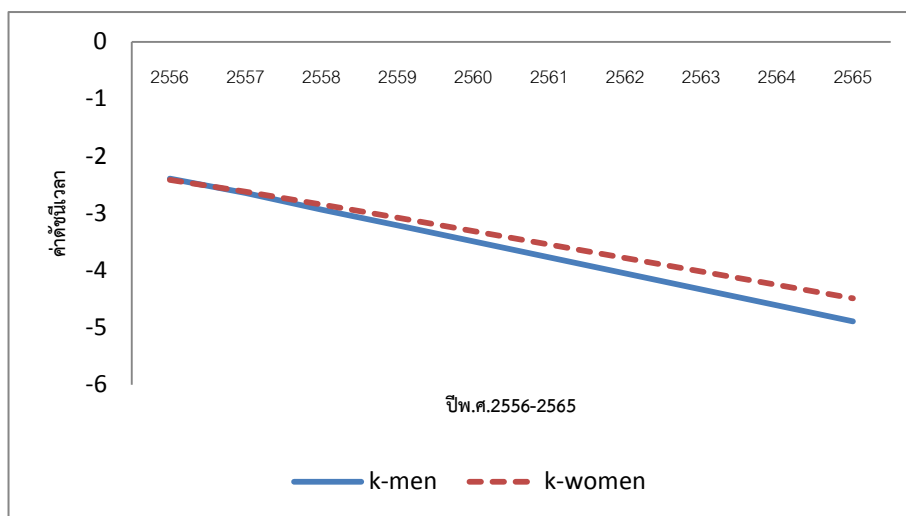
แผนภาพที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบค่าดัชนีเวลาระหว่างค่าจริงและค่าจากแบบจำลอง

ARIMA(1,1,0)ในเพศหญิง

3. พยากรณ์ค่าดัชนีเวลา เมื่อได้แบบจำลองที่เหมาะสมของดัชนีเวลาก็นำแบบจำลองดังกล่าวไปพยากรณ์ค่าดัชนีเวลาในอนาคตเป็นระยะเวลา 10 ปีคือใน พ.ศ.2556 - พ.ศ. 2565 ทั้งเพศหญิงและเพศชาย ซึ่งแสดงค่าในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงดัชนีเวลาโดยพยากรณ์ปี พ.ศ. 2556-พ.ศ. 2565 ทั้งเพศชายและเพศหญิง

ปีที่พยากรณ์	ดัชนีเวลาของเพศชาย	ปีที่พยากรณ์	ดัชนีเวลาของเพศหญิง
2556	-2.3962	2556	-2.4182
2557	-2.6465	2557	-2.6229
2558	-2.9359	2558	-2.8469
2559	-3.2129	2559	-3.0783
2560	-3.4941	2560	-3.3124
2561	-3.7739	2561	-3.5477
2562	-4.0541	2562	-3.7833
2563	-4.3342	2563	-4.0191
2564	-4.6144	2564	-4.2550
2565	-4.8945	2565	-4.4908



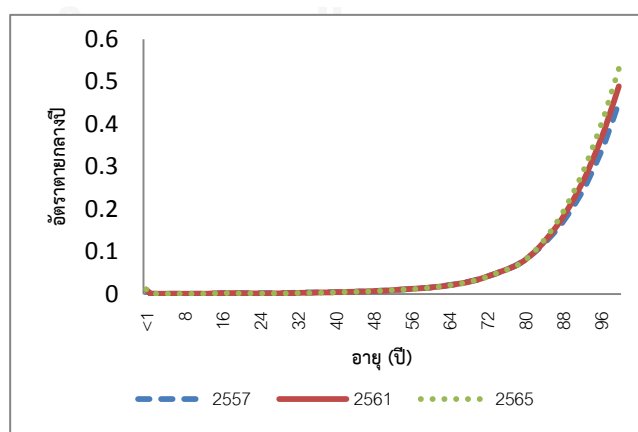
แผนภาพที่ 4.11 แสดงค่าดัชนีเวลาในปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย

จากแผนภาพที่ 4.11 แสดงค่าดัชนีเวลาในปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและเพศชาย จะเห็นได้ว่าทั้งในเพศชายและหญิงมีแนวโน้มของค่าดัชนีเวลาลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเพศชายจะมีค่าที่ต่ำกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

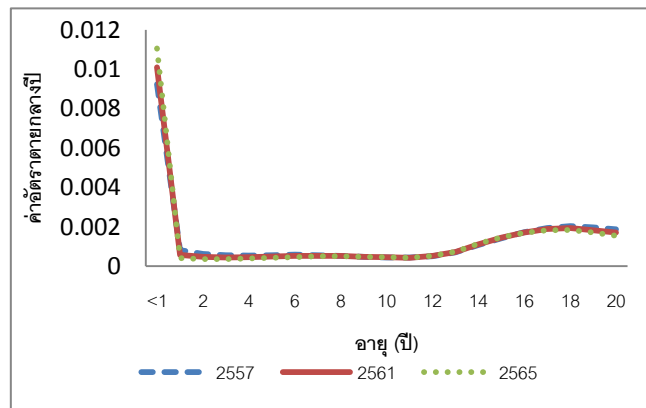
4. พยากรณ์อัตราการระยะในอีก 10 ปีข้างหน้า การคำนวณหาค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีจะอาศัยค่าประมาณ \hat{a}_x และ \hat{b}_x ซึ่งเป็นค่าคงที่ในแต่ละปี สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$m_{x,2555+t} = a_x + b_x k_{2555+t}$$

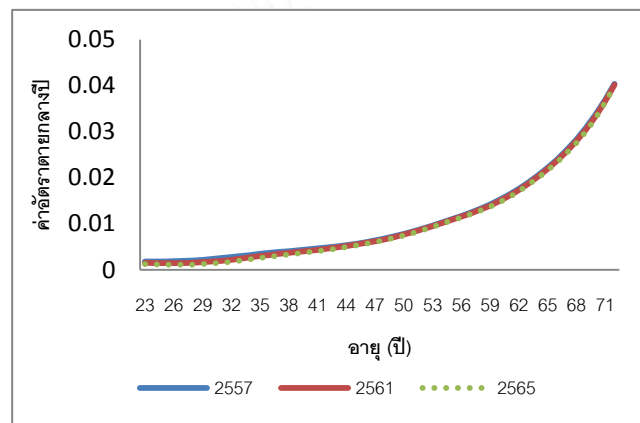
ซึ่งค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์นั้นแสดงไว้ใน ภาคผนวก จ ซึ่งในที่นี้จะแสดงค่าอัตราตายกลางปีของเพศชายเฉพาะในปี พ.ศ. 2557 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2565 ดังรูปต่อไปนี้



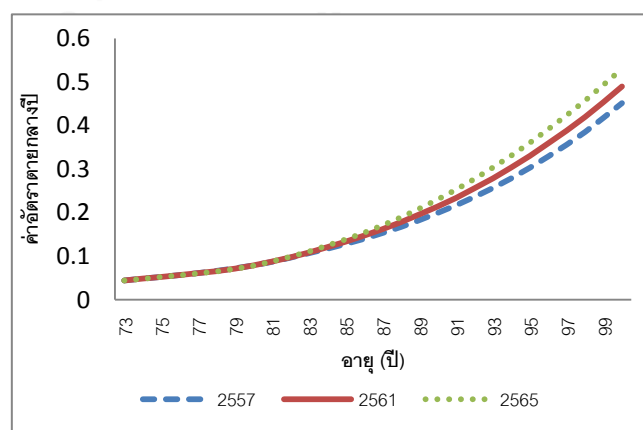
แผนภาพที่ 4.12 แสดงอัตราระยะกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 100 ปี



แผนภาพที่ 4.13 แสดงอัตราฆณะกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 22 ปี



แผนภาพที่ 4.14 แสดงอัตราฆณะกลางปีเพศชายที่อายุ 23 ปี ถึง 70 ปี



แผนภาพที่ 4.15 แสดงอัตราฆณะกลางปีเพศชายที่อายุ 71 ปี ถึง 100 ปี

จากผลการพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีพบว่าลักษณะกราฟในแต่ละปีจะมีลักษณะใกล้เคียงกันคืออายุแรกเกิดจะมีค่าสูงก่อนหลังจากนั้นจะค่อยลดลงและจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงอายุประมาณ 50 ปี หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล จะเห็นได้จากแผนภาพที่ 4.12 แต่เมื่อเทียบกันในแต่ละปีแล้วในแต่ละช่วงอายุจะให้ผลที่แตกต่างกันดังนี้ ในแผนภาพที่ 4.13 พบว่าในอายุที่น้อยกว่า 1 ปี อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2565 สูงกว่าปีอื่นๆ สำหรับช่วงอายุ 10ปี ถึง 16 ปีอัตราตายกลางปีมีค่าสูงต่ำสลับกันจึงไม่สามารถสรุปได้ แต่หลังจากอายุ 16 ปีจนถึงอายุ 80 ปี อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2557 มีค่าสูงที่สุด อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2561 รองลงมา และ อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2565 ต่ำที่สุด สรุปได้ว่าในช่วงอายุนี้จำนวนปีที่มากขึ้นทำให้ค่าอัตราตายกลางปีลดลงจะเห็นได้จากแผนภาพที่ 4.14 หลังจากอายุ 80 ปีอัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2565 มีค่าสูงที่สุด อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2561 รองลงมา และ อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2557 ต่ำที่สุดสรุปได้ว่าในช่วงอายุนี้จำนวนปีที่มากขึ้นทำให้ค่าอัตราตายกลางปีเพิ่มขึ้นจะเห็นได้จากแผนภาพที่ 4.15 ที่เป็นเช่นนี้สืบเนื่องมาจากค่า b_x

จากภาคผนวก จ จะพบว่าค่าอัตราฆณะจากการพยากรณ์ของเพศชายและเพศหญิงมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันโดยค่าอัตราฆณะของเพศชายจะสูงกว่าเพศหญิงเล็กน้อยตลอดช่วงอายุ

4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบมีเตียนโพลิช

การประมาณค่าพารามิเตอร์ a $r(x)$ และ $c(t)$ ของตัวแบบมีเตียนโพลิชที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณคือค่าอัตราตายกลางปีรายอายุ (ต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ...100 ปี และมากกว่า 100 ปี) ตั้งแต่ปีพ.ศ.2541-พ.ศ.2555 ในเพศชายและเพศหญิง เครื่องมือที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ a $r(x)$ และ $c(t)$ คือโปรแกรม minitab 17 ซึ่งขั้นตอนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆสามารถอธิบายจากตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

ก.สมมติให้ประมาณจากเมทริกซ์มิติ $p \times q$ โดย $p = 1, 2, 3$ และ $q = 1, 2, 3$ ดังนี้

$$\begin{bmatrix} -15 & 4 & 1 \\ 6 & 16 & 30 \\ -5 & 4 & -12 \end{bmatrix}$$

ข. เริ่มด้วยการกำหนดให้ผลกระทบตามแถว $q+1$ หรือสดมภ์ที่ 4 ผลกระทบตามสดมภ์ $p+1$ หรือแถวที่ 4 และผลกระทบโดยรวม แถวที่ $p+1$ สดมภ์ที่ $q+1$ ถูกกำหนดให้เป็นศูนย์

$$\begin{bmatrix} -15 & 4 & 1 & 0 \\ 6 & 16 & 30 & 0 \\ -5 & 4 & -12 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ข. หลังจากนั้นหามัธยฐานตามแถวทำเช่นเดียวกับข้อ ค ในกรณีนี้ให้ $i=3$

$$\begin{array}{c} \text{มัธยฐานตามแถว} \\ \downarrow \\ \left[\begin{array}{ccc|c} -6 & 0 & 0 & (0) \ 0 \\ 0 & -3 & 14 & (0) \ 15 \\ 10 & 6 & -7 & (6) \ -6 \\ -10 & 3 & 0 & (0) \ 1 \end{array} \right. \end{array}$$

ข. เกิดเมทริกซ์ใหม่โดยแต่ละแถวในเมทริกซ์ จะถูกลบด้วยค่ามัธยฐานในแถวเดียวกันที่หาได้จากข้อที่ ข และผลกระทบบตามแถว ในสดมภ์ที่ $q+1$ หรือสดมภ์ที่ 4 จะถูกเปลี่ยนไปโดยเกิดจากผลรวมระหว่างค่ามัธยฐานจากข้อ ข และค่าผลกระทบบตามแถวจากข้อ ฉ

$$\begin{array}{c} \text{ค่าที่เปลี่ยนในแถวที่ 1} \rightarrow \begin{array}{ccc|c} -6-0 & 0-0 & 0-0 & (0-0) \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \leftarrow \text{ผลกระทบบตามแถว} \\ \left[\begin{array}{ccc|c} -6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 14 & 15 \\ 4 & 0 & -13 & 0 \\ -10 & 3 & 0 & 1 \end{array} \right. \end{array} \begin{array}{l} \text{ที่เปลี่ยนไป} \end{array} \end{array}$$

ฃ. หลังจากนั้นหาค่ามัธยฐานตามสดมภ์ ในกรณีนี้ $i=4$

$$\begin{array}{c} \text{มัธยฐานตามสดมภ์} \rightarrow \left[\begin{array}{ccc|c} -6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 14 & 15 \\ 4 & 0 & -13 & 0 \\ -10 & 3 & 0 & 1 \end{array} \right. \end{array}$$

ค. เกิดเมทริกซ์ใหม่โดยแต่ละสดมภ์ในเมทริกซ์ จะถูกลบด้วยค่ามัธยฐานในสดมภ์เดียวกันที่หาได้จากข้อ ฃ และผลกระทบบตามสดมภ์ ในแถวที่ $p+1$ หรือแถวที่ 4 จะถูกเปลี่ยนไปโดยเกิดจากผลรวมระหว่างค่ามัธยฐานจากข้อ ง และผลกระทบบตามสดมภ์ในข้อ ข

$$\begin{array}{c} \begin{array}{ccc|c} -6-0 & \rightarrow & \left[\begin{array}{ccc|c} -6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 14 & 15 \\ 4 & 0 & -13 & 0 \\ -10 & 3 & 0 & 1 \end{array} \right. & \\ \rightarrow & & & \\ -0-0 & \rightarrow & & \\ 4-0 & \rightarrow & & \\ \uparrow & & & \leftarrow \text{ผลกระทบบตามแถว} \\ \text{ค่าที่เปลี่ยนในสดมภ์ที่ 1} & & & \text{ที่เปลี่ยนไป} \end{array} \end{array}$$

ณ. ทำเช่นนี้วนซ้ำตั้งแต่ข้อ ค จนกระทั่งผลกระทบบตามแถวและสดมภ์มีค่าลู่เข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่ง เมื่อลู่เข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่งแล้วค่าในแถวที่ $p+1$ เป็นค่าที่แสดงถึงผลตามสดมภ์ $\tilde{c}(t)$ และค่าในสดมภ์ที่

$q+1$ เป็นค่าที่แสดงถึงผลตามแถว $\tilde{r}(x)$ และแถวที่ $p+1$ และสดมภ์ที่ $q+1$ คือผลกระทบโดยรวม \tilde{a} จากตัวอย่างสรุปผลได้ดังนี้

$$\left. \begin{array}{ccc|c} -6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 14 & 15 \\ 4 & 0 & -13 & 0 \\ -10 & 3 & 0 & 1 \end{array} \right\} \tilde{r}(x)$$

$\tilde{c}(t)$ \tilde{a}

จากขั้นตอนดังกล่าวนำมาใช้กับข้อมูลอัตราตายกลางปีโดยคำนวณผ่านโปรแกรม minitab 17 โดยค่าประมาณพารามิเตอร์ $\tilde{r}(x)$ สำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่อายุต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ...100 ปี และมากกว่า 100 แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\tilde{c}(t)$ สำหรับเพศชายและเพศหญิงแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และค่าประมาณพารามิเตอร์ \tilde{a} สำหรับเพศชายและเพศหญิงแสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.6 ค่าประมาณผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง

เพศชาย		เพศหญิง	
อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$	อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$
<1	-0.00037	<1	0.00219
1	-0.00667	1	-0.00286
2	-0.00716	2	-0.00371
3	-0.00753	3	-0.00415
4	-0.00759	4	-0.00420
5	-0.00751	5	-0.00419
6	-0.00752	6	-0.00418
7	-0.00767	7	-0.00424
8	-0.00769	8	-0.00429
9	-0.00778	9	-0.00430
10	-0.00788	10	-0.00430
11	-0.00793	11	-0.00431

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ค่าประมาณผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง

เพศชาย		เพศหญิง	
อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$	อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$
12	-0.00787	12	-0.00430
13	-0.00763	13	-0.00427
14	-0.00730	14	-0.00416
15	-0.00686	15	-0.00407
16	-0.00641	16	-0.00405
17	-0.00598	17	-0.00407
18	-0.00582	18	-0.00407
19	-0.00591	19	-0.00404
20	-0.00597	20	-0.00399
21	-0.00595	21	-0.00393
22	-0.00578	22	-0.00383
23	-0.00566	23	-0.00371
24	-0.00538	24	-0.00351
25	-0.00506	25	-0.00339
26	-0.00483	26	-0.00325
27	-0.00452	27	-0.00318
28	-0.00416	28	-0.00310
29	-0.00378	29	-0.00308
30	-0.00342	30	-0.00304
31	-0.00323	31	-0.00302
32	-0.00335	32	-0.00302
33	-0.00341	33	-0.00302
34	-0.00331	34	-0.00301
35	-0.00324	35	-0.00297
36	-0.00319	36	-0.00289
37	-0.00314	37	-0.00282
38	-0.00309	38	-0.00274

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ค่าประมาณผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง

เพศชาย		เพศหญิง	
อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$	อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$
39	-0.00303	39	-0.00264
40	-0.00302	40	-0.00255
41	-0.00285	41	-0.00248
42	-0.00269	42	-0.00243
43	-0.00257	43	-0.00233
44	-0.00242	44	-0.00222
45	-0.00220	45	-0.00204
46	-0.00184	46	-0.00176
47	-0.00138	47	-0.00154
48	-0.00096	48	-0.00118
49	-0.00051	49	-0.00078
50	0.00000	50	-0.00034
51	0.00057	51	0.00000
52	0.0012	52	0.00032
53	0.00171	53	0.00066
54	0.00236	54	0.00103
55	0.00308	55	0.00147
56	0.00380	56	0.00203
57	0.00455	57	0.00263
58	0.00552	58	0.00334
59	0.00637	59	0.00410
60	0.00739	60	0.00495
61	0.00863	61	0.00584
62	0.01006	62	0.00672
63	0.01156	63	0.00770
64	0.01297	64	0.00875
65	0.01475	65	0.01005

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ค่าประมาณผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง

เพศชาย		เพศหญิง	
อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$	อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$
66	0.01651	66	0.01159
67	0.01842	67	0.01327
68	0.02053	68	0.01506
69	0.0230	69	0.01702
70	0.02598	70	0.01915
71	0.02946	71	0.02136
72	0.03318	72	0.02399
73	0.03674	73	0.02706
74	0.04079	74	0.02998
75	0.04495	75	0.03347
76	0.04912	76	0.03725
77	0.05385	77	0.04137
78	0.05906	78	0.04633
79	0.06462	79	0.05190
80	0.07082	80	0.05805
81	0.07708	81	0.06516
82	0.08530	82	0.07284
83	0.09386	83	0.08181
84	0.10115	84	0.09074
85	0.10777	85	0.09914
86	0.11744	86	0.10863
87	0.12702	87	0.11889
88	0.13613	88	0.12999
89	0.14612	89	0.14196
90	0.15708	90	0.15489
91	0.16911	91	0.16890
92	0.18269	92	0.18446

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ค่าประมาณผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิง

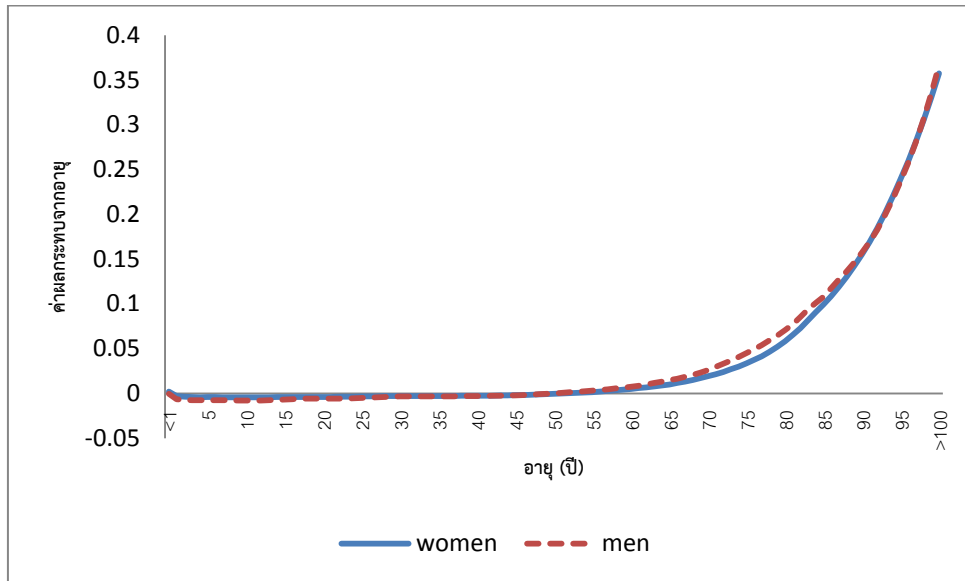
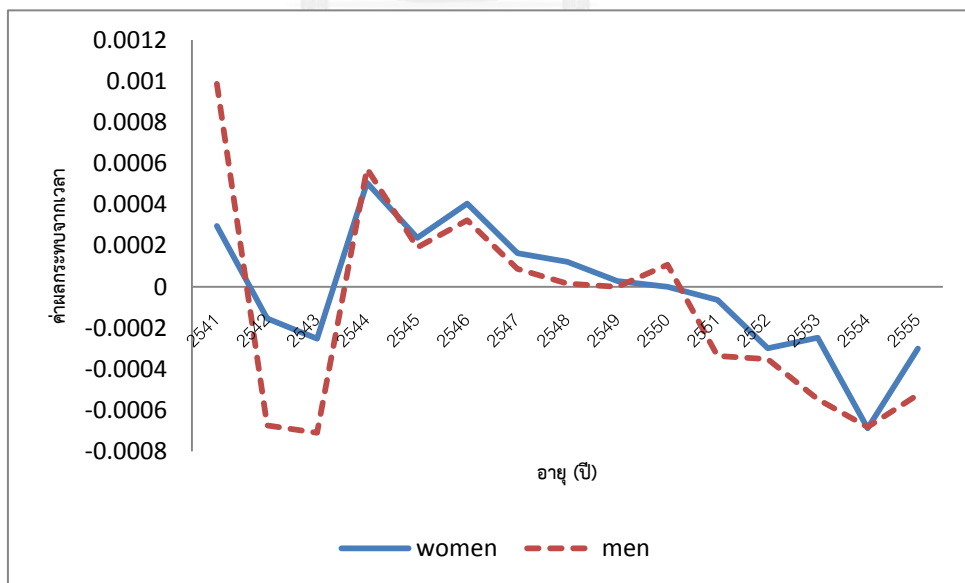
เพศชาย		เพศหญิง	
อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$	อายุ(x)	$\tilde{r}(x)$
93	0.19888	93	0.20120
94	0.21663	94	0.21919
95	0.23609	95	0.23851
96	0.25745	96	0.25921
97	0.28090	97	0.28139
98	0.30667	98	0.30510
99	0.33501	99	0.33044
100	0.36620	100	0.35747

ตารางที่ 4.7 ค่าประมาณผลกระทบจากเวลา $\tilde{c}(t)$ เพศชายและหญิง

ปี พ.ศ.	$\tilde{c}(t)$ (เพศชาย)	ปี พ.ศ.	$\tilde{c}(t)$ (เพศหญิง)
2541	0.00098622	2541	0.00029504
2542	-0.00067443	2542	-0.00015452
2543	-0.00070970	2543	-0.00025314
2544	0.00057432	2544	0.00050565
2545	0.00019159	2545	0.00023799
2546	0.00032404	2546	0.00040357
2547	0.00008750	2547	0.00016312
2548	0.00001465	2548	0.00012178
2549	0.00000000	2549	0.00002835
2550	0.00010730	2550	0.00000000
2551	-0.00033689	2551	-0.00006398
2552	-0.00035134	2552	-0.00029830
2553	-0.00054566	2553	-0.00024736
2554	-0.00068212	2554	-0.00068853
2555	-0.00052494	2555	-0.00030079

ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ \tilde{a} เพศชายและหญิง

เพศ	ค่าประมาณ \tilde{a}
ชาย	0.00837859
หญิง	0.00470707

แผนภาพที่ 4.16 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ผลกระทบจากอายุ $\tilde{r}(x)$ เพศชายและหญิงแผนภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ผลกระทบจากเวลา $\tilde{c}(t)$ เพศชายและหญิง

จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าพารามิเตอร์ $\tilde{r}(x)$ ที่แสดงในแผนภาพที่ 4.16 ทั้งในเพศหญิงและเพศชายมีลักษณะกราฟที่คล้ายกันคือจากอายุน้อยกว่า 1 ปีกราฟจะค่อยๆ ลดลงจนถึงอายุประมาณ 10 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น และ เพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากอายุประมาณ 60 ปีซึ่งพารามิเตอร์ผลกระทบจากอายุนี้มีลักษณะกราฟที่คล้ายกันกับกราฟอัตราตายกลางปี สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ $\tilde{c}(t)$ ที่แสดงในแผนภาพที่ 4.17 พบว่าในปี พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2543 มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วและสูงขึ้นในปี พ.ศ. 2544 หลังจากนั้นค่าค่อยๆ ลดลงเป็นลักษณะเดียวกันทั้งชายและหญิง

4.4 การพยากรณ์ค่าอัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิช

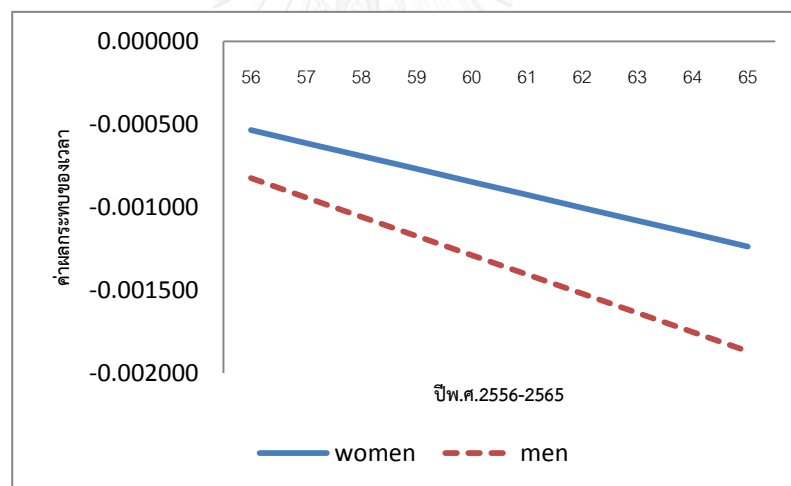
การพยากรณ์อัตราฆณะของตัวแบบมีเดียนโพลิช ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์คือ ผลกระทบของเวลา ($c(t)$) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function:ACF) และ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน(Partial Autocorrelation Function:PACF) เพื่อใช้ในการกำหนดลำดับในแบบการถดถอยของอนุกรมเวลา ARIMA(p,d,q) แต่พบว่าใน ACF และ PACF ของทั้งเพศหญิงและเพศชายไม่มีคอเรลโลแกรมเกิดขึ้นคือไม่มีจำนวนแท่งเกิดขึ้น ดังนั้นแบบการถดถอยของอนุกรมเวลา ARIMA จึงไม่เหมาะสมในการพยากรณ์ค่า $c(t)$ จึงได้นำตัวแบบถดถอยเชิงเส้นโดยไม่พิจารณาปี พ.ศ. 2542 และพ.ศ. 2543 เนื่องจากเป็นค่าไม่ปกติ โดยได้ตัวแบบในการพยากรณ์ค่า $c(t)$ ดังนี้

ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นของ $c(t)$ เพศชายคือ $c(t) = 0.000799 - 0.000116c(t+1)$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ $R_{adj}^2 = 88.2\%$

ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นของ $c(t)$ เพศหญิงคือ $c(t) = 0.000557 - 0.000078c(t+1)$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ $R_{adj}^2 = 82.0\%$

ตารางที่ 4.9 ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ของผลกระทบของเวลา พ.ศ. 2556-พ.ศ. 2565 เพศชายและเพศหญิง

ปีที่พยากรณ์	เพศชาย	ปีที่พยากรณ์	เพศหญิง
2556	-0.00083	2556	-0.00053
2557	-0.00094	2557	-0.00061
2558	-0.00106	2558	-0.00069
2559	-0.00117	2559	-0.00076
2560	-0.00129	2560	-0.00084
2561	-0.00141	2561	-0.00092
2562	-0.00152	2562	-0.00100
2563	-0.00164	2563	-0.00108
2564	-0.00175	2564	-0.00115
2565	-0.00187	2565	-0.00123



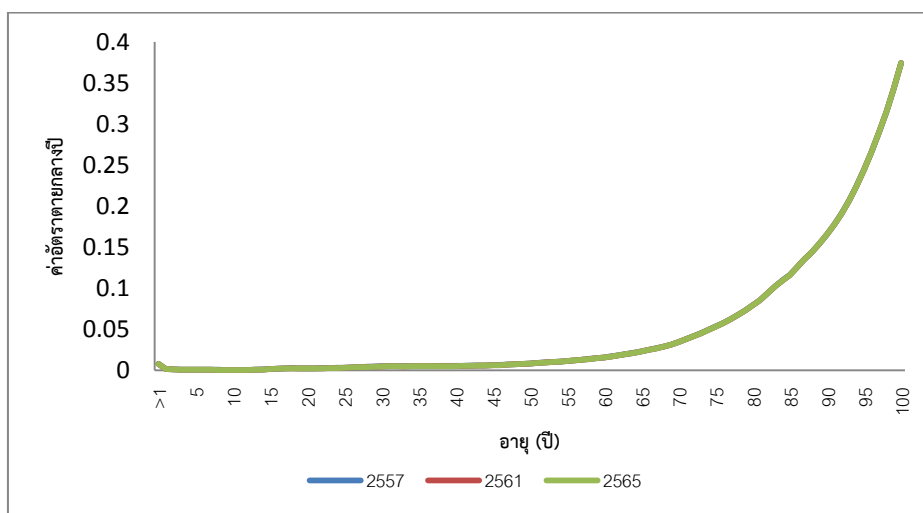
แผนภาพที่ 4.18 แสดงค่าดัชนีเวลาในปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย

จากแผนภาพที่ 4.18 แสดงค่าพยากรณ์ของพารามิเตอร์ผลกระทบของเวลา พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและเพศชาย จะเห็นได้ว่าทั้งในเพศชายและหญิงมีแนวโน้มของค่าดัชนีเวลาลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเพศชายจะมีค่าที่ต่ำกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

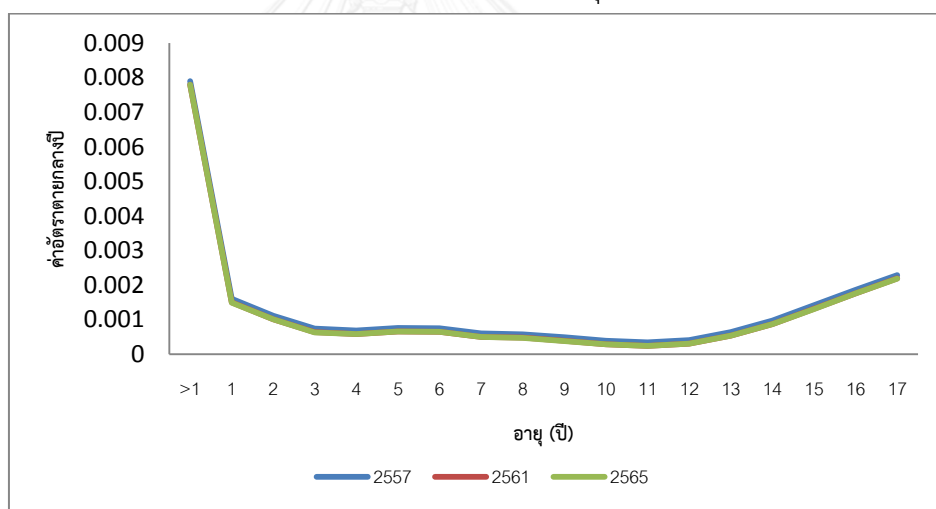
พยากรณ์อัตราธรรมะในอีก 10 ปีข้างหน้า การคำนวณหาค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีจะอาศัยค่าประมาณ \tilde{a} และ $\tilde{r}(x)$ ซึ่งเป็นค่าคงที่ในแต่ละปี สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$Z(x, 2555+t) = a + r(x) + c(2555+t)$$

ซึ่งค่าพยากรณ์อัตราการตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลีซนั้นแสดงไว้ในภาคผนวก ฉ ซึ่งในที่นี้จะแสดงค่าอัตราการตายกลางปีของเพศชายเฉพาะในปี พ.ศ. 2557 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2565 ดังแผนภาพที่ 4.19 และ 4.20



แผนภาพที่ 4.19 แสดงอัตราการตายกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 100 ปี



แผนภาพที่ 4.20 แสดงอัตราการตายกลางปีเพศชายที่อายุ น้อยกว่า 1 ถึง 18 ปี

จากผลการพยากรณ์ค่าอัตราการตายกลางปีพบว่าลักษณะกราฟทั้งสามปี อายุแรกเกิดจะมีค่าสูง ก่อนหลังจากนั้นจะค่อยลดลงและจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงอายุประมาณ 50 ปี หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล จะเห็นได้จากแผนภาพที่ 4.19 โดยในแต่ละปีจะมีลักษณะใกล้เคียงกันมากมีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในแผนภาพที่ 4.20 จะเห็นได้ว่าความแตกต่างที่เล็กน้อยนั้น อัตราตายกลางปีในปีพ.ศ.2565 มีค่าต่ำที่สุด รองลงมาเป็นอัตราการตายกลางปีในปีพ.ศ. 2561 ซึ่งค่าอัตราการตายกลางปีในตัวแบบนี้จะขึ้นกับผลกระทบของเวลา และเนื่องจากผลกระทบของเวลาเปลี่ยนแปลงน้อยจึงทำให้ค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

บทที่ 5

การพยากรณ์ค่าอัตราฆณะด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช เมื่อนำกรณีศึกษาไปประยุกต์

ในปี ค.ศ. 1997 Cressie และ Majure ได้เสนอให้อัตราฆณะให้เป็นเซตของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ของพื้นที่และเวลา กล่าวคือเมื่อนำข้อมูลทั้งสองมาจัดเก็บและใช้ร่วมกัน จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในบริเวณพื้นที่หรือจุดๆหนึ่งที่สนใจได้ โดยกำหนดให้อัตราฆณะเป็นการวิเคราะห์ที่เกิดจากองค์ประกอบ 2 ส่วนรวมกันคือ large-scale variation (trend) และ small scale variation (error) ในงานศึกษานี้ได้กำหนดให้อัตราฆณะเป็นเซตของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ของพื้นที่และเวลาเช่นกัน โดยส่วนของ Large-scale variation ได้ใช้ตัวแบบในการพยากรณ์ 2 ตัวแบบคือตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช และในส่วนของ small scale variation (error) ได้นำวิธีกรณีศึกษาที่เป็นวิธีทางสถิติที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเวลา (Spatio-temporal data) โดยการสร้างฟังก์ชันเวรีโอแกรมที่สามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเชิงพื้นที่และเวลา โดยค่าเวรีโอแกรมที่ได้จะนำไปใช้ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีคริกกิ้งต่อไป สำหรับขั้นตอนในการดำเนินการสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

5.1 ประมาณค่าเวรีโอแกรม

5.2 ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีคริกกิ้ง

5.3 พยากรณ์ค่าเวรีโอแกรมและค่าความคลาดเคลื่อนในอีก 10 ปีข้างหน้า

5.4 พยากรณ์ค่าอัตราฆณะในอีก 10 ปีข้างหน้า

5.1 ประมาณค่าเวรีโอแกรม

จากค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงของค่าอัตราตายกลางปีพบว่าในมีความสัมพันธ์กันทั้งอายุและเวลา ผู้วิจัยจึงนำเสนอกรณีศึกษาเป็นวิธีที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ ซึ่งเวรีโอแกรมจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้เนื่องจากเวรีโอแกรมเป็นค่าที่แสดงความแปรปรวนของตัวแปรที่มีค่าเกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่อยู่ โดยตำแหน่งในงานวิจัยชิ้นนี้คือพิกัดที่แสดงถึงอายุและปี ค่าความคลาดเคลื่อนที่นำมาใช้ในการประมาณจะเกิดจากผลต่างระหว่างค่าพยากรณ์ที่ได้การประมาณด้วยตัวแบบลี - คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิชกับค่าจริงของค่าอัตราตายกลางปีในรายอายุต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ... 100 ปีและมากกว่า 100 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541-พ.ศ.2555 ในขั้นตอนการประมาณค่าเวรีโอแกรมใช้โปรแกรม R โดยแบบจำลองเวรีโอแกรมจะแตกต่างกันออกไปขึ้นกับลักษณะของข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

- แบบที่ 1 แวร์โอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย
 แบบที่ 2 แวร์โอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง
 แบบที่ 3 แวร์โอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย
 แบบที่ 4 แวร์โอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง

ในการหาค่าแวร์โอแกรม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของค่าอัตราตายกลางปีทั้งในเพศหญิงและเพศชายว่ามี การแจกแจงปกติหรือไม่ ถ้าไม่ปกติต้องมีการแปลงข้อมูลโดยวิธีแบบบ็อกซ์ - ค็อกซ์เพื่อให้ข้อมูลมี การแจกแจงปกติหรือใกล้เคียงกับแบบปกติ

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์และ มีเดียโนโพลิชซึ่งวิธีการประมาณค่าถูกกล่าวไว้ในบทที่ 4 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้จากการประมาณนำมา หาค่าความคลาดเคลื่อนจากสมการนี้

$$\delta(x, t) = z(x, t) - \hat{\mu}(x, t)$$

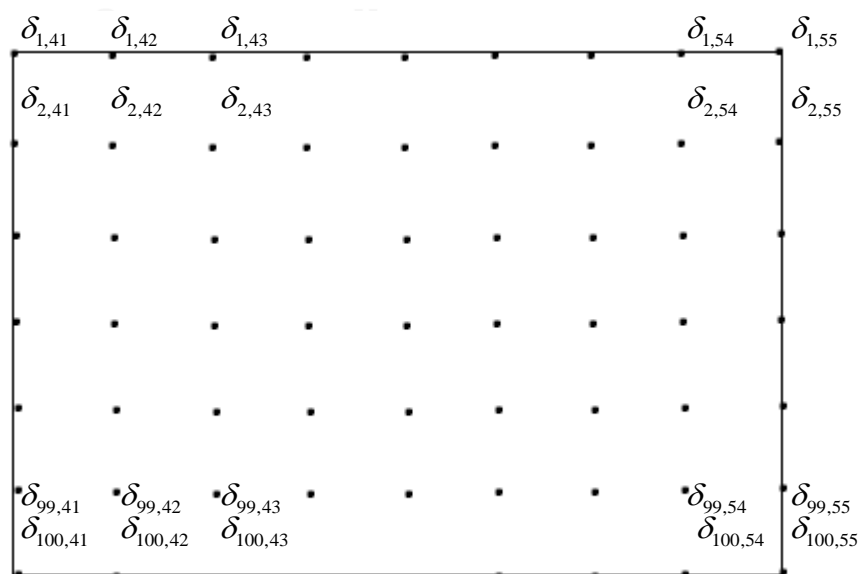
โดย

$\delta(x, t)$ แทนค่าความคลาดเคลื่อนที่อายุ x ปีที่ t

$z(x, t)$ แทนค่าจริงของค่าอัตราตายกลางปีที่อายุ x ปีที่ t

$\hat{\mu}(x, t)$ แทนค่าที่ได้การประมาณด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์และมีเดียโนโพลิช

ขั้นตอนที่ 3 นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มาพิกัดตำแหน่งอายุ และปีตั้งแผนภาพที่ 5.1



แผนภาพที่ 5.1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่พิกัดตำแหน่งอายุและปี

ขั้นตอนที่ 4 ในการประมาณแวลูโอแกรม $\gamma(\mathbf{h}, \mathbf{u})$ จะพิจารณาแยกกันระหว่างแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(\mathbf{h}, \mathbf{0})$ กับแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $\gamma(\mathbf{0}, \mathbf{u})$ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

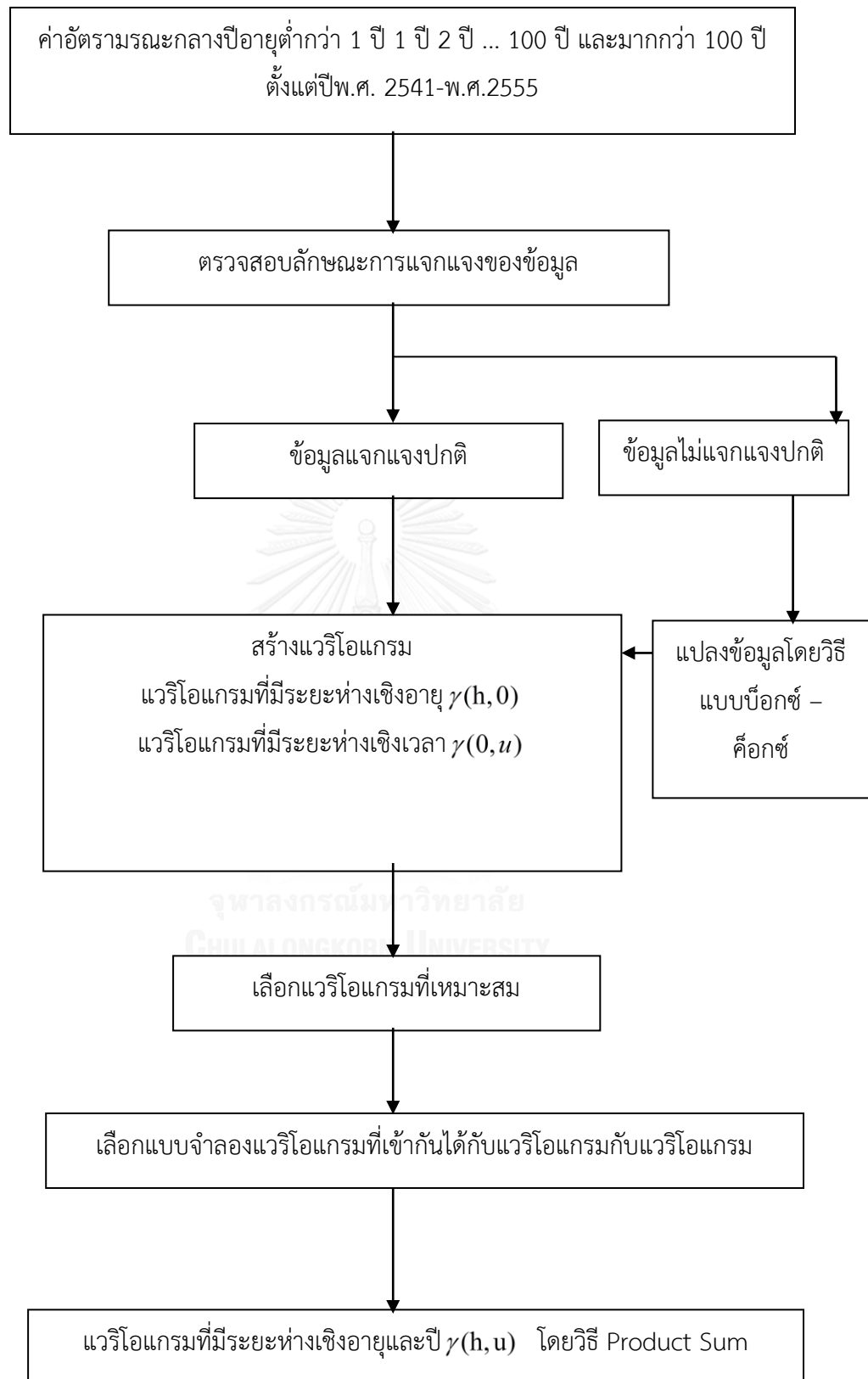
$$\gamma(\mathbf{h}, \mathbf{u}) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \{ \delta(\mathbf{x}, \mathbf{t}) - \delta(\mathbf{x} + \mathbf{h}, \mathbf{t} + \mathbf{u}) \}^2$$

ขั้นตอนที่ 5 นำค่าแวลูโอแกรมที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ไปสร้างแบบจำลองโดยเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมและเข้ากันได้กับแวลูโอแกรมซึ่งอาจจะเป็นแบบเส้นตรง แบบสฟิริกัล แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล หรือแบบเกาส์เซียน แบบใดแบบหนึ่งหรืออาจจะเป็นแบบรวมกันขึ้นอยู่กับลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงอายุและปีของข้อมูลนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 6 เมื่อได้แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(\mathbf{h}, \mathbf{0})$ กับแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $\gamma(\mathbf{0}, \mathbf{u})$ ในขั้นตอนที่ 5 แล้วก็นำมาพิจารณาร่วมกันภายใต้ Product Sum Model ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3.4

จากขั้นตอนข้างต้นสรุปดังแผนภาพที่ 5.2

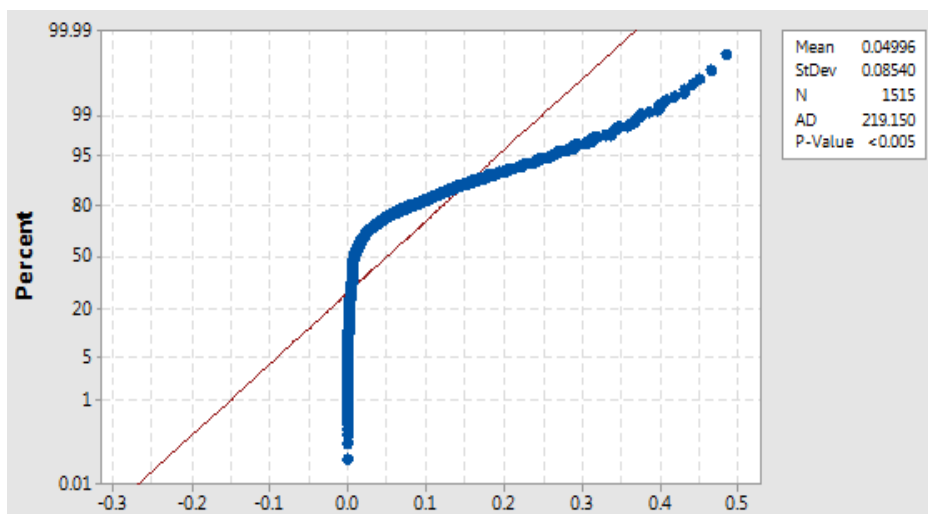




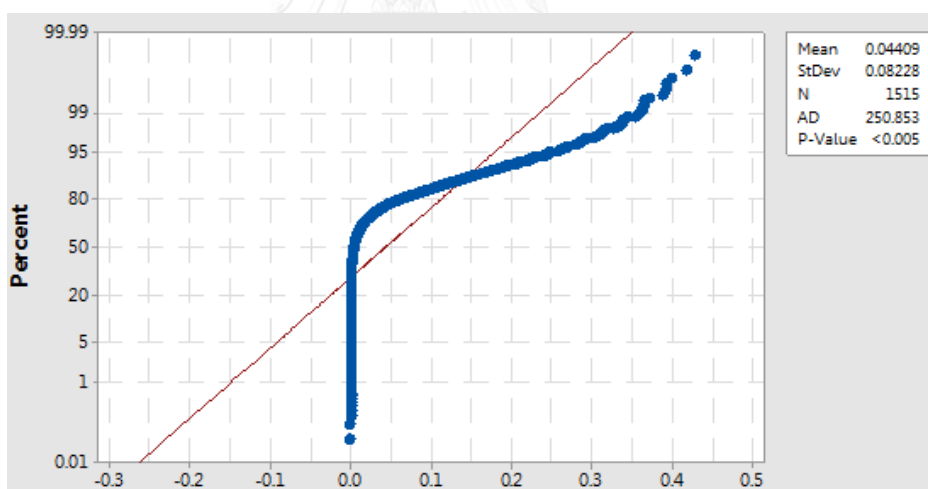
แผนภาพที่ 5.2 ขั้นตอนการดำเนินการประมาณค่าแวนริโอแกรม

จากขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้นเมื่อนำมาใช้กับข้อมูลจริง สรุปผลได้ดังนี้

การตรวจสอบลักษณะการแจกแจงว่ามีความแจกแจงปกติหรือไม่ ได้ใช้โปรแกรม MINITAB 17 ในการตรวจสอบ โดยแผนภาพที่ 5.3 แสดงการทดสอบการแจกแจงปกติของอัตราตายกลางปีเพศชาย โดยแผนภาพที่ 5.4 แสดงการทดสอบการแจกแจงปกติของอัตราตายกลางปีเพศหญิง



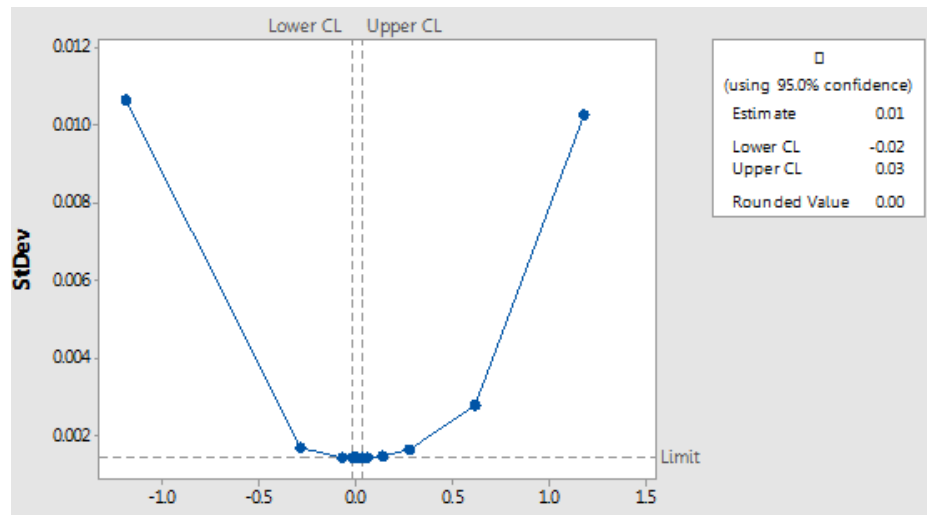
แผนภาพที่ 5.3 แสดงการทดสอบการแจกแจงปกติของอัตราตายกลางปีเพศชาย



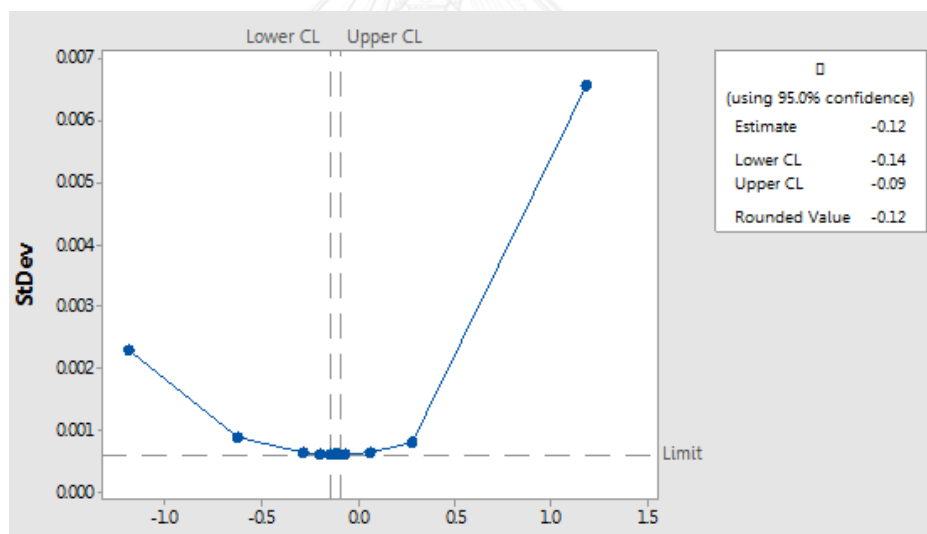
แผนภาพที่ 5.4 แสดงการทดสอบการแจกแจงปกติของอัตราตายกลางปีเพศหญิง

แผนภาพที่ 5.3 และ 5.4 แสดงให้เห็นถึงการแจกแจงของอัตราตายกลางปีที่ไม่ปกติเนื่องจากค่าส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรง 45 องศา หรือพิจารณาได้จากค่า p-value ที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 จากการทดสอบการแจกแจงปกติของ Anderson-Darling ซึ่งกราฟทั้งสองมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันคือค่าอัตราตายกลางปีที่มีค่าน้อยมีความน่าจะเป็นต่ำกว่าที่ควรจะเป็นเช่นเดียวกับอัตราตายกลางปีที่มีค่ามาก ในขณะที่อัตราตายกลางปีที่มีค่ากลางมีความน่าจะเป็นที่สูงเกินกว่าที่ควรจะเป็นซึ่งสอดคล้องกับค่า p-value ที่ต่ำ ดังนั้นจึงแปลงข้อมูลโดยวิธีแบบบ็อกซ์ - ค็อกซ์ ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ - ค็อกซ์ได้ใช้โปรแกรม MINITAB โดยโปรแกรมจะลองผิดลองถูกโดยเลือกค่าสัมประสิทธิ์

ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ที่ทำให้ผลรวมกำลังสองความคลาดเคลื่อน (sum of squares error) มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งให้ผล ค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ในเพศชายเท่ากับ 0.01 และค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ในเพศหญิงเท่ากับ -0.12 ดังแผนภาพที่ 5.5 และแผนภาพที่ 5.6



แผนภาพที่ 5.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ของเพศชาย

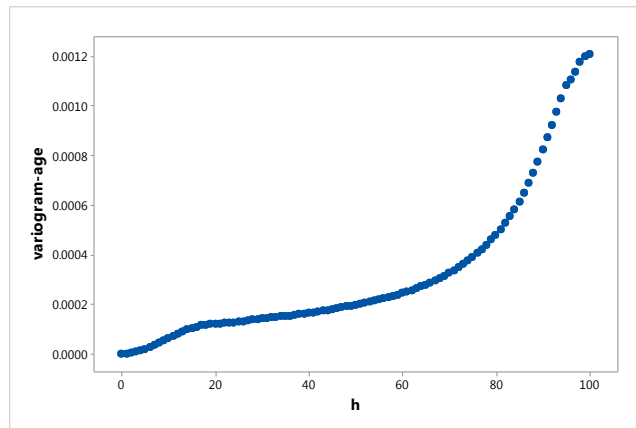


แผนภาพที่ 5.6 ค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์ของเพศหญิง

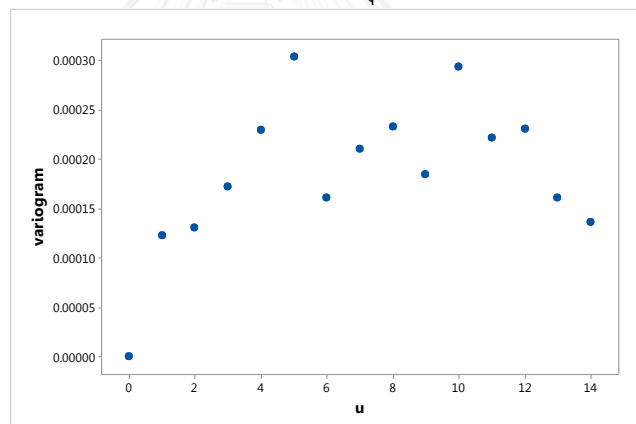
เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ของบ็อกซ์ – ค็อกซ์แล้ว นำมาใช้ในการแปลงข้อมูลอัตราตายกลางปีทั้งเพศหญิงและเพศชาย หลังจากนั้นนำไปคำนวณในส่วนของ large-scale variation (trend) ตามตัวแบบลี-คาร์เตอร์และมีเดียโนโพลิชซึ่งค่าประมาณอัตราตายกลางปีทั้งในเพศหญิงและเพศชายทั้งสองตัวแบบในปีพ.ศ.2541-2555 ตามขั้นตอนเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวไว้ใน 4.2 และ 4.3

ในส่วนของ small-scale variation(error) จำเป็นต้องคำนวณค่าแวลูโอแกรมเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งการประมาณค่าแวลูโอแกรมได้แบ่งออกเป็น 4 แบบดังนี้คือแบบที่ 1 แวลูโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย แบบที่ 2 แวลูโอแกรมจากค่า

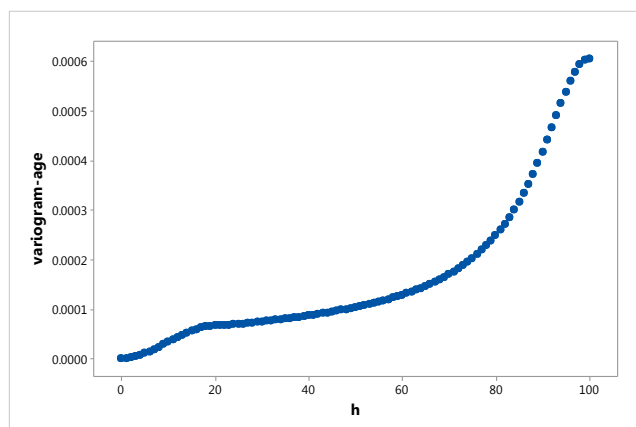
คลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง แบบที่ 3 แวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียนโพลิชในเพศชาย และแบบที่ 4 แวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียนโพลิชในเพศหญิง โดยที่แต่ละแบบจะแยกพิจารณาระหว่างแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h, 0)$ กับแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $\gamma(0, u)$ แสดงผลดังแผนภาพที่ 5.7-5.12



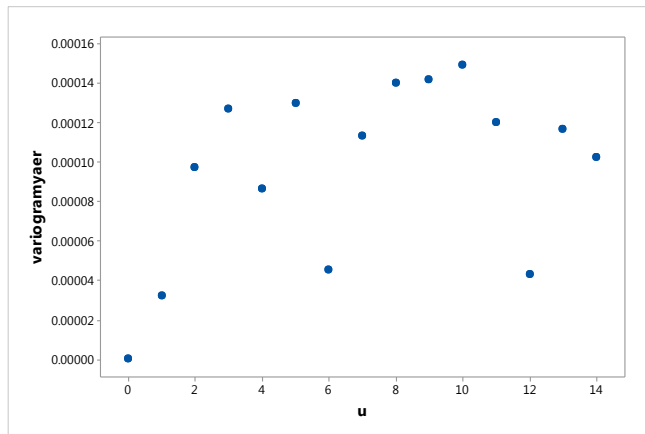
แผนภาพที่ 5.7 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



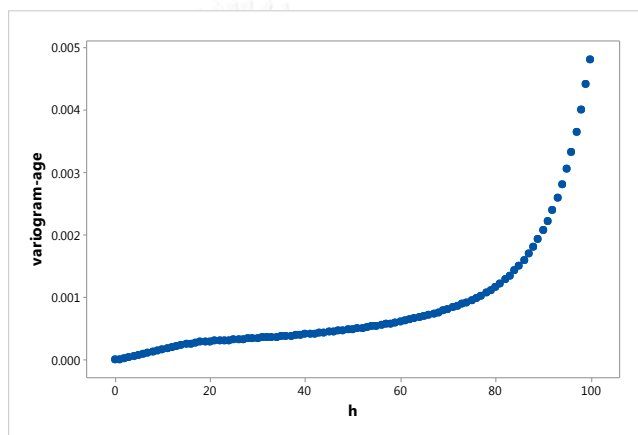
แผนภาพที่ 5.8 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



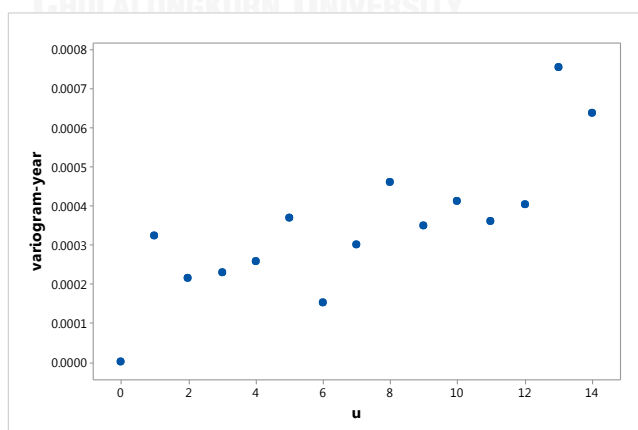
แผนภาพที่ 5.9 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง



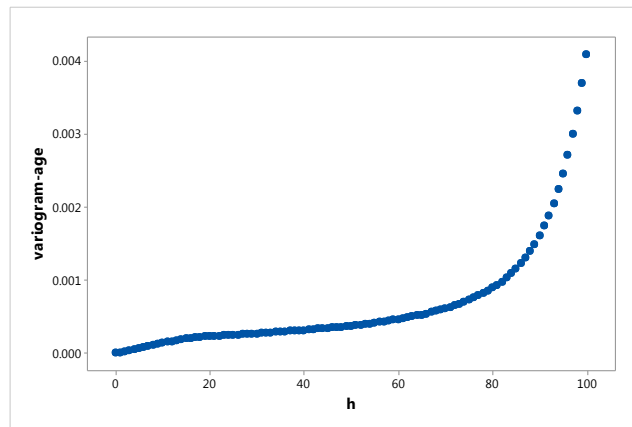
แผนภาพที่ 5.10 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเพศหญิง



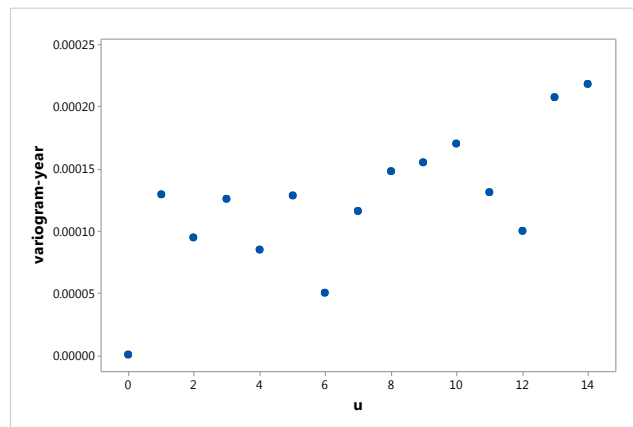
แผนภาพที่ 5.11 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.12 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.13 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียนโพลิชในเพศหญิง



แผนภาพที่ 5.14 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียนโพลิชในเพศหญิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการประมาณค่าแวริโอแกรม พบว่าแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h, 0)$ ทั้ง 4 แบบตามแผนภาพที่ 5.7 5.9 5.11 และ 5.13 ให้ลักษณะกราฟที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือแวริโอแกรมจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยในระยะห่างเชิงอายุตั้งแต่ 1-20 การเพิ่มขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นตรง ระยะห่างเชิงอายุตั้งแต่ 21-60 ค่าจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ หลังจากระยะห่างเชิงอายุ 60 ค่าแวริโอแกรมจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จากลักษณะกราฟดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่อายุอยู่ใกล้กันจะมีสหสัมพันธ์มากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่อายุอยู่ไกลกัน สำหรับแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $\gamma(0, u)$ ทั้ง 4 แบบตามแผนภาพที่ 5.8 5.10 5.12 และ 5.14 พบว่าแผนภาพที่ 5.8 และ 5.10 มีลักษณะกราฟที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือค่าแวริโอแกรมจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในระยะห่างเวลาประมาณ 0-4 หลังจากนั้นค่าจะค่อนข้างคงที่อยู่ที่ระดับหนึ่ง สำหรับแผนภาพที่ 5.12 และ 5.13 ก็มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันกล่าวคือค่าแวริโอแกรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

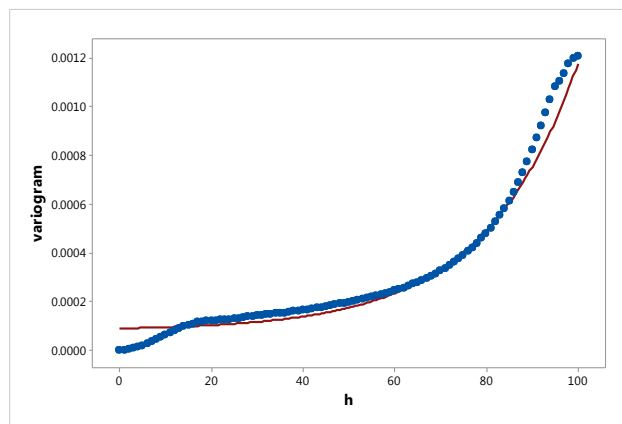
นำแวริโอแกรมที่แสดงตามแผนภาพที่ 5.7-5.14 ไปสร้างแบบจำลองแวริโอแกรม โดยเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมและเข้ากันได้กับแวริโอแกรมซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แบบจำลองแวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุและแวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลา

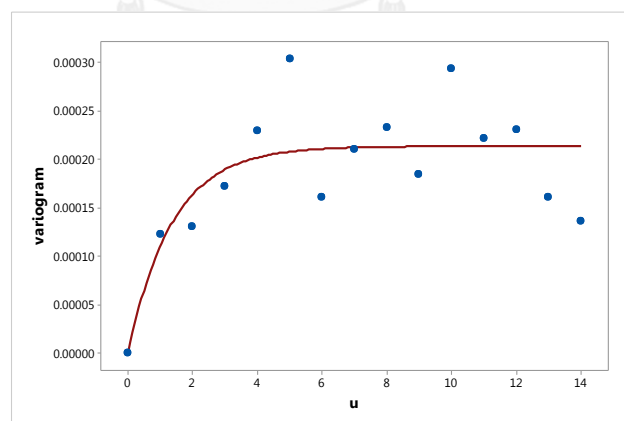
รูปแบบของแบบจำลอง	ชนิดของแบบจำลอง	ค่าความแปรปรวนคงที่	ค่าระยะอิทธิพล
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	เกาส์เซียน	0.0008	85
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	เกาส์เซียน	0.0004	85
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	เกาส์เซียน	0.002	85
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	เกาส์เซียน	0.0016	90
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย	ลอกการิธึมิก	0.0002	6
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง	ลอกการิธึมิก	0.00012	8
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย	เอ็กซ์โพเนนเชียล	0.0006	10
แวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง	ลอกการิธึมิก	0.00016	10

จากตารางที่ 5.1 สรุปแบบจำลองแวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุและแวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลา พบว่าแบบจำลองแวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงอายุทั้ง 4 แบบคือจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง จากตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย จากตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง แสดงแบบจำลองแวลูไอแกมที่เหมือนกันคือเกาส์เซียน โดยจุดเริ่มต้นของเส้นกราฟจะเริ่มจาก 0 จากนั้นค่าแวลูไอแกมเพิ่มขึ้นแบบพาราโบลาในช่วงใกล้จุดกำเนิดจนถึงระยะห่างที่ประมาณ 80 หลังจากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นจะลดลงจนเข้าใกล้ค่าความแปรปรวนคงที่ (sill) ระยะอิทธิพลค่อนข้างสูงคืออยู่ที่ 85 และ 90 คือเมื่อระยะห่างที่มากกว่าระยะอิทธิพลข้อมูลจะไม่มีสหสัมพันธ์กัน สำหรับค่าความแปรปรวนคงที่และระยะอิทธิพลได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.3 สำหรับแบบจำลองแวลูไอแกมที่มีระยะห่างเชิงเวลาทั้ง 3 แบบคือจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิงและตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงให้แบบจำลองที่เหมือนกันคือลอกการิธึมิก

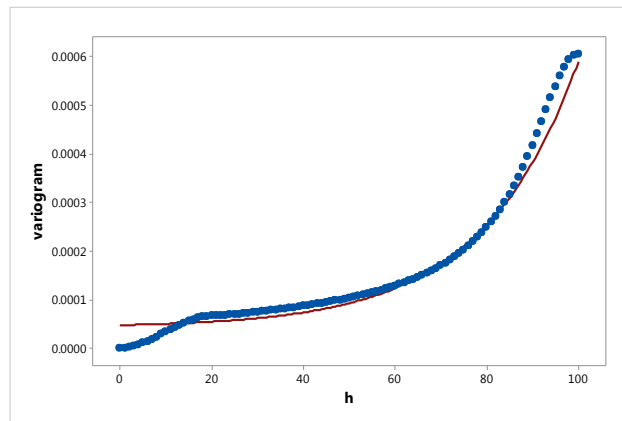
โดยจุดเริ่มต้นของเส้นกราฟจะเริ่มจาก 0 จากนั้นค่าแวลูโอแกรมตรงใกล้จุดกำเนิดจะเป็นแบบเส้นตรง เมื่อระยะห่างเชิงเวลาเพิ่มขึ้น ค่าแวลูโอแกรมจะเพิ่มขึ้นตามฟังก์ชันลอการิทึม โดยจะมีความผิดพลาดสูงที่ค่า u สูง ส่วนแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาจากตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายให้แบบจำลองคือเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยจุดเริ่มต้นของเส้นกราฟจะเริ่มจาก 0 จากนั้นค่าแวลูโอแกรมเพิ่มขึ้นเกือบเป็นเส้นตรงในช่วงใกล้จุดกำเนิด และค่าจะเพิ่มขึ้นลดลงเรื่อยๆจนเข้าใกล้ค่าความแปรปรวนคงที่ โดยระยะอิทธิพลในตัวแบบลี-คาร์เตอร์จะมีค่าน้อยกว่าในตัวแบบมีเดียโนโพลิชจึงให้ลักษณะกราฟที่แตกต่างกัน จากตารางที่ 5.1 แสดงเป็นแผนภาพที่ 5.15-5.22



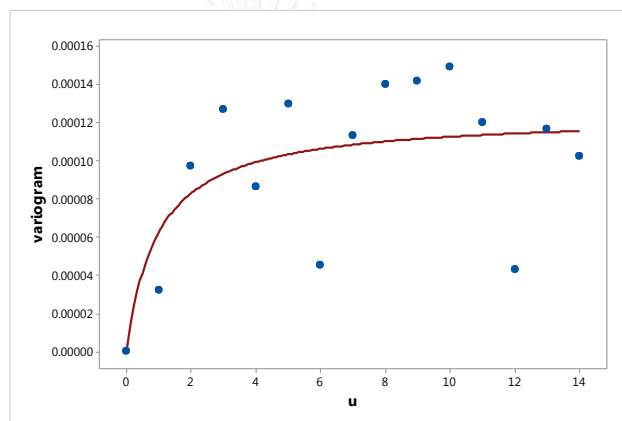
แผนภาพที่ 5.15 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



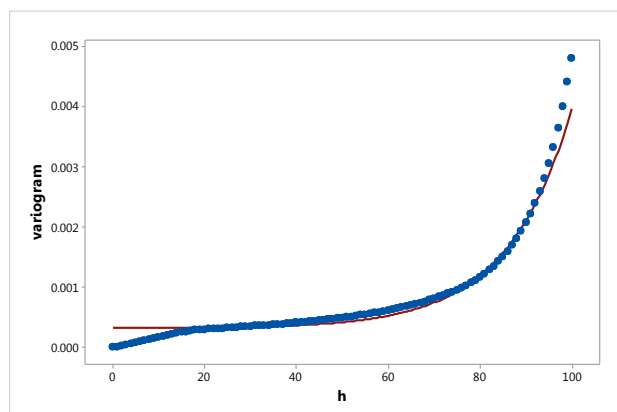
แผนภาพที่ 5.16 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



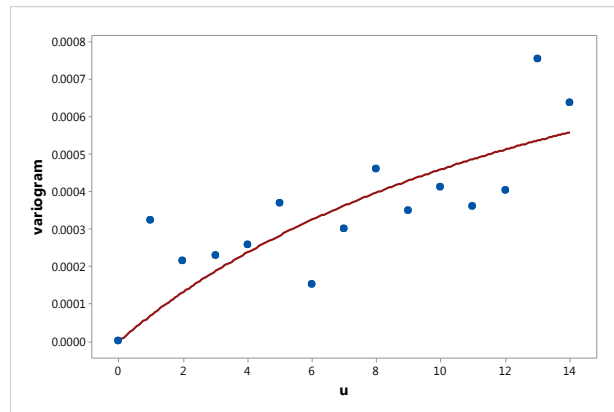
แผนภาพที่ 5.17 แบบจำลองแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง



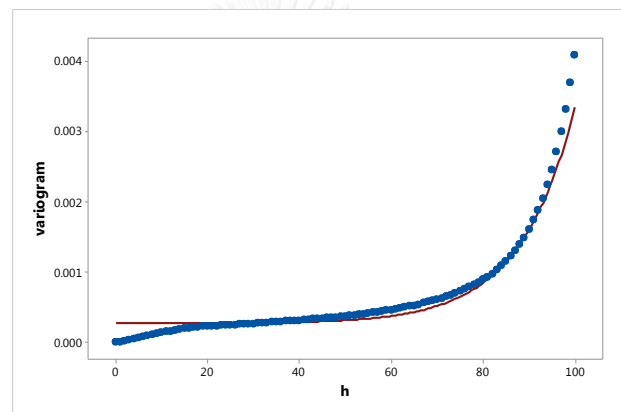
แผนภาพที่ 5.18 แบบจำลองแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง



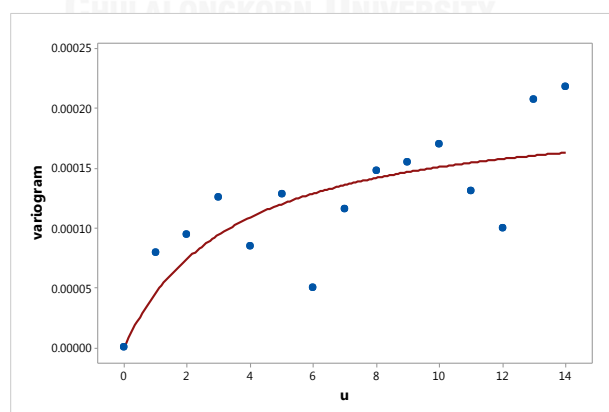
แผนภาพที่ 5.19 แบบจำลองแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.20 แบบจำลองเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย

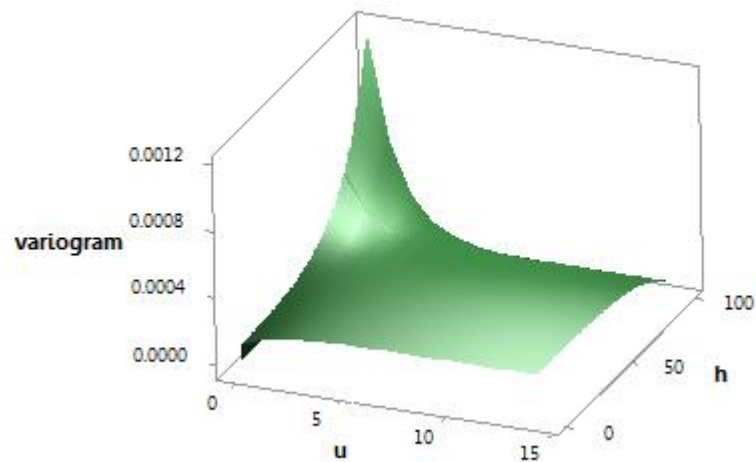


แผนภาพที่ 5.21 แบบจำลองเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง

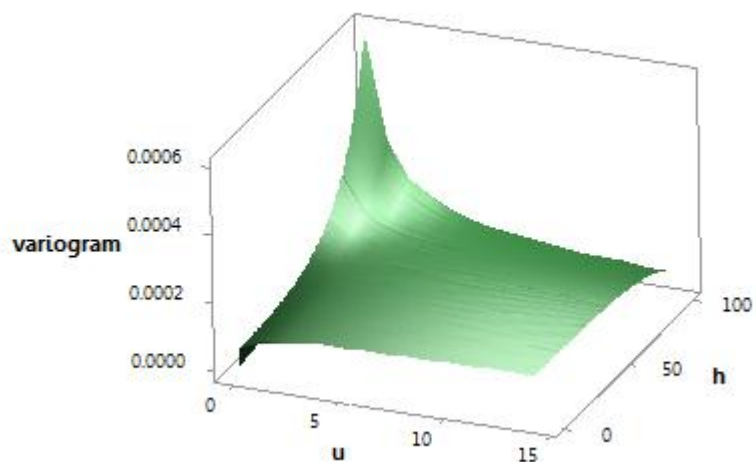


แผนภาพที่ 5.22 แบบจำลองเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง

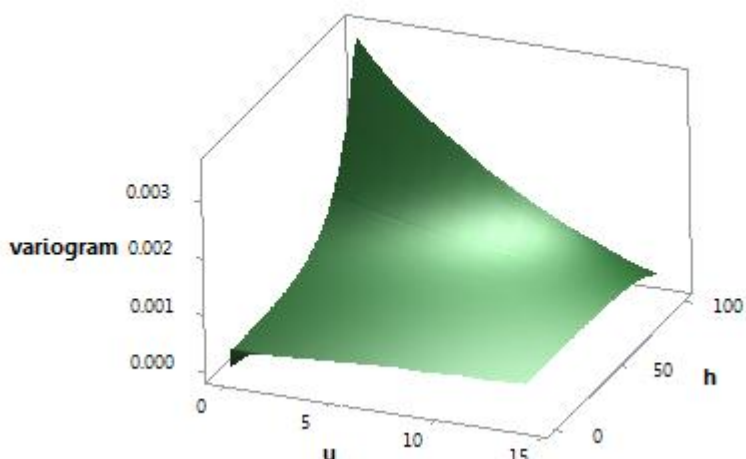
เมื่อได้แบบจำลองแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุและแวริโอแกรมเชิงปีแล้วนำมารวมกันเชิงเส้นตามตัวแบบ Product Sum Model ดังสมการที่ 2.15 ซึ่งจะได้ $\gamma(h, u)$ ที่ $h = 0, 1, 2, \dots, 100$ และ $u = 0, 1, 2, \dots, 14$ โดยจะแสดงค่าทั้ง 4 แบบคือแวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย แวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง แวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายและแวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงไว้ในภาคผนวก ข แต่จะแสดงแวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชายไว้ในแผนภาพที่ 5.23 แวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิงไว้ในแผนภาพที่ 5.24 แวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายไว้ในแผนภาพที่ 5.25 และแวริโอแกรมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงไว้ในแผนภาพที่ 5.26



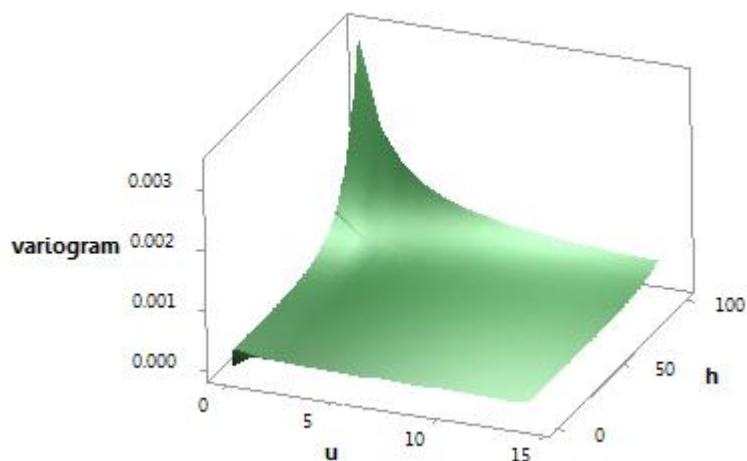
แผนภาพที่ 5.23 แวริโอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.24 แวริโอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง



แผนภาพที่ 5.25 แวริโอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.26 แวริโอแกรมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง

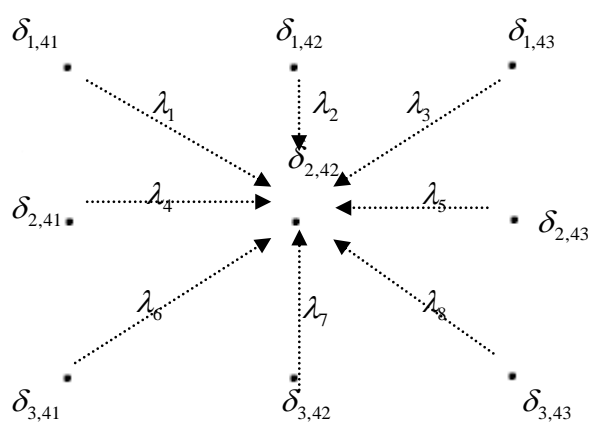
จากแผนภาพที่ 5.23-5.26 เมื่อใช้ Product Sum Model เพื่อพิจารณาระยะห่างอายุ (h) และระยะห่างเวลา (u) ร่วมกัน จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะห่างอายุ (h) และระยะห่างเวลา (u) มากขึ้นค่าแวริโอแกรมจะยิ่งลดลง แสดงให้เห็นว่ายิ่งข้อมูลมีระยะห่างมากเท่าไรความสัมพันธ์ก็ยิ่งลดลงโดยแผนภาพที่ 5.24 5.25 และ 5.26 ค่าจะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะห่างอายุและเวลาที่น้อยๆ หลังจากนั้นค่าจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนแทบจะคงที่ที่ระยะห่างอายุและเวลาที่สูงๆ แต่ในแผนภาพที่ 5.25 จะให้ลักษณะแวริโอแกรมที่แตกต่างจากแบบอื่นๆ คือเมื่อระยะห่างอายุ (h) และระยะห่างเวลา (u) มากขึ้นอัตราการลดลงจะต่ำกว่าทั้ง 3 แบบที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะแบบจำลองแวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาในตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายมีแบบจำลองแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

5.2 การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีคริกกิง

การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีคริกกิงอาศัยแบบจำลองแวริโอแกรมในการประมาณค่า ดังนั้นความแม่นยำของการประมาณค่าขึ้นอยู่กับแบบจำลองแวริโอแกรมว่ามีความ

ถูกต้องใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากน้อยเพียงใด โดยค่าแวลูไอแกมมาที่เปลี่ยนไปตามระยะห่างของอายุ และเวลาจะถูกนำมาใช้ในการประมาณค่าจุดที่ต้องการทราบซึ่งการประมาณค่าจะถูกคิดจากน้ำหนักของข้อมูลที่อยู่รอบๆจุดที่ต้องการประมาณ โดยวิธีคริกกิงเป็นวิธีการประมาณเชิงเส้นที่ไม่ลำเอียงและให้ค่าความแปรปรวนของการประมาณหรือความผิดพลาดในการประมาณน้อยที่สุด

ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต้องการทราบจะถูกถ่วงน้ำหนักจากจุดที่อยู่รอบๆ สมมติให้มีค่าคลาดเคลื่อนอายุ 1 ปี 2 ปี และ 3 ปี พ.ศ.2541-2543 หากต้องการทราบค่าความคลาดเคลื่อนจากแบบจำลองแวลูไอแกมมาที่สร้างขึ้นในอายุ 2 ปี พ.ศ. 2542 จะถูกถ่วงน้ำหนักจากจุดต่างๆ ซึ่งอธิบายได้ดังแผนภาพที่ 5.27 ดังนี้



แผนภาพที่ 5.27 ตัวอย่างของค่าประมาณค่าความคลาดเคลื่อนที่ถูกถ่วงน้ำหนักจากจุดรอบๆ

โดยค่า $\hat{\delta}_{2,42}$ จะคำนวณได้จากสมการ $\sum_{i=1}^8 \lambda_i \delta_{x,i}$ โดยน้ำหนักของแต่ละตัว (λ_i) ภายใต้อิทธิพลของความผิดพลาดในการประมาณน้อยที่สุด โดยการหาคำตอบจะใช้วิธีการคูณลากรางจ์ภายใต้เงื่อนไขผลรวมของน้ำหนักทุกตัวเป็น 1 คำนวณได้จากสมการคริกกิงที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.6 จากตัวอย่างที่สมมติขึ้นสามารถเขียนเป็นสมการคริกกิงได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &2C(1,1) - 2\lambda_1 C(0,0) - 2\lambda_2 C(0,1) - \dots - 2\lambda_7 C(2,1) - 2\lambda_8 C(2,2) - 2\beta = 0 \\
 &2C(1,0) - 2\lambda_1 C(0,1) - 2\lambda_2 C(0,0) - \dots - 2\lambda_7 C(2,0) - 2\lambda_8 C(2,1) - 2\beta = 0 \\
 &2C(1,1) - 2\lambda_1 C(0,2) - 2\lambda_2 C(0,1) - \dots - 2\lambda_7 C(2,1) - 2\lambda_8 C(2,0) - 2\beta = 0 \\
 &2C(0,1) - 2\lambda_1 C(1,0) - 2\lambda_2 C(1,1) - \dots - 2\lambda_7 C(1,1) - 2\lambda_8 C(1,2) - 2\beta = 0 \\
 &2C(0,1) - 2\lambda_1 C(1,2) - 2\lambda_2 C(1,1) - \dots - 2\lambda_7 C(1,1) - 2\lambda_8 C(1,0) - 2\beta = 0 \\
 &2C(1,1) - 2\lambda_1 C(2,0) - 2\lambda_2 C(2,1) - \dots - 2\lambda_7 C(0,1) - 2\lambda_8 C(0,2) - 2\beta = 0 \\
 &2C(1,0) - 2\lambda_1 C(1,1) - 2\lambda_2 C(2,0) - \dots - 2\lambda_7 C(0,0) - 2\lambda_8 C(0,1) - 2\beta = 0 \\
 &2C(1,1) - 2\lambda_1 C(2,2) - 2\lambda_2 C(2,1) - \dots - 2\lambda_7 C(0,1) - 2\lambda_8 C(0,0) - 2\beta = 0 \\
 &-2(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8) = 0
 \end{aligned}$$

หรือเขียนในรูปเมทริกซ์คริกกิ่งได้ดังนี้

$$\begin{array}{c}
 \underbrace{\hspace{10em}}_C \qquad \qquad \qquad \lambda \qquad \qquad \qquad c \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \\
 \begin{bmatrix} C(0,0) & C(0,1) & \dots & C(2,2) & 1 \\ C(0,1) & C(0,0) & \dots & C(2,1) & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C(2,2) & C(2,1) & \dots & C(0,0) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_8 \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C(1,1) \\ C(1,0) \\ \dots \\ C(1,1) \\ 1 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

จากเมทริกซ์คริกกิ่งสามารถหาค่าน้ำหนักของแต่ละตัว (λ_i) ได้จากสมการนี้

$$\lambda = C^{-1}c$$

แถวที่ 1 ของเมทริกซ์ C เป็นความแปรปรวนร่วมจากระยะห่างของ $\delta_{1,41}$ กับทุกตัว

แถวที่ 2 ของเมทริกซ์ C เป็นความแปรปรวนร่วมจากระยะห่างของ $\delta_{1,42}$ กับทุกตัว

⋮

แถวที่ 8 ของเมทริกซ์ C เป็นความแปรปรวนร่วมจากระยะห่างของ $\delta_{3,43}$ กับทุกตัว

แถวที่ 9 ของเมทริกซ์ C เป็นผลรวมของน้ำหนักทุกตัวซึ่งเท่ากับ 1

แถวที่ 1 ของเมทริกซ์ c เป็นความแปรปรวนร่วมจากระยะห่างของตัวที่ต้องการประมาณกับ $\delta_{1,41}$

แถวที่ 2 ของเมทริกซ์ c เป็นความแปรปรวนร่วมจากระยะห่างของตัวที่ต้องการประมาณกับ $\delta_{1,42}$

⋮

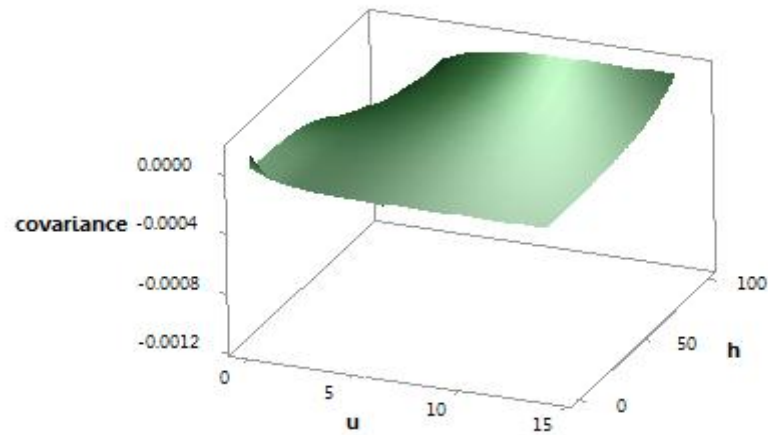
แถวที่ 8 ของเมทริกซ์ c เป็นความแปรปรวนร่วมจากระยะห่างของตัวที่ต้องการประมาณกับ $\delta_{3,43}$

จากตัวอย่างที่สมมติขึ้นเป็นเพียงค่าความคลาดเคลื่อนของอายุ 1 ปี 2 ปี และ 3 ปี พ.ศ. 2541-2543 แต่ในข้อมูลจริงค่าความคลาดเคลื่อนของอายุต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี... 100 ปี พ.ศ. 2541-พ.ศ.2555 ในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาได้คำนวณโดยใช้โปรแกรม R ซึ่งค่าน้ำหนักของแต่ละตัวจะหาได้จากสมการที่มีเมทริกซ์ขนาดดังนี้

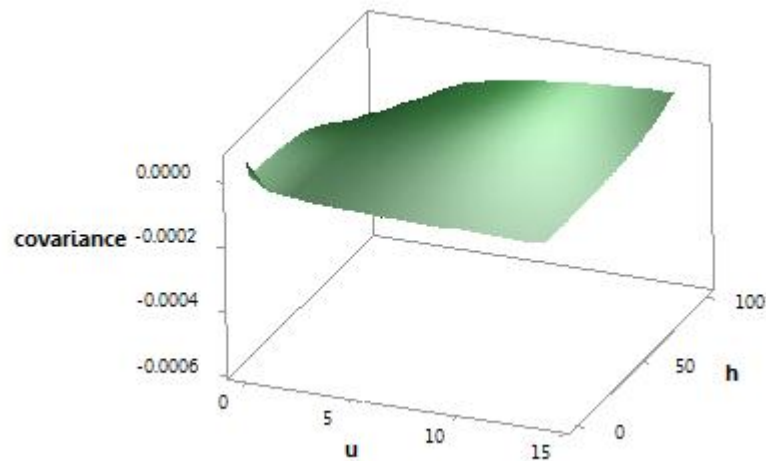
$$\lambda_{[1516 \times 1]} = C^{-1}_{[1516 \times 1516]} c_{[1516 \times 1]}$$

ภายใต้สมมติฐานแบบคงที่อันดับสอง ค่าความแปรปรวนร่วมกับค่าแวลูโอแกรม เป็นค่าที่สามารถใช้วัดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้อย่างเท่าเทียมกันดังนั้นสามารถคำนวณค่าความแปรปรวนร่วมผ่านค่าแวลูโอแกรมได้จากสมการ 2.9 ซึ่งจะได้ $C(h, u)$ ที่ $h = 0, 1, 2, \dots, 100$ และ $u = 0, 1, 2, \dots, 14$ ที่แสดงทิศทางกลับกับค่าแวลูโอแกรมซึ่งจะแสดงค่าความแปรปรวนร่วมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเพศชายไว้ในแผนภาพที่ 5.28 ค่าความแปรปรวนร่วมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเพศหญิงไว้ในแผนภาพที่ 5.29 ค่าความแปรปรวนร่วมจากค่า

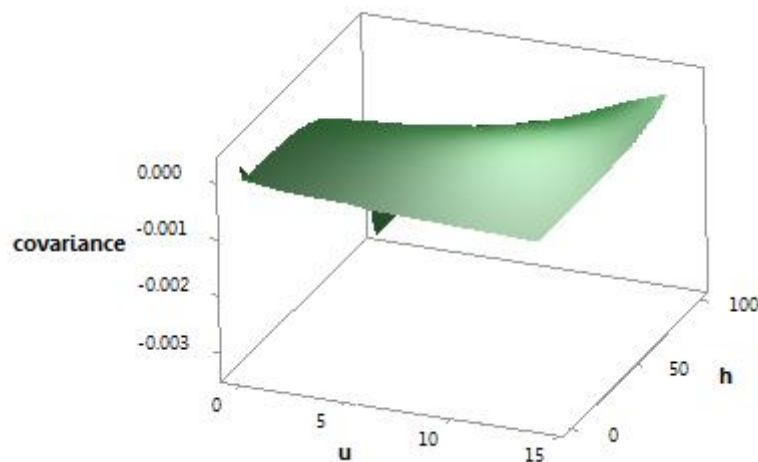
คลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายไว้ในแผนภาพที่ 5.30 และค่าความแปรปรวนร่วมจากค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงไว้ในแผนภาพที่ 5.31



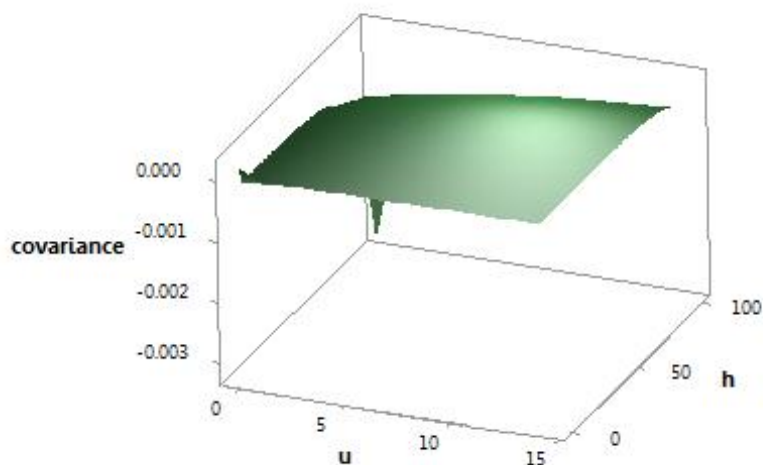
แผนภาพที่ 5.28 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.29 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิง

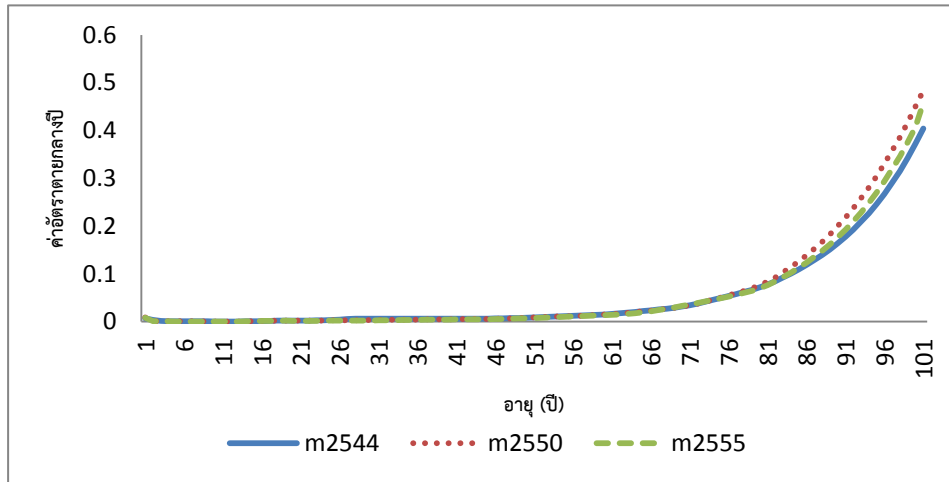


แผนภาพที่ 5.30 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชาย

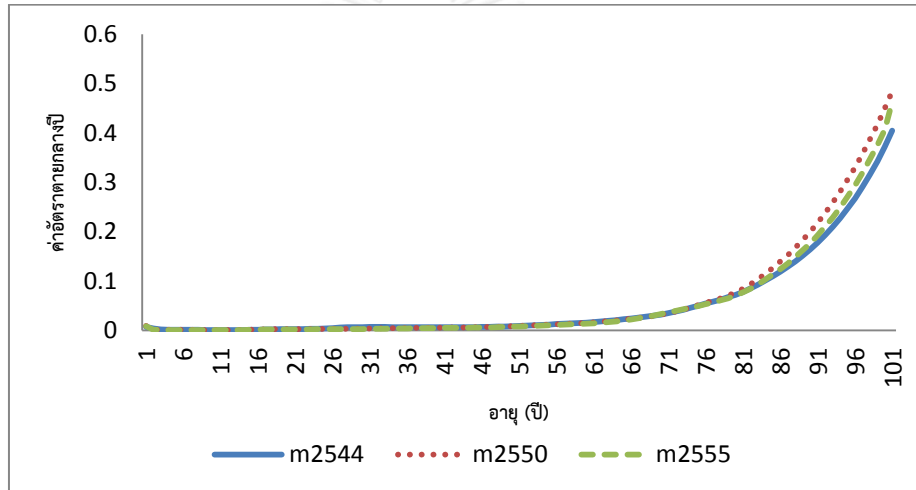


แผนภาพที่ 5.31 ความแปรปรวนร่วมจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิง

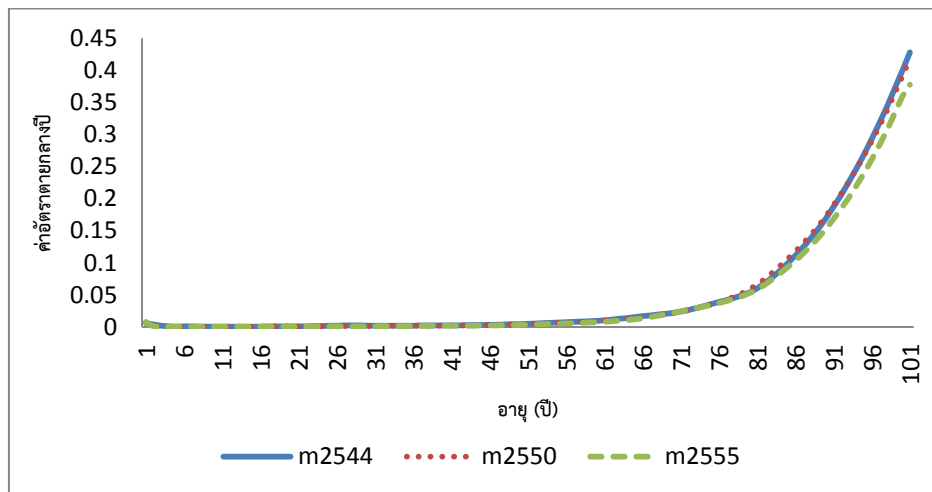
เมื่อได้ค่าความแปรปรวนร่วมทั้ง 4 แบบนำใส่ในเมทริกคริกกิ้งเพื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนและนำค่าประมาณค่าความคลาดเคลื่อนที่ประมาณได้มารวมกับค่าอัตราการตายกลางปีที่ได้จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์และมีเดียโนโพลิชก็จะสามารถประมาณค่าอัตราการตายกลางปีที่น่าธรณีสถิติมาประยุกต์ ค่าอัตราการตายกลางปีที่ได้แปลงกลับสู่รูปแบบเดิม จะได้ค่าประมาณอัตราการตายกลางปีอายุต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี... 100 ปี พ.ศ. 2541-พ.ศ.2555 ในตัวแบบลีคาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิชทั้งในเพศชายและเพศหญิงโดยจะแสดงค่าประมาณอัตราการตายกลางปีตัวแบบลีคาร์เตอร์ในเพศชายที่น่าธรณีสถิติมาประยุกต์ในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2555 ในแผนภาพที่ 5.32 ค่าประมาณอัตราการตายกลางปีตัวแบบลีคาร์เตอร์ในเพศหญิงที่น่าธรณีสถิติมาประยุกต์ในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2555 ในแผนภาพที่ 5.33 ค่าประมาณอัตราการตายกลางปีตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายที่น่าธรณีสถิติมาประยุกต์ในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2555 ในแผนภาพที่ 5.34 ค่าประมาณอัตราการตายกลางปีตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงที่น่าธรณีสถิติมาประยุกต์ในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2555 ในแผนภาพที่ 5.35



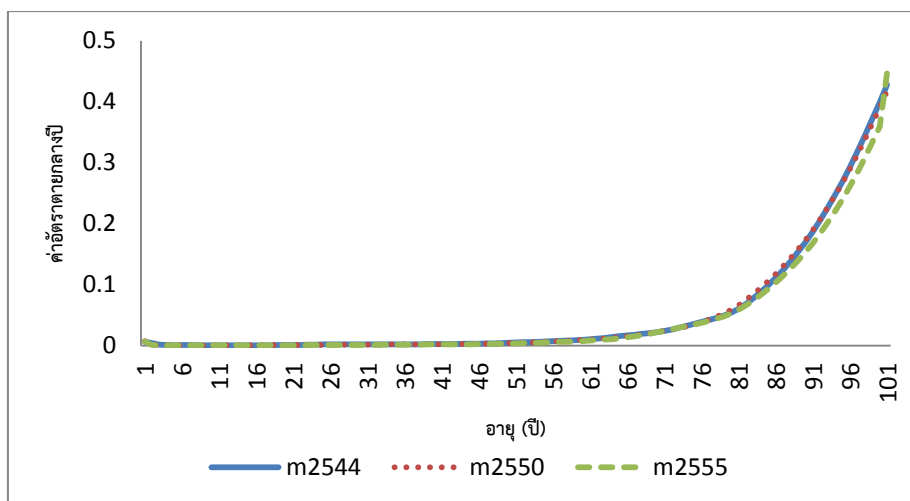
แผนภาพที่ 5.32 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเพศชายที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์



แผนภาพที่ 5.33 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบมิเดียนโพลิชในเพศชายที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์



แผนภาพที่ 5.34 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเพศหญิงที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์



แผนภาพที่ 5.35 ค่าประมาณอัตราตายกลางปีตัวแบบมีเดียนโพลิชในเพศหญิงที่นำธรรณีสถิติมาประยุกต์

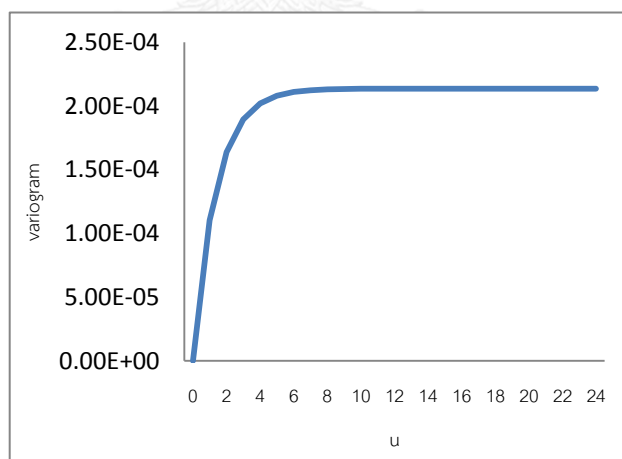
จากการประมาณค่าอัตราตายกลางปีโดยนำธรรณีสถิติมาประยุกต์ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียนโพลิชทั้งในเพศชายและเพศหญิงให้ลักษณะกราฟที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือในรายอายุช่วงแรกเกิดจะมีค่าสูงก่อนหลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงจนถึงอายุประมาณ 4 ปีหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงอายุประมาณ 60 ปีหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยในแต่ละปีจะให้ในแต่ละช่วงอายุจะให้ค่าสูงต่ำสลับกันไปแต่จะเห็นได้ชัดในรายอายุสูงๆ ดังแผนภาพที่ 5.32-5.35

5.3 การพยากรณ์ค่าแวลูโอแกรมและค่าความคลาดเคลื่อนในอีก 10 ปีข้างหน้า

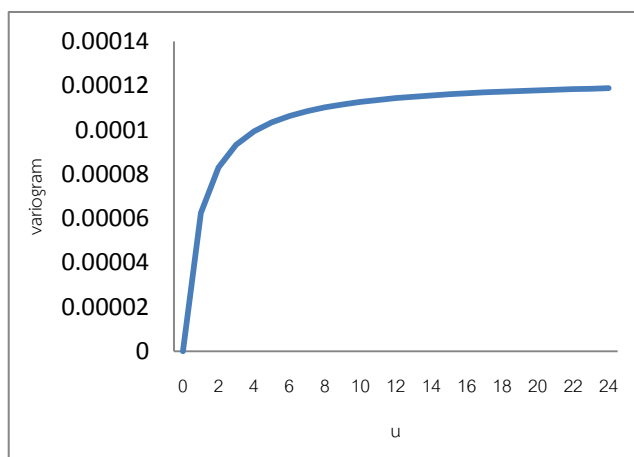
ในการพยากรณ์ค่าความคลาดเคลื่อนในอีก 10 ปีข้างหน้าอาศัยแบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $y(h, 0)$ กับแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $y(0, u)$ ซึ่งแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $y(0, u)$ ในหัวข้อ 5.1 คำนวณจากค่าความคลาดเคลื่อนในปี พ.ศ.2541-2555 ซึ่งจะได้แบบจำลองแวลูโอแกรมที่ $u = 0, 1, \dots, 14$ แต่สำหรับการพยากรณ์แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาในปี พ.ศ.2556-2565 จำเป็นต้องหาค่าแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาที่ $u = 15, 16, \dots, 24$ ซึ่งได้จากแบบจำลองจากหัวข้อ 5.1 ซึ่งแสดงค่าดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าพยากรณ์แวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาในปีพ.ศ.2556-2565 ในตัวแบบต่างๆ

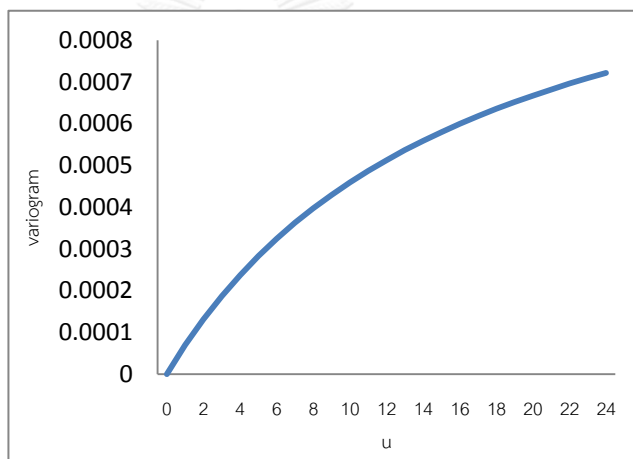
ระยะห่าง เชิงเวลา	ลี-คาร์เตอร์ (เพศชาย)	ลี-คาร์เตอร์ (เพศหญิง)	มีเดียโนโพลิช (เพศชาย)	มีเดียโนโพลิช (เพศหญิง)
15	0.000213575	0.000116146	0.000580115	0.000150535
16	0.000213577	0.000116591	0.000599787	0.000151244
17	0.000213578	0.000116988	0.000618287	0.000151875
18	0.000213578	0.000117342	0.000635716	0.000152440
19	0.000213579	0.000117661	0.000652165	0.000152949
20	0.000213579	0.000117949	0.000667714	0.00015341
21	0.000213579	0.000118211	0.000682436	0.00015383
22	0.000213579	0.000118451	0.000696394	0.000154213
23	0.000213579	0.00011867	0.000709646	0.000154565
24	0.000213579	0.000118872	0.000722245	0.000154889



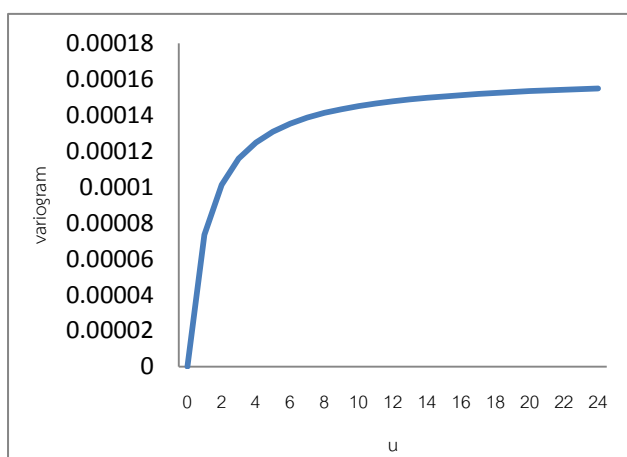
แผนภาพที่ 5.36 แบบจำลองแวลูโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.37 แบบจำลองเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเทศหญิง



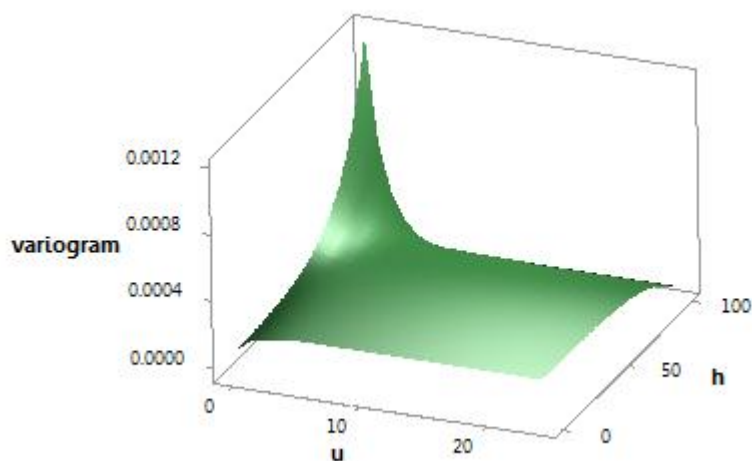
แผนภาพที่ 5.38 แบบจำลองเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเทศชาย



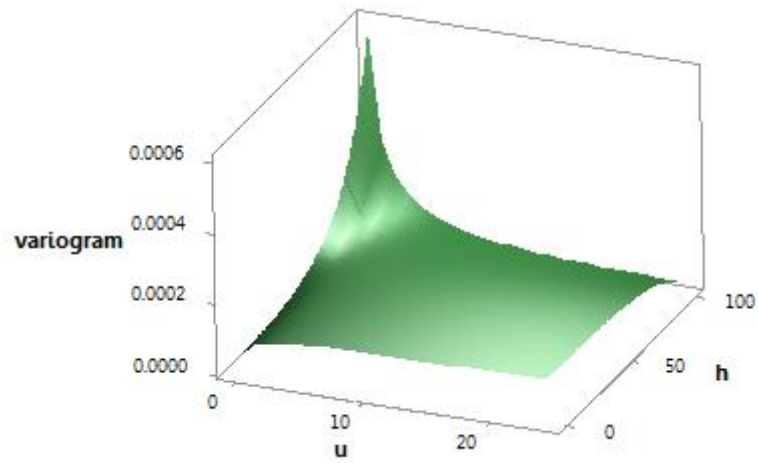
แผนภาพที่ 5.39 แบบจำลองเวรีโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเทศหญิง

จากแผนภาพที่ 5.36-5.39 แสดงแบบจำลองแปรไอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $u=0,1,2,\dots,23,24$ เมื่อพิจารณาค่าพยากรณ์ที่ $u=15,16,\dots,24$ พบว่าแปรไอแกรมจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชายตามแผนภาพที่ 5.36 ค่าแปรไอแกรมเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยมากจนคงที่ที่ $u=19$ สำหรับแปรไอแกรมจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศหญิงตามแผนภาพที่ 5.37 และตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศหญิงตามแผนภาพที่ 5.39 ให้ลักษณะค่าพยากรณ์ที่คล้ายคลึงกันคือค่าแปรไอแกรมจะเพิ่มขึ้นน้อยมากโดยอัตราการเพิ่มขึ้นลดลงแต่ก็ยังไม่คงที่ที่ $u=24$ และแปรไอแกรมจากตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายตามแผนภาพที่ 5.38 ค่าแปรไอแกรมจะแตกต่างจากแบบอื่นๆโดยอัตราการเพิ่มขึ้นจะสูงกว่าแบบอื่นๆแต่ก็จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อ u เพิ่มขึ้นเช่นกัน

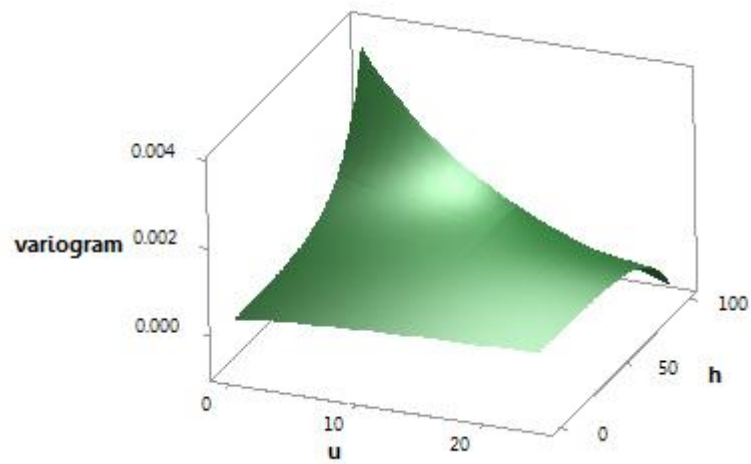
นำค่าแปรไอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลาที่ได้กับแปรไอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุมาพิจารณาร่วมกันภายใต้ Product Sum Model จะได้ค่าประมาณแปรไอแกรมซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ข โดยค่าประมาณแปรไอแกรมสำหรับเพศชายในตัวแบบลี-คาร์เตอร์แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.40 ค่าประมาณแปรไอแกรมสำหรับเพศหญิงในตัวแบบลี-คาร์เตอร์แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.41 ค่าประมาณแปรไอแกรมสำหรับเพศชายในตัวแบบมีเดียโนโพลิชแสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.42 ค่าประมาณแปรไอแกรมสำหรับเพศหญิงในตัวแบบมีเดียโนโพลิชแสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.43



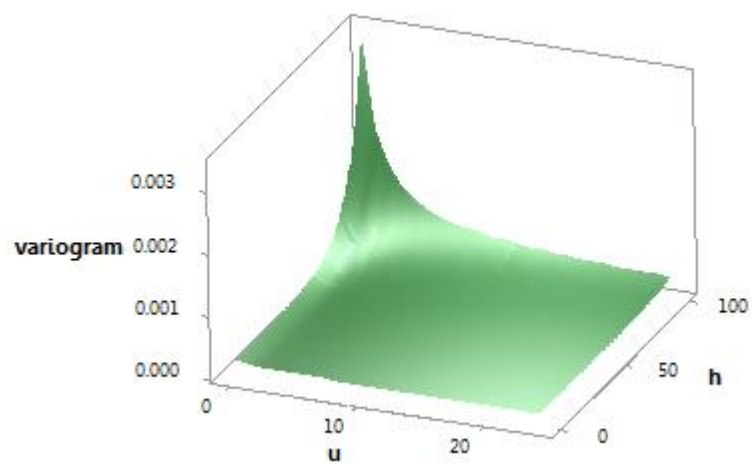
แผนภาพที่ 5.40 แปรไอแกรมของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชาย



แผนภาพที่ 5.41 แวริโอแกรมของตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ในเพชหึง



แผนภาพที่ 5.42 แวริโอแกรมของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพชชวย

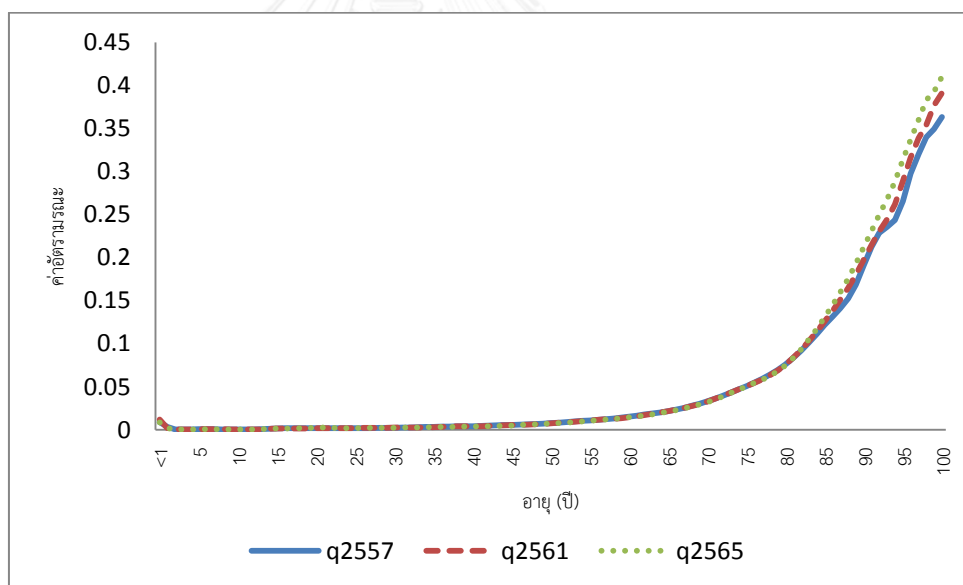


แผนภาพที่ 5.43 แวริโอแกรมของตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพชหึง

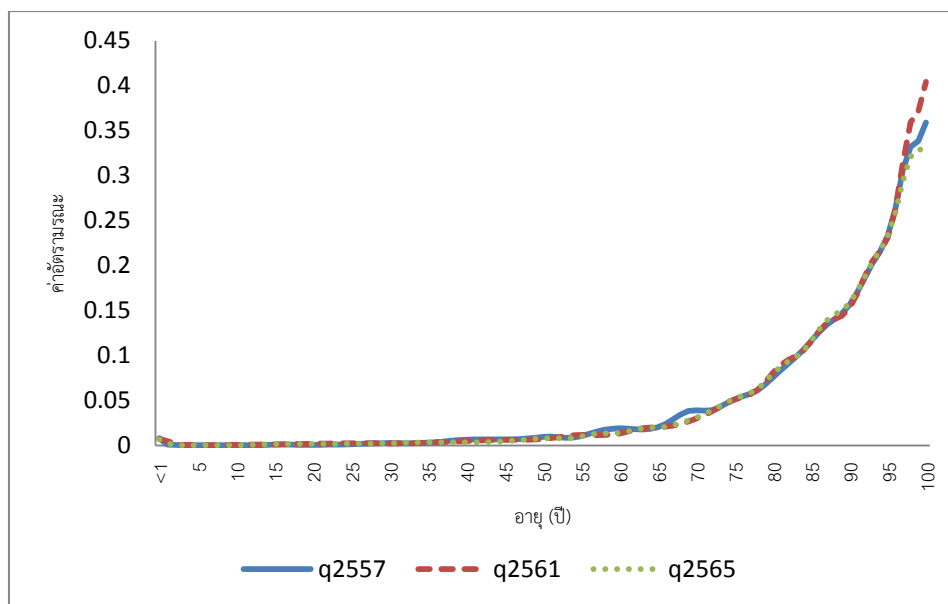
เมื่อได้ค่าพยากรณ์แบริโอแกรมแล้วนำไปประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในพ.ศ.2556-2565 จากวิธีที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 5.2

5.4 การพยากรณ์ค่าอัตราการณะเมื่อนำธรรณีสถิติมาประยุกต์

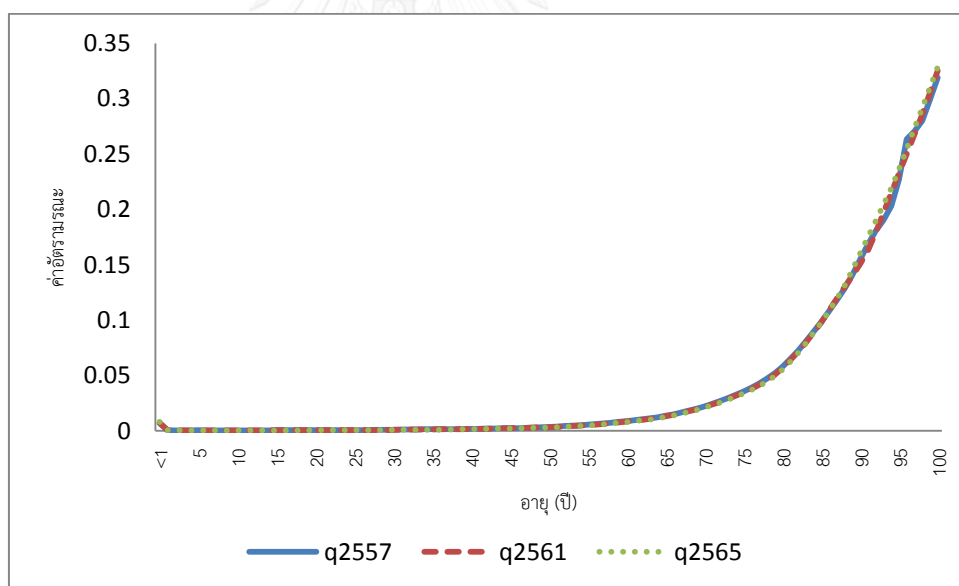
เมื่อพยากรณ์ค่าความคลาดเคลื่อนในอีก 10 ปี ข้างหน้าแล้วนำมารวมกับค่าอัตราตายกลางปีที่ได้จากตัวแบบลี - คาร์เตอร์และมีเดียนโพลิชก็จะสามารถประมาณค่าอัตราตายกลางปีที่น่าธรรณีสถิติมาประยุกต์ใน พ.ศ. 2556-2565 ค่าอัตราการณะทั้ง 4 ตัวแบบจะแสดงไว้ในภาคผนวก ซ โดยค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศชายในตัวแบบลีคาร์เตอร์เมื่อนำธรรณีสถิติมาประยุกต์ ในปี พ.ศ.2557 พ.ศ. 2561 และพ.ศ.2565 แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.44 ค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศชายในตัวแบบมีเดียนโพลิชเมื่อนำธรรณีสถิติมาประยุกต์ ในปี พ.ศ.2557 พ.ศ.2561 และพ.ศ.2565 แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.45 ค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศหญิงในตัวแบบลี-คาร์เตอร์เมื่อนำธรรณีสถิติมาประยุกต์ ในปี พ.ศ. 2557 พ.ศ.2561 และพ.ศ.2565 แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.46 ค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศหญิงในตัวแบบมีเดียนโพลิชเมื่อนำธรรณีสถิติมาประยุกต์ ในปี พ.ศ.2557 พ.ศ.2561 และพ.ศ.2565 แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5.47



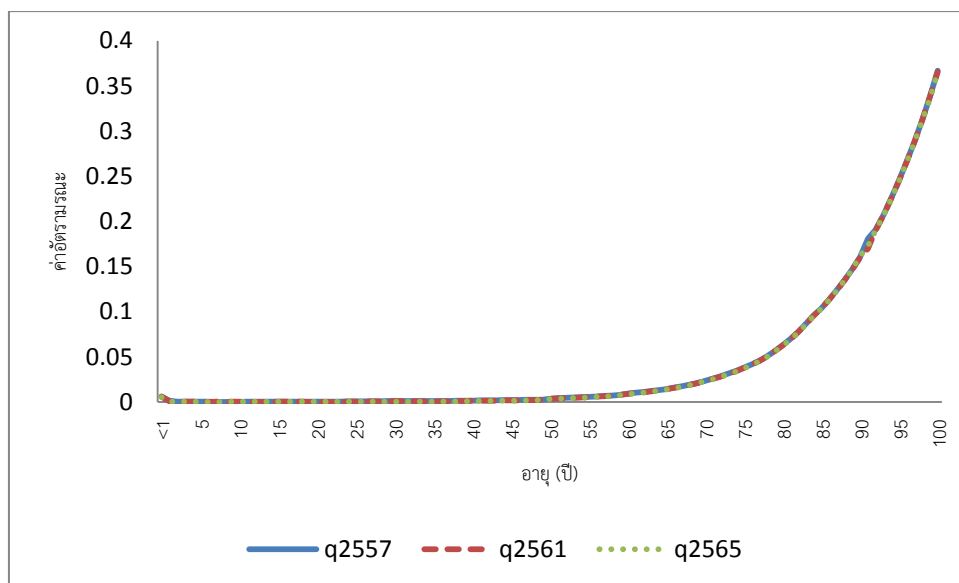
แผนภาพที่ 5.44 ค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศชายในตัวแบบลี-คาร์เตอร์เมื่อนำธรรณีสถิติมาประยุกต์



แผนภาพที่ 5.45 ค่าพยากรณ์อัตราความระณะเพศชายในตัวแบบมีเดียโนโพลิชเมื่อนำธรรมเนียมสถิติมา
ประยุกต์



แผนภาพที่ 5.46 ค่าพยากรณ์อัตราความระณะเพศหญิงในตัวแบบลี-คาร์เตอร์เมื่อนำธรรมเนียมสถิติมา
ประยุกต์



แผนภาพที่ 5.47 ค่าพยากรณ์อัตราธรรมะเพศหญิงในตัวแบบมีเดียนโพลิชเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์

ค่าพยากรณ์อัตราธรรมะทั้ง 4 ตัวแบบจากแผนภาพที่ 5.44-5.47 ให้ลักษณะกราฟที่คล้ายคลึงกันและมีลักษณะที่เหมือนกันในทุกๆปีคืออายุแรกเกิดจะมีค่าสูงก่อนหลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงจนถึงอายุประมาณ 10 ปีหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนอายุประมาณ 50 ปีค่าอัตราธรรมะจะมีการเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล

ค่าพยากรณ์อัตราธรรมะของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชายพบว่าในช่วงอายุ 40-80 ปี ค่าอัตราธรรมะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้น ในช่วง 81-100 ปีค่าอัตราธรรมะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น สำหรับในเพศหญิงพบว่าในช่วงอายุ 40-85 ปี ค่าอัตราธรรมะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นในช่วง 86-100 ปีค่าอัตราธรรมะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น ซึ่งก่อนอายุ 40 ปีทั้งในเพศหญิงและเพศชายไม่สามารถสรุปรูปแบบของแนวโน้มได้

ค่าพยากรณ์อัตราธรรมะของตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชายพบว่าไม่สามารถสรุปรูปแบบของแนวโน้มได้โดยก่อนช่วงอายุ 70 ปี อัตราธรรมะมีความผันผวนค่อนข้างมาก แต่หลังจากช่วงอายุ 70 ปีอัตราธรรมะต่างกันเพียงเล็กน้อย สำหรับในเพศหญิงพบว่าในช่วงอายุ 25 ปีเป็นต้นไปค่าอัตราธรรมะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นโดยช่วงอายุ 25-60 ปีมีอัตราการลดลงที่มากกว่าช่วงอายุ 61-100 ปี

บทที่ 6

การเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราฆณะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราฆณะจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ตัวแบบมีเดียนโพลิช ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ และ ตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์โดยเปรียบเทียบจากค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากค่าจริงกับค่าที่ประมาณได้ ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราฆณะโดยพิจารณาจากค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) การนำเสนอแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้คือ หัวข้อแรกจะแสดงค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจำแนกตามตัวแบบตามอายุ หัวข้อถัดมาจะแสดงตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำที่สุดจำแนกตามอายุ และหัวข้อสุดท้ายจะแสดงค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทุกรายอายุ

6.1 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจำแนกตามตัวแบบตามอายุ

การเปรียบเทียบตัวแบบจะใช้ค่าคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากผลต่างของค่าจากข้อมูลจริงกับค่าประมาณที่ได้จากตัวแบบการพยากรณ์อัตราฆณะต่างๆ ตั้งแต่รายอายุต่ำกว่า 1 ปี ถึงอายุ 100 ปี จำแนกตามเพศ ในปี พ.ศ.2541-พ.ศ.2555 โดยการเปรียบเทียบจะเทียบจากอัตราฆณะในรายอายุเดียวกัน ซึ่งผลการคำนวณค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจาก 4 ตัวแบบของเพศชายและเพศหญิง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.1และตารางที่ 6.2 ตามลำดับ เมื่อ

ตัวแบบที่ 1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{a}_x + \hat{b}_x \hat{k}(t_n + s)$$

ตัวแบบที่ 2 ตัวแบบมีเดียนโพลิช มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{\mu}_x + \hat{r}_x + \hat{c}(t_n + s)$$

ตัวแบบที่ 3 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{a}_x + \hat{b}_x \hat{k}(t_n + s) + \hat{\delta}(x, t_n + s)$$

ตัวแบบที่ 4 ตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{\mu}_x + \hat{r}_x + \hat{c}(t_n + s) + \hat{\delta}(x, t_n + s)$$

ตารางที่ 6.1 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศชายจำแนกตามตัวแบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
ต่ำกว่า 1	10.34161	15.63186	1.61216	0.82764
1	13.89322	25.35863	16.97306	8.86762
2	11.67860	22.17214	49.89226	35.09256
3	11.32247	38.26480	42.33117	9.78275
4	8.28860	42.26538	46.25688	80.50790
5	6.59497	36.28530	45.11153	57.18622
6	16.52519	33.52394	23.07680	43.64635
7	25.68088	50.78268	61.50292	26.51804
8	26.43811	58.15214	54.26485	41.24724
9	20.12725	61.65855	86.96845	29.42231
10	18.23284	58.82340	52.07169	76.15447
11	8.10862	56.78234	37.42833	26.96980
12	8.45994	58.14404	45.12658	42.53183
13	9.30817	57.38674	31.93082	22.55526
14	9.85818	40.91045	25.11941	24.72957
15	10.92197	27.33462	21.35090	0.00000
16	11.87306	19.13766	25.71925	18.91293
17	12.73972	15.04992	6.51238	6.94374
18	13.32567	12.94926	17.88262	21.61138
19	13.24832	12.84728	4.66210	11.21099
20	11.24340	11.69836	14.54465	8.31770
21	9.25844	10.33703	6.15936	10.56019
22	7.51209	9.86072	17.05252	4.58160
23	6.06626	10.91514	3.21091	7.00000
24	4.61698	14.49875	3.26008	9.58511
25	4.41826	19.36440	19.43403	2.89432

ตารางที่ 6.1 (ต่อ) ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศชายจำแนกตามตัว
แบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
26	4.60390	22.56123	4.57868	9.31375
27	3.39498	25.59600	9.55633	10.37824
28	2.94463	28.00823	9.56314	5.43433
29	3.00496	29.23359	6.94900	2.37809
30	3.44207	28.74553	12.12158	4.93199
31	5.90785	27.38409	5.49297	4.37671
32	6.26030	23.33843	10.41705	3.22204
33	6.31765	19.62440	6.76732	5.89658
34	6.14422	16.89922	6.29261	4.54391
35	5.88921	14.15804	6.84739	2.40080
36	5.49708	11.66576	10.84071	4.63623
37	4.89605	9.50755	3.77061	3.42609
38	4.21292	7.68857	4.11401	4.08950
39	3.93916	6.18700	7.31999	9.14602
40	3.66684	4.96272	3.59965	2.48345
41	3.54141	4.34838	6.47560	5.00882
42	3.66482	3.94423	2.31599	7.52095
43	3.92882	3.58480	3.76461	3.51007
44	4.33793	3.27079	7.91804	9.24767
45	4.61740	3.01984	4.32528	0.98074
46	4.78756	2.78505	6.33176	5.24458
47	4.97209	2.52635	5.81160	4.84514
48	5.15581	2.43794	4.58031	4.44478
49	5.47325	2.84770	3.46840	2.83956
50	5.61380	3.06068	1.53894	1.59926
51	5.58838	3.05047	5.39026	4.06249

ตารางที่ 6.1 (ต่อ) ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศชายจำแนกตามตัว
แบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
52	5.60819	3.03723	5.65628	1.39382
53	5.50969	3.21416	2.59181	2.76712
54	5.42903	3.27200	3.66977	1.17109
55	5.19153	3.09706	2.96263	4.07963
56	5.13293	3.14095	2.86791	1.71436
57	5.13538	3.12210	2.00093	1.46903
58	5.07486	3.15441	2.81133	1.84605
59	4.94551	3.19106	3.15078	0.90953
60	4.75180	3.13330	2.49431	0.40445
61	4.50036	2.98087	1.57843	1.16734
62	4.35779	2.83225	2.47192	1.37091
63	4.31571	2.82221	1.62307	0.96746
64	4.26087	2.69446	0.94728	1.27431
65	4.09701	2.67383	1.15021	0.58625
66	3.94087	2.75505	0.80800	0.55106
67	4.04311	3.14403	0.76455	0.73974
68	4.24301	3.53018	1.57258	1.09264
69	4.32258	3.64149	1.21751	0.42391
70	4.26919	3.43526	0.76258	0.76945
71	4.22770	2.87955	0.85899	0.69617
72	4.13182	2.79959	0.17768	0.48002
73	4.22731	2.79596	0.72640	1.16518
74	4.28379	2.97358	0.79683	0.25577
75	4.37928	2.99350	0.25327	0.00000
76	4.47968	3.34580	0.57021	0.55923
77	4.83028	3.81343	0.51605	0.19205

ตารางที่ 6.1 (ต่อ) ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศชายจำแนกตามตัว
แบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
78	5.18083	4.47287	0.38527	0.30055
79	5.55751	4.97566	0.26760	0.07622
80	5.89234	5.23937	0.56469	0.40861
81	6.12590	5.16167	0.28601	0.22598
82	6.37280	5.07849	0.27848	0.06467
83	6.59004	4.97852	0.62860	0.37541
84	6.98038	5.44042	0.29076	0.23949
85	7.38062	6.28790	0.21927	0.27624
86	7.75013	7.49953	0.30129	0.19221
87	8.23538	8.59290	0.23830	0.30827
88	8.84101	9.53819	0.22465	0.24185
89	9.41159	10.34630	0.20538	0.17363
90	9.91684	11.02014	0.20220	0.16532
91	10.35897	11.56233	0.16016	0.17064
92	10.80659	12.00716	0.22780	0.22215
93	11.22264	12.42778	0.13991	0.08963
94	11.59388	12.70933	0.16684	0.10698
95	11.92244	12.85123	0.20336	0.14738
96	12.21055	12.85380	0.15331	0.15148
97	12.46057	12.71834	0.21533	0.05421
98	12.67496	12.44722	0.14050	0.08548
99	12.95010	12.04387	0.13234	0.14023
100	13.27897	11.51289	216746.2	274261.5
เฉลี่ยรวม	7.789449	14.32338	0.002646928	0.003351344

ตารางที่ 6.2 ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศหญิงจำแนกตามตัวแบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
ต่ำกว่า 1	10.27374	14.64346	2.99237	4.25322
1	18.17245	43.18624	20.42286	4.43257
2	15.60104	23.04312	26.04995	32.22054
3	14.04385	27.97576	46.79524	28.52553
4	10.11891	35.86164	56.68666	71.55277
5	3.92038	31.39033	31.98880	36.42808
6	14.40165	33.59801	76.92870	79.67395
7	27.46141	34.06217	40.52193	23.97216
8	21.21251	30.02657	112.85052	97.77723
9	8.60341	45.21458	94.82763	61.03421
10	8.29769	47.62519	52.54617	53.58581
11	8.68531	52.12196	55.79909	35.05911
12	9.72076	52.06367	37.79433	74.12577
13	8.90057	54.00692	32.77404	46.85446
14	10.49060	44.24434	56.58597	55.17118
15	10.21215	40.21911	99.50604	52.22420
16	10.55269	39.93632	25.78451	62.14307
17	11.29993	38.17641	35.22688	32.97317
18	9.90757	36.32454	40.14749	83.63130
19	6.43481	33.19812	42.27625	40.72955
20	8.01059	30.71621	15.67017	39.05631
21	8.88031	21.45877	47.31757	25.90342
22	8.94940	18.18621	67.56264	30.07483
23	7.78651	17.13657	36.25504	35.06616
24	5.27755	19.73336	26.39147	30.80622
25	4.08990	21.14267	26.16801	6.63116

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศหญิงจำแนกตามตัว
แบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
26	5.30492	22.13298	27.91288	14.91493
27	5.40948	20.72277	17.67250	17.97537
28	8.21554	20.24734	20.34891	14.96460
29	10.74164	18.48630	20.05992	17.64487
30	12.19384	16.81878	9.45365	24.02256
31	10.38693	13.62086	23.56941	14.96451
32	10.21386	11.83265	21.02384	17.55511
33	9.69822	10.20731	6.75442	12.58617
34	9.08082	8.86857	21.51194	17.00510
35	8.50564	7.73116	21.87656	8.45931
36	7.84244	6.85582	19.76448	10.70323
37	7.10203	6.66249	10.95423	14.08007
38	6.36287	6.70165	17.08490	11.97416
39	6.10415	6.55316	19.53467	15.83170
40	5.64344	5.87301	3.34593	8.38317
41	4.98441	4.69502	11.83281	5.95046
42	4.64385	3.56638	18.97046	21.37258
43	4.77837	3.43997	8.22147	8.14202
44	5.26753	3.53604	14.21636	7.95672
45	5.44343	3.81462	7.64989	9.86134
46	4.95898	3.60054	4.92273	9.77699
47	4.33673	3.54806	12.34745	8.50551
48	4.15109	3.99384	8.45920	11.81531
49	4.00037	4.58468	8.51461	3.05168
50	3.98942	5.05072	5.94152	5.76693
51	3.94709	5.41073	5.47474	8.78804

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศหญิงจำแนกตามตัว
แบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
52	4.17738	5.80788	5.05259	1.47719
53	4.62216	5.94213	4.65069	1.11886
54	5.02327	5.83685	8.35963	4.95259
55	5.22264	5.51878	8.53401	2.16010
56	5.36924	5.11401	4.94058	4.08618
57	5.63275	4.58446	6.99004	3.66763
58	5.79879	4.50076	3.08073	1.55538
59	5.60880	4.36683	3.60706	3.55554
60	5.00031	4.30476	4.85704	2.79296
61	4.66035	4.24703	5.07769	4.53118
62	4.45835	4.16092	2.27117	1.77474
63	4.28704	4.14098	5.36328	3.70349
64	3.99852	4.09489	3.48511	2.43529
65	3.60107	3.84654	2.66458	1.77242
66	3.15391	3.65472	2.82151	2.47879
67	3.49967	3.91244	2.28343	2.61215
68	4.38145	4.43380	1.34268	0.69085
69	5.28661	5.22315	2.12899	1.22596
70	5.40308	5.34196	1.45432	1.16422
71	4.73828	4.68116	1.97660	1.29414
72	3.88331	3.93027	1.35356	0.68733
73	3.46482	3.63386	0.83343	0.44204
74	3.50624	3.62056	0.73391	0.37670
75	3.80510	3.89833	0.52309	0.51220
76	4.36442	4.48170	1.38871	0.47397
77	5.09000	5.19469	0.84238	0.30504

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเพศหญิงจำแนกตามตัว
แบบที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2541-2555

อายุ (ปี)	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3 (หน่วยเป็น 10^{-6})	ตัวแบบที่ 4 (หน่วยเป็น 10^{-6})
78	5.82262	5.90658	0.48286	0.55064
79	6.27879	6.36847	0.92202	0.68182
80	6.37112	6.43678	0.44220	0.39990
81	6.09311	6.14797	0.63315	0.45572
82	5.58344	5.59324	0.57110	0.49937
83	5.11206	5.15144	0.06705	0.35555
84	4.96924	4.84027	0.33648	0.20701
85	4.89598	4.77507	0.25914	0.20165
86	5.31082	5.32345	0.26924	0.22102
87	5.75786	5.86247	0.33550	0.29205
88	6.13966	6.32775	0.35790	0.13348
89	6.48048	6.71962	0.32169	0.19644
90	6.78924	7.03844	0.26009	0.22240
91	7.07104	7.29101	0.11753	0.07269
92	7.28186	7.50278	0.11985	0.12746
93	7.41852	7.63965	0.17873	0.08206
94	7.48201	7.70190	0.16053	0.10997
95	7.47350	7.69015	0.19983	0.22601
96	7.39436	7.60541	0.22786	0.20553
97	7.24617	7.44905	0.12794	0.09640
98	7.03078	7.25340	0.03238	0.03238
99	6.75022	7.00363	0.10394	0.08899
100	6.40680	6.67910	141833.57	853429.29
เฉลี่ยรวม	7.267689	13.83696	0.001685726	0.010356

6.2 ตัวแบบที่ให้ค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำที่สุดจำแนกตามอายุ

ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดแสดงถึงค่าประมาณที่ใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้ประมาณให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ จากตารางที่ 6.1 และ 6.2 สามารถพิจารณาตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชายและเพศหญิงแสดงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชายและเพศหญิงจำแนกตามรายอายุ

อายุ	ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชาย	อายุ	ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศหญิง
ต่ำกว่า 1	ตัวแบบที่ 4	ต่ำกว่า 1	ตัวแบบที่ 3
1	ตัวแบบที่ 4	1	ตัวแบบที่ 4
2	ตัวแบบที่ 4	2	ตัวแบบที่ 3
3	ตัวแบบที่ 4	3	ตัวแบบที่ 4
4	ตัวแบบที่ 3	4	ตัวแบบที่ 3
5	ตัวแบบที่ 3	5	ตัวแบบที่ 3
6	ตัวแบบที่ 3	6	ตัวแบบที่ 3
7	ตัวแบบที่ 4	7	ตัวแบบที่ 4
8	ตัวแบบที่ 4	8	ตัวแบบที่ 4
9	ตัวแบบที่ 4	9	ตัวแบบที่ 4
10	ตัวแบบที่ 3	10	ตัวแบบที่ 3
11	ตัวแบบที่ 4	11	ตัวแบบที่ 4
12	ตัวแบบที่ 4	12	ตัวแบบที่ 3
13	ตัวแบบที่ 4	13	ตัวแบบที่ 3
14	ตัวแบบที่ 4	14	ตัวแบบที่ 4
15	ตัวแบบที่ 4	15	ตัวแบบที่ 4
16	ตัวแบบที่ 4	16	ตัวแบบที่ 3
17	ตัวแบบที่ 3	17	ตัวแบบที่ 4
18	ตัวแบบที่ 3	18	ตัวแบบที่ 3
19	ตัวแบบที่ 3	19	ตัวแบบที่ 4
20	ตัวแบบที่ 4	20	ตัวแบบที่ 3
21	ตัวแบบที่ 3	21	ตัวแบบที่ 4
22	ตัวแบบที่ 4	22	ตัวแบบที่ 4

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชายและเพศหญิงจำแนกตามรายอายุ

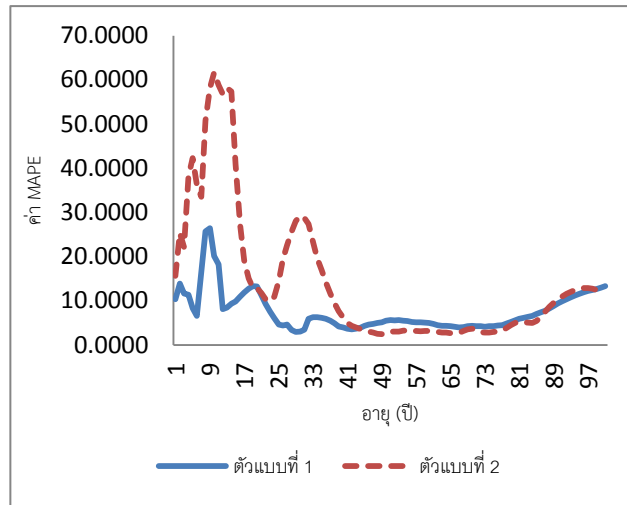
อายุ	ตัวแบบที่ค่า MAPE ต่ำที่สุด ของเพศชาย	อายุ	ตัวแบบที่ค่า MAPE ต่ำที่สุด ของเพศหญิง
23	ตัวแบบที่ 3	23	ตัวแบบที่ 4
24	ตัวแบบที่ 3	24	ตัวแบบที่ 3
25	ตัวแบบที่ 4	25	ตัวแบบที่ 4
26	ตัวแบบที่ 3	26	ตัวแบบที่ 4
27	ตัวแบบที่ 3	27	ตัวแบบที่ 3
28	ตัวแบบที่ 4	28	ตัวแบบที่ 4
29	ตัวแบบที่ 4	29	ตัวแบบที่ 4
30	ตัวแบบที่ 4	30	ตัวแบบที่ 3
31	ตัวแบบที่ 4	31	ตัวแบบที่ 4
32	ตัวแบบที่ 4	32	ตัวแบบที่ 4
33	ตัวแบบที่ 4	33	ตัวแบบที่ 3
34	ตัวแบบที่ 4	34	ตัวแบบที่ 4
35	ตัวแบบที่ 4	35	ตัวแบบที่ 4
36	ตัวแบบที่ 4	36	ตัวแบบที่ 4
37	ตัวแบบที่ 4	37	ตัวแบบที่ 3
38	ตัวแบบที่ 4	38	ตัวแบบที่ 4
39	ตัวแบบที่ 3	39	ตัวแบบที่ 4
40	ตัวแบบที่ 4	40	ตัวแบบที่ 3
41	ตัวแบบที่ 4	41	ตัวแบบที่ 4
42	ตัวแบบที่ 3	42	ตัวแบบที่ 3
43	ตัวแบบที่ 4	43	ตัวแบบที่ 4
44	ตัวแบบที่ 3	44	ตัวแบบที่ 4
45	ตัวแบบที่ 4	45	ตัวแบบที่ 3
46	ตัวแบบที่ 4	46	ตัวแบบที่ 3
47	ตัวแบบที่ 4	47	ตัวแบบที่ 4
48	ตัวแบบที่ 4	48	ตัวแบบที่ 3
49	ตัวแบบที่ 4	49	ตัวแบบที่ 4

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชายและเพศหญิงจำแนกตามรายอายุ

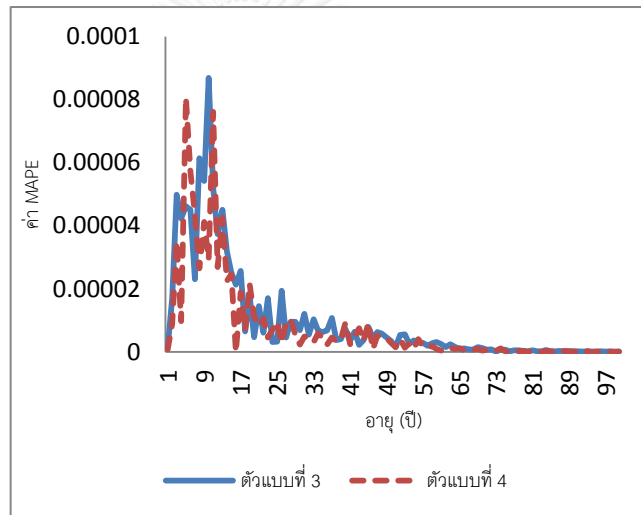
อายุ	ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด ของเพศชาย	อายุ	ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด ของเพศหญิง
50	ตัวแบบที่ 3	50	ตัวแบบที่ 4
51	ตัวแบบที่ 4	51	ตัวแบบที่ 3
52	ตัวแบบที่ 4	52	ตัวแบบที่ 4
53	ตัวแบบที่ 3	53	ตัวแบบที่ 4
54	ตัวแบบที่ 4	54	ตัวแบบที่ 4
55	ตัวแบบที่ 3	55	ตัวแบบที่ 4
56	ตัวแบบที่ 4	56	ตัวแบบที่ 4
57	ตัวแบบที่ 4	57	ตัวแบบที่ 4
58	ตัวแบบที่ 4	58	ตัวแบบที่ 4
59	ตัวแบบที่ 4	59	ตัวแบบที่ 4
60	ตัวแบบที่ 4	60	ตัวแบบที่ 4
61	ตัวแบบที่ 4	61	ตัวแบบที่ 4
62	ตัวแบบที่ 4	62	ตัวแบบที่ 4
63	ตัวแบบที่ 4	63	ตัวแบบที่ 4
64	ตัวแบบที่ 3	64	ตัวแบบที่ 4
65	ตัวแบบที่ 4	65	ตัวแบบที่ 4
66	ตัวแบบที่ 4	66	ตัวแบบที่ 4
67	ตัวแบบที่ 4	67	ตัวแบบที่ 3
68	ตัวแบบที่ 4	68	ตัวแบบที่ 4
69	ตัวแบบที่ 4	69	ตัวแบบที่ 4
70	ตัวแบบที่ 3	70	ตัวแบบที่ 4
71	ตัวแบบที่ 4	71	ตัวแบบที่ 4
72	ตัวแบบที่ 3	72	ตัวแบบที่ 4
73	ตัวแบบที่ 3	73	ตัวแบบที่ 4
74	ตัวแบบที่ 4	74	ตัวแบบที่ 4
75	ตัวแบบที่ 4	75	ตัวแบบที่ 4
76	ตัวแบบที่ 4	76	ตัวแบบที่ 4

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) ตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดของเพศชายและเพศหญิงจำแนกตามรายอายุ

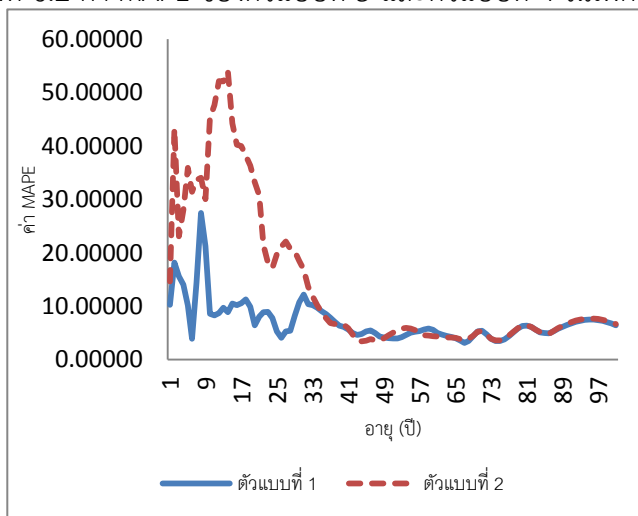
อายุ	ตัวแบบที่ค่า MAPE ต่ำที่สุด ของเพศชาย	อายุ	ตัวแบบที่ค่า MAPE ต่ำที่สุด ของเพศหญิง
77	ตัวแบบที่ 4	77	ตัวแบบที่ 4
78	ตัวแบบที่ 4	78	ตัวแบบที่ 3
79	ตัวแบบที่ 4	79	ตัวแบบที่ 4
80	ตัวแบบที่ 4	80	ตัวแบบที่ 4
81	ตัวแบบที่ 4	81	ตัวแบบที่ 4
82	ตัวแบบที่ 4	82	ตัวแบบที่ 4
83	ตัวแบบที่ 4	83	ตัวแบบที่ 3
84	ตัวแบบที่ 4	84	ตัวแบบที่ 4
85	ตัวแบบที่ 3	85	ตัวแบบที่ 4
86	ตัวแบบที่ 4	86	ตัวแบบที่ 4
87	ตัวแบบที่ 3	87	ตัวแบบที่ 4
88	ตัวแบบที่ 3	88	ตัวแบบที่ 4
89	ตัวแบบที่ 4	89	ตัวแบบที่ 4
90	ตัวแบบที่ 4	90	ตัวแบบที่ 4
91	ตัวแบบที่ 3	91	ตัวแบบที่ 4
92	ตัวแบบที่ 4	92	ตัวแบบที่ 3
93	ตัวแบบที่ 4	93	ตัวแบบที่ 4
94	ตัวแบบที่ 4	94	ตัวแบบที่ 4
95	ตัวแบบที่ 4	95	ตัวแบบที่ 3
96	ตัวแบบที่ 4	96	ตัวแบบที่ 4
97	ตัวแบบที่ 4	97	ตัวแบบที่ 4
98	ตัวแบบที่ 4	98	ตัวแบบที่ 3
99	ตัวแบบที่ 3	99	ตัวแบบที่ 4
100	ตัวแบบที่ 3	100	ตัวแบบที่ 3



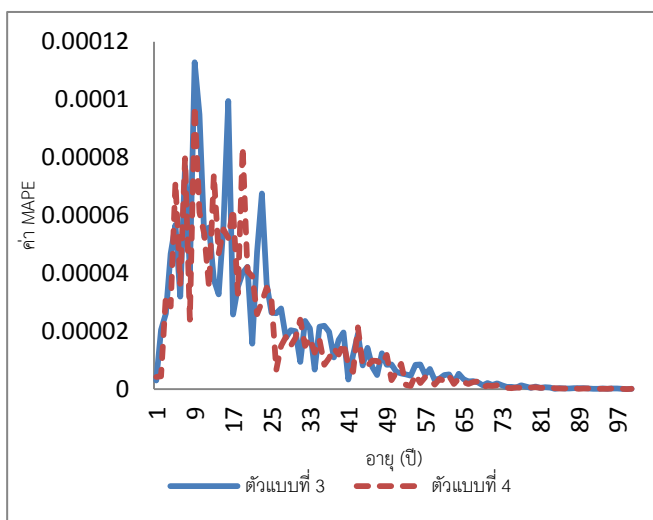
แผนภาพที่ 6.1 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 1 และตัวแบบที่ 2 ในเพศชาย



แผนภาพที่ 6.2 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 3 และตัวแบบที่ 4 ในเพศชาย



แผนภาพที่ 6.3 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 1 และตัวแบบที่ 2 ในเพศหญิง



แผนภาพที่ 6.4 ค่า MAPE ของตัวแบบที่ 3 และตัวแบบที่ 4 ในเพศหญิง

แผนภาพที่ 6.1-6.4 แสดงค่า MAPE ของแต่ละตัวแบบและแต่ละเพศเมื่อเปรียบเทียบกับค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MAPE) จาก 4 ตัวแบบได้แก่ ตัวแบบที่ 1 คือตัวแบบลิคาร์เตอร์ ตัวแบบที่ 2 คือตัวแบบมีเดียโนโพลิช ตัวแบบที่ 3 คือตัวแบบลิคาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ และตัวแบบที่ 4 คือตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ เมื่อแยกพิจารณาตามรายอายุในเพศชายพบว่า ตัวแบบที่ 3 มีจำนวนรายอายุที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดจำนวน 28 รายอายุ และตัวแบบที่ 4 มีจำนวนรายอายุที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดจำนวน 73 รายอายุ สำหรับเพศหญิงพบว่า ตัวแบบที่ 3 มีจำนวนรายอายุที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดจำนวน 29 รายอายุ และตัวแบบที่ 4 มีจำนวนรายอายุที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดจำนวน 72 รายอายุ จะเห็นได้ว่าเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์ใช้ในการประมาณอัตราการจะทำให้ค่า MAPE ต่ำลงอย่างมาก เช่นในกรณีอายุ 42 ปีของเพศชายเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ 1 กับตัวแบบที่ 3 พบว่าเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์ใช้จะให้ค่า MAPE ต่ำกว่าถึง 1,582,398 เท่า ในทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ 2 กับตัวแบบที่ 4 พบว่าเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์ใช้จะให้ค่า MAPE ต่ำกว่าถึง 524,431 เท่าในรายอายุอื่นๆก็เช่นเดียวกัน จึงแสดงให้เห็นว่าการนำกรณีสถิติมาประยุกต์จะทำให้ค่าประมาณใกล้เคียงกับค่าจริงมากยิ่งขึ้นอย่างมาก

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MAPE) จากแผนภาพที่ 6.1 และ 6.3 ซึ่งเป็นการแสดงค่า MAPE จากตัวแบบลิคาร์เตอร์และตัวแบบมีเดียโนโพลิชของเพศชายและเพศหญิงตามลำดับให้ลักษณะกราฟที่คล้ายคลึงกันคือ ในช่วงอายุที่ต่ำกว่า 36 ปี ค่า MAPE จะมีค่าสูงและมีความผันผวน โดยตัวแบบมีเดียโนโพลิชจะมีค่า MAPE สูงกว่าตัวแบบลิคาร์เตอร์ ในช่วงอายุดังกล่าว โดยค่า MAPE ของช่วงอายุที่มากกว่า 36 ปี จะค่อยๆลดลงจนอายุประมาณ 78 ปี จากนั้นค่า MAPE จะเพิ่มขึ้น โดยที่ทั้ง 2 ตัวแบบให้ค่า MAPE ที่ใกล้เคียงกันสำหรับอายุมากกว่า 36 ปี สำหรับการเปรียบเทียบค่าร้อยละค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (MAPE) จาก

แผนภาพที่ 6.2 และ 6.4 ซึ่งแสดงค่า MAPE จากตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ใช้ และตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ใช้ของเพศชายและเพศหญิงตามลำดับพบว่า ให้ลักษณะกราฟที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ในช่วงอายุที่ต่ำกว่า 36 ปี ค่า MAPE จะมีค่าสูงและมีความผันผวน หลังจากอายุ 36 ปีค่า MAPE จะค่อยๆลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ที่อายุ 100 ปีค่า MAPE มีค่าสูง ซึ่งทั้ง 2 ตัวแบบให้ค่าใกล้เคียงกัน

6.3 คำร้อยละค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทุกรายอายุ

การประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ย(Expected Remaining lifetime)โดยวิธีบูทแอสตราป (Bootstrap) ต่อไปจำเป็นต้อง เลือกตัวแบบที่ดีที่สุดที่คิดรวมทุกกลุ่มอายุ ตารางที่ 6.4 และ 6.5 แสดงค่าผลรวมของ MAPE ของแต่ละตัวแบบของเพศชายและหญิงตามลำดับ ตารางที่ 6.4 ค่า MAPE จาก 4 ตัวแบบของเพศชาย

ตัวแบบ	ค่า MAPE
ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์	7.789449
ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	14.32338
ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	0.002646928
ตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	0.003351344

ตารางที่ 6.5 ค่า MAPE จาก 4 ตัวแบบของเพศหญิง

ตัวแบบ	ค่า MAPE
ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์	7.267689
ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	13.83696
ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	0.001685726
ตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์	0.010356

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทุกรายอายุของ MAPE ในเพศชายและเพศหญิงจากตารางที่ 6.4 และ 6.5 ให้ผลที่เหมือนกันคือตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ เป็นตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยทุกรายอายุของ MAPE ต่ำที่สุด รองลงมาคือตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ ตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ ตัวแบบมีเดียโนโพลิช ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว ทั้งในเพศชายและเพศหญิง ตัวแบบการประมาณค่าอัตราการรอดด้วยตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์เป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

บทที่ 7

การประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทสเตรป

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทสเตรป โดยดำเนินการภายใต้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์เนื่องจากเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยทุกรายอายุของ MAPE ต่ำที่สุดทั้งในเพศชายและเพศหญิง โดยจะแสดงผลการประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยในปี พ.ศ.2555 พ.ศ.2556 พ.ศ.2559 พ.ศ.2562 และพ.ศ.2565 โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

7.1 ขั้นตอนในการทำบูทสเตรป

วิธีบูทสเตรป (Bootstrap Approach) จะทำการสุ่มตัวอย่างจากตัวอย่างที่มีอยู่แบบใส่คืน (Resampling with Replacement) โดยการสุ่มตัวอย่างมา n ตัวนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ได้นำค่าความคลาดเคลื่อนหรือผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าประมาณ ซึ่งค่า deviance residual ภายใต้ข้อสมมติการประมาณความน่าจะเป็นสูงสุดแบบปัวซอง (Poisson Maximum Likelihood Estimator) มีสมการดังนี้ (Booth et al., 2002)

$$r_D = \text{sign}(D_{x,t} - \hat{D}_{x,t}) \times \sqrt{\left[D_{x,t} \ln\left(\frac{D_{x,t}}{\hat{D}_{x,t}}\right) + (D_{x,t} - \hat{D}_{x,t}) \right]} \quad (7.1)$$

โดย r_D คือค่า Deviance Residual

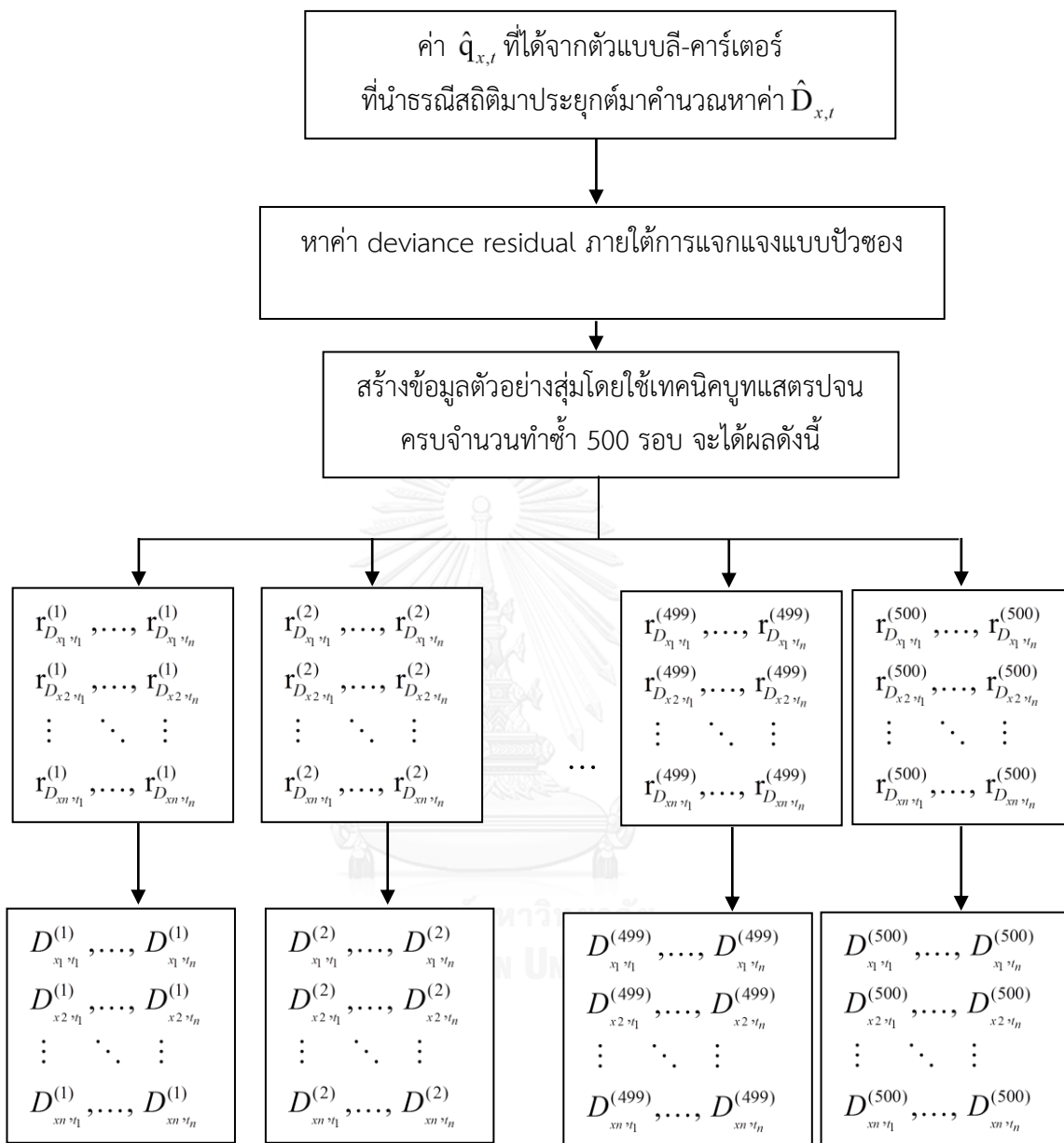
$$D_{x,t} \sim \text{Poisson}(\hat{q}_{x,t} E_{x,t})$$

$$\hat{D}_{x,t} = E_{x,t} \hat{q}_{x,t}$$

ในการเตรียมข้อมูลเพื่อการทำซ้ำ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่า deviance residual จากสมการ (7.1) โดย $\hat{D}_{x,t}$ แทนจำนวนคนตายอายุ x ปีในปี t ซึ่งอัตราการณื่อนำมาใช้จะเป็นอัตราการณื่อนที่ได้จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์เนื่องจากเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยทุกรายอายุของ MAPE ต่ำที่สุดทั้งในเพศชายและเพศหญิง

ขั้นตอนที่ 2 ค่า deviance residual ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ทำการสุ่มแบบคืนที่จำนวน B ครั้งโดยใช้โปรแกรม R จะได้ $r_D^{(b)}$, $b = 1, 2, \dots, B$ หลังจากนั้นนำค่า $r_D^{(b)}$ แต่ละครั้งที่หาได้ทำการหาฟังก์ชันผกผันจากสมการ (7.1) เพื่อนำไปหาค่า $\hat{D}_{x,t}^{(b)}$, $b = 1, 2, \dots, B$ ในการหาฟังก์ชันผกผันได้ใช้โปรแกรม Excel โดยใช้คำสั่ง Goal Seek ในการหาจำนวนคนตายรายอายุรายปีหลายจำนวนสามารถสรุปเป็นแผนภาพที่ 7.1



แผนภาพที่ 7.1 ขั้นตอนการหาค่าจำนวนคนตายหลายจำนวนจากค่า deviance residual ที่ได้จาก
กระบวนการบูทสเตรป

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อได้จำนวนคนตายจำนวน 500 ชุด จากฟังก์ชันผกผัน deviance residual ตามขั้นตอนที่ 2 แล้ว นำไปใช้ในการหาค่าอัตราฆณะตามตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ตามสมการดังนี้

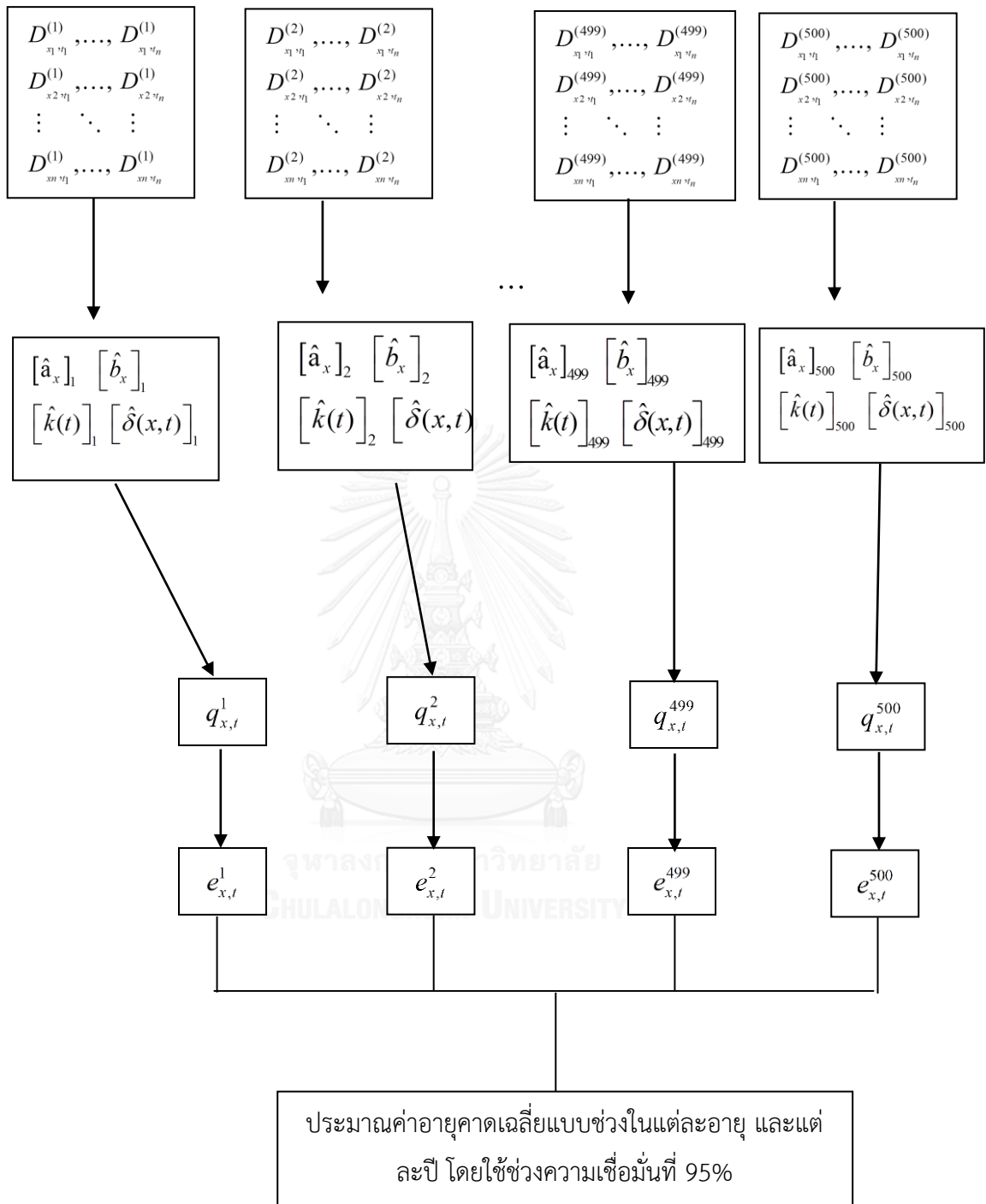
$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{a}_x + \hat{b}_x \hat{k}(t_n + s) + \hat{\delta}(x, t_n + s) \quad (7.2)$$

ในแต่ละชุดจะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ $[\hat{a}_x]_1, [\hat{a}_x]_2, \dots, [\hat{a}_x]_{499}, [\hat{a}_x]_{500}$ จำนวน 500 ตัว $[\hat{b}_x]_1, [\hat{b}_x]_2, \dots, [\hat{b}_x]_{499}, [\hat{b}_x]_{500}$ จำนวน 50 ตัว และ $[\hat{k}(t)]_1, [\hat{k}(t)]_2, \dots, [\hat{k}(t)]_{499}, [\hat{k}(t)]_{500}$ โดยดัชนีเวลาจะใช้ตัวแบบการถดถอยของอนุกรมเวลา ARIMA (1,1,0) ทั้งในเพศชายและเพศหญิง และ ค่าความคลาดเคลื่อน ($\hat{\delta}(x, t)$) ได้นำกรณีสถิติมาประยุกต์โดยใช้วิธีคริกกิ่งมาประมาณค่าซึ่งกล่าวไว้ในบทที่ 5

ขั้นตอนที่ 4 นำค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากขั้นตอนที่ 3 นำมาคำนวณหาค่าอัตราฆณะตามสมการ (7.2) หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาอายุคาดเฉลี่ย (e_x) ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.8

ขั้นตอนที่ 5 นำค่าอายุคาดเฉลี่ยที่ประมาณได้จากขั้นตอนที่ 4 ในแต่ละอายุและในแต่ละปีนำมาคำนวณหาค่าอาณาเขตวิกฤต โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากการสุ่ม 500 ครั้ง เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปมากจะได้ตัวที่ 12.5 และ ตัวที่ 487.5

ขั้นตอนในการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่ใช้ในกระบวนการบูทสเตรปสามารถสรุปเป็นแผนภาพที่ 7.2



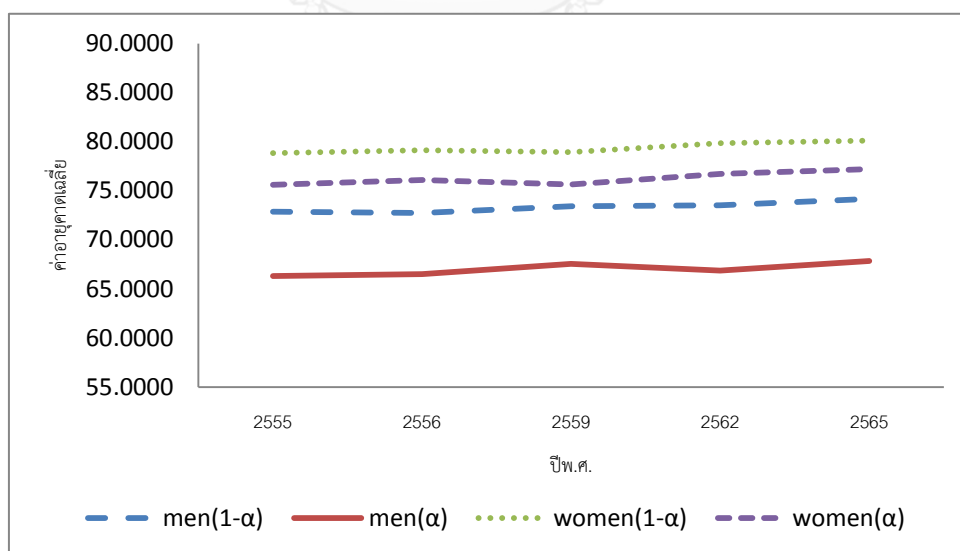
แผนภาพที่ 7.2 ขั้นตอนการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่ได้จากกระบวนการบูทสเตรป

7.2 ผลการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่ได้จากกระบวนการบูทสเตรป

ผลการประมาณค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ประมาณค่าดังกล่าวจำนวน 5 ปี คือปี พ.ศ.2555 พ.ศ.2556 พ.ศ.2559 พ.ศ.2562 และพ.ศ.2565 สำหรับเพศชายและเพศหญิง ตั้งแต่อายุต่ำกว่า 1 ปี 1 ปี 2 ปี ...100 ปี แสดงค่าไว้ในภาคผนวก ฌ สำหรับในบทนี้ได้แสดงค่าอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงไว้บางอายุคือ อายุต่ำกว่า 1 ปี 10 ปี 20 ปี 30 ปี 40 ปี 50 ปี และ 60 ปี ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% โดยขอบล่าง ($\alpha=0.025$) และขอบบน ($(1-\alpha)=0.975$) ดังตารางที่ 7.1-7.7 และแผนภาพที่ 7.3-7.12

ตารางที่ 7.1 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ ต่ำกว่า 1 ปี

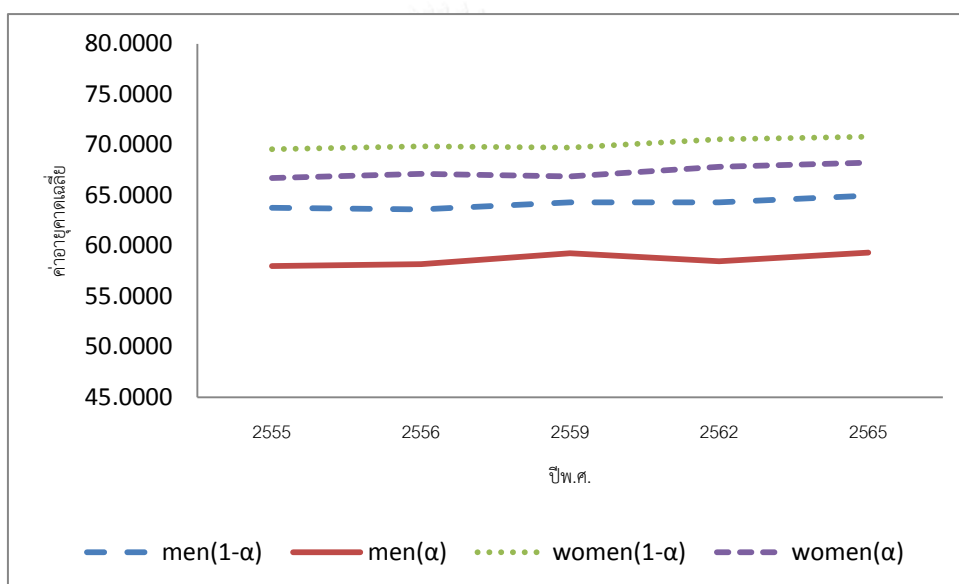
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha) =0.975$	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha) =0.975$
2555	66.3218	70.0086	72.8782	75.6146	77.7829	78.8406
2556	66.4986	70.7920	72.7251	76.1003	77.9084	79.1277
2559	67.5558	70.8077	73.4263	75.6446	77.8069	78.9379
2562	66.8636	70.9655	73.5088	76.7022	78.2883	79.8492
2565	67.8553	71.2371	74.1526	77.1987	78.4529	80.1075



แผนภาพที่ 7.3 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ ต่ำกว่า 1 ปี

ตารางที่ 7.2 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 10 ปี

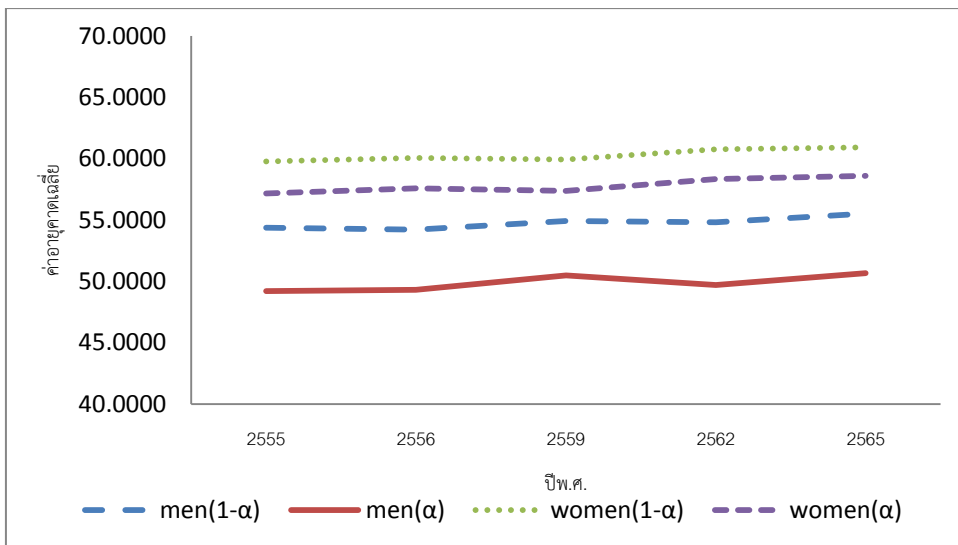
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
2555	57.9811	61.9646	63.7760	66.6940	68.5919	69.5578
2556	58.1966	62.0691	63.5981	67.1335	68.7632	69.8295
2559	59.2605	62.0922	64.2850	66.8616	68.7887	69.7106
2562	58.4748	62.1557	64.3041	67.8040	69.2156	70.5497
2565	59.3315	62.2914	64.9538	68.2418	69.3637	70.7813



แผนภาพที่ 7.4 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 10 ปี

ตารางที่ 7.3 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 20 ปี

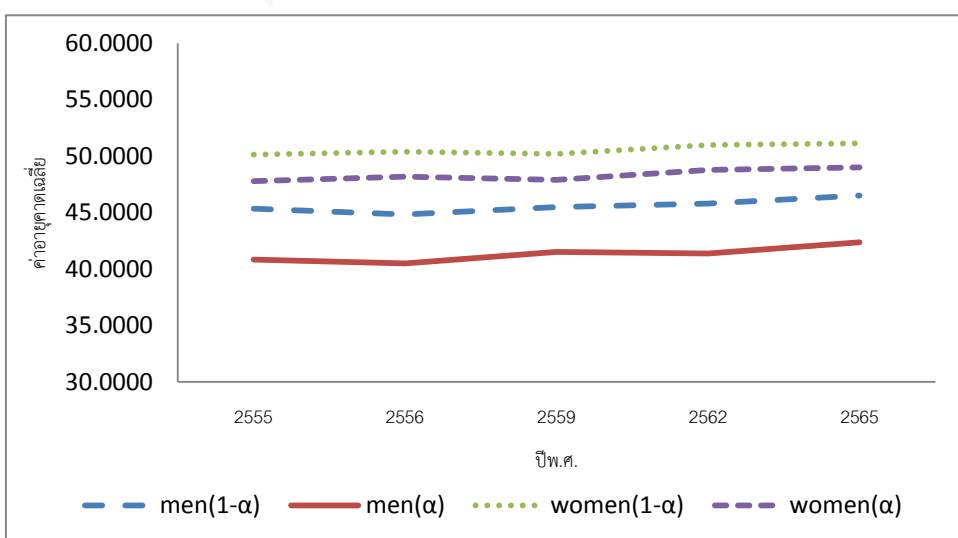
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
2555	49.2198	52.6279	54.3811	57.1663	58.8778	59.7745
2556	49.3228	52.7510	54.2233	57.5803	59.0368	60.0511
2559	50.4819	52.8387	54.9231	57.3861	59.1499	59.9251
2562	49.7145	52.8741	54.8118	58.3323	59.4997	60.7772
2565	50.6836	52.9644	55.5120	58.6074	59.6185	60.9349



แผนภาพที่ 7.5 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 20 ปี

ตารางที่ 7.4 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 30 ปี

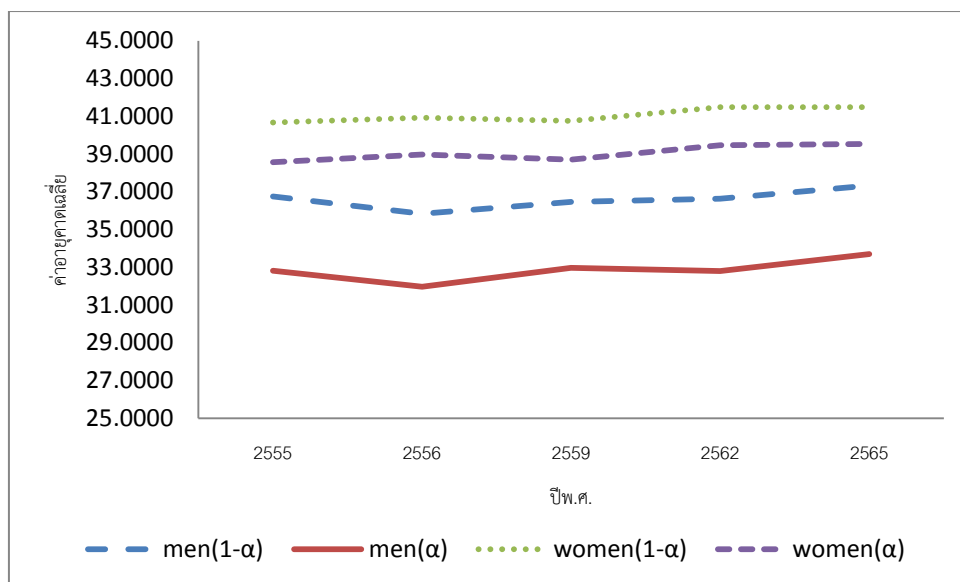
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
2555	40.8531	43.6407	45.3606	47.7787	49.2675	50.1274
2556	40.5002	43.7033	44.8409	48.1938	49.3041	50.4058
2559	41.5219	43.8545	45.5000	47.9054	49.3420	50.2011
2562	41.3729	43.7896	45.8013	48.7679	49.8162	50.9991
2565	42.3707	44.0665	46.4968	49.0017	49.9393	51.1356



แผนภาพที่ 7.6 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 30 ปี

ตารางที่ 7.5 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 40 ปี

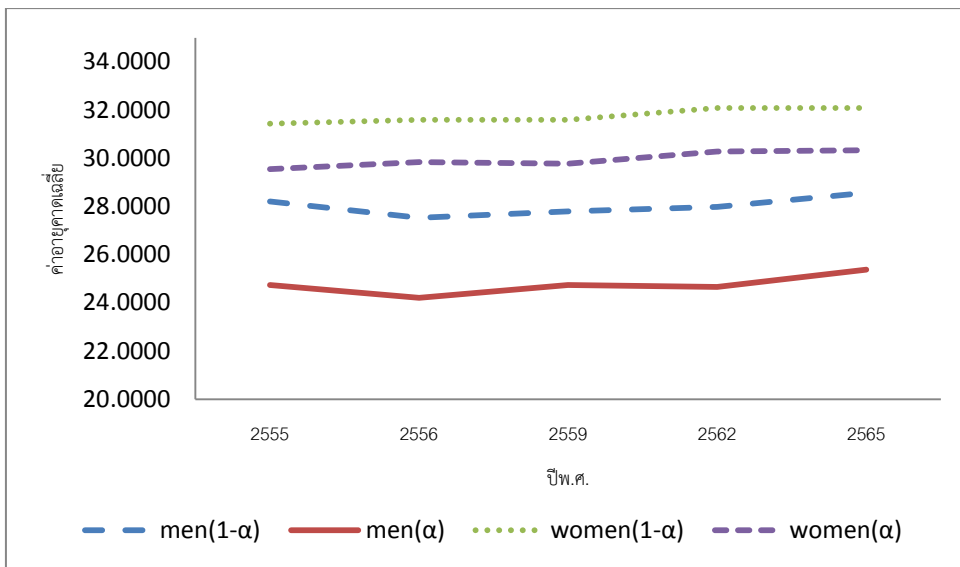
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
2555	32.8226	34.0588	36.7509	38.5658	39.8783	40.6691
2556	31.9639	34.9862	35.8397	38.9686	40.0177	40.9274
2559	32.9770	35.0471	36.4562	38.6975	39.9460	40.7448
2562	32.8050	35.0606	36.6380	39.4670	40.3481	41.4747
2565	33.7024	35.2636	37.3299	39.5264	40.3869	41.4741



แผนภาพที่ 7.7 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 40 ปี

ตารางที่ 7.6 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 50 ปี

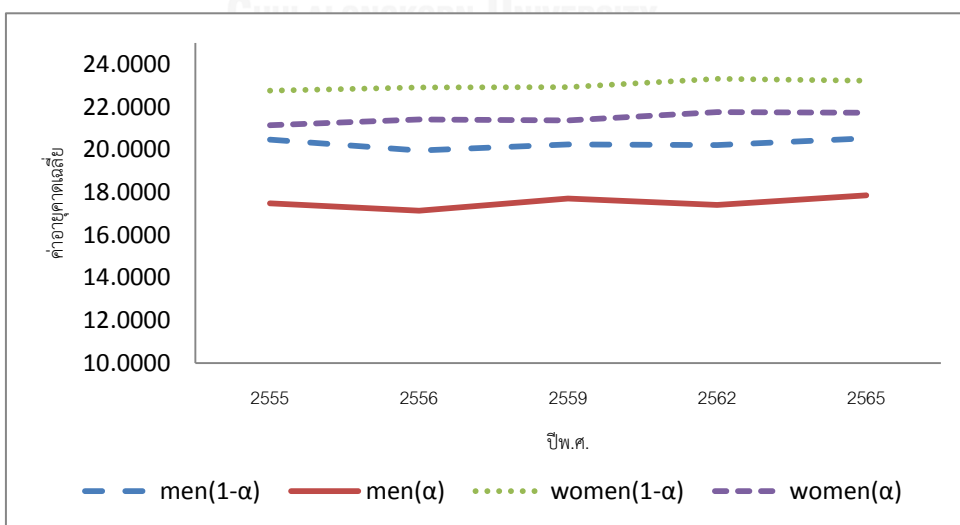
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
2555	24.7428	26.7774	28.2026	29.5542	30.7034	31.4331
2556	24.2116	26.7655	27.5333	29.8476	30.7964	31.5977
2559	24.7476	26.7240	27.7937	29.7781	30.8398	31.5919
2562	24.6658	26.8037	27.9798	30.2758	31.0668	32.0864
2565	25.3836	26.8198	28.5615	30.3388	31.1470	32.0851



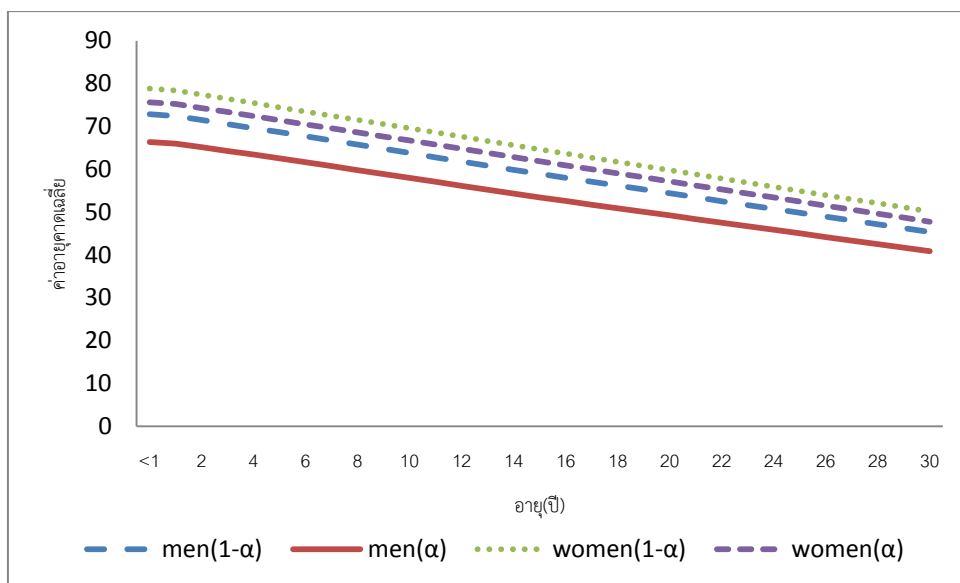
แผนภาพที่ 7.8 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 50 ปี

ตารางที่ 7.7 แสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 60 ปี

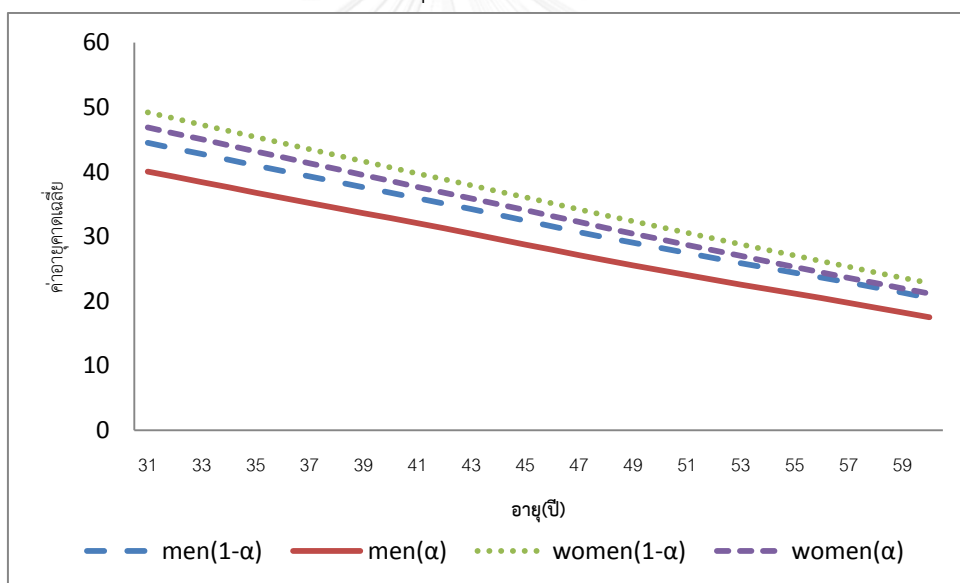
ปี	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
2555	17.4744	19.0412	20.4671	21.1325	22.0717	22.7602
2556	17.1353	19.1109	19.9484	21.4104	22.1629	22.9053
2559	17.7016	19.1246	20.2458	21.3626	22.2510	22.9217
2562	17.3998	19.1709	20.2156	21.7504	22.3918	23.3164
2565	17.8617	19.2316	20.5293	21.7198	22.4641	23.2164



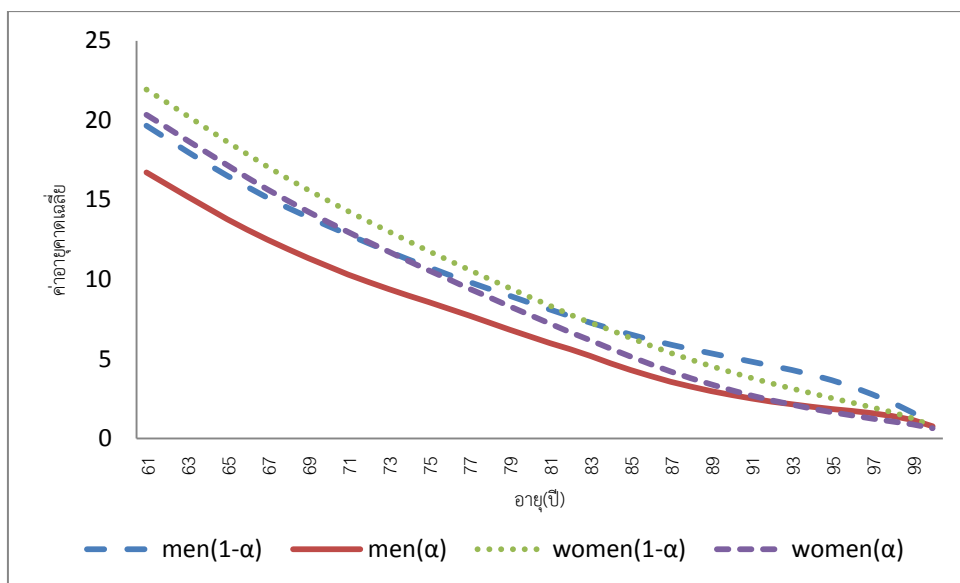
แผนภาพที่ 7.9 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงที่อายุ 60 ปี



แผนภาพที่ 7.10 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงของเพศหญิงและเพศชายปี พ.ศ. 2555 ที่อายุต่ำกว่า 1 ปี จนถึง 30 ปี



แผนภาพที่ 7.11 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงของเพศหญิงและเพศชายปี พ.ศ. 2555 ที่อายุ 31 ปี จนถึง 60 ปี



แผนภาพที่ 7.12 กราฟแสดงค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงของเพศหญิงและเพศชายปี พ.ศ. 2555 ที่อายุ 61 ปี จนถึง 100 ปี

จากการประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง จากแผนภาพที่ 7.10-7.12 พบว่าเพศหญิงมีอายุคาดเฉลี่ยสูงกว่าเพศชายในทุกช่วงอายุ โดยกราฟค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วงทั้งเพศชายและเพศหญิงมีลักษณะที่เหมือนกันคือกราฟจะลดลงในลักษณะเส้นตรง เมื่ออายุมากขึ้นอายุคาดเฉลี่ยของเพศหญิงจะสูงกว่าในอัตราที่ลดลงจนเท่ากันที่อายุประมาณ 80 ปี เมื่อพิจารณาแต่ละรายอายุ พบว่าจากตารางที่ 7.1 อายุคาดเฉลี่ยที่จะมีชีวิตอยู่ต่อของคนแรกเกิดในเพศชายอยู่ที่ประมาณ 70.7 ปี ส่วนเพศหญิงอยู่ที่ประมาณ 78 ปี โดยค่าขอบบนและขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ผู้ชายจะห่างกันมากกว่าผู้หญิง

เนื่องจากประชากรในอนาคตก้าวเข้าสู่สังคมสูงวัยดังนั้นเพื่อการวางแผนที่ดีทั้งภาครัฐและภาคธุรกิจประกันภัยจึงพิจารณาที่อายุคาดเฉลี่ยของคนอายุ 60 ปี จากตารางที่ 7.7 พบว่าในเพศชายมีอายุคาดเฉลี่ยประมาณ 19 ปี ในเพศหญิงมีอายุคาดเฉลี่ยประมาณ 22 ปี ทั้งในเพศชายและเพศหญิงอายุคาดเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น

บทที่ 8

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการเปรียบเทียบการสร้างตัวแบบการพยากรณ์อัตราการณะและพยากรณ์อัตราการณะในอนาคตสำหรับประชากรประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนการตายระหว่างปี พ.ศ.2541-พ.ศ.2555 ในการสร้างตัวแบบ 4 ตัวแบบต่างๆ คือ

ตัวแบบที่ 1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{a}_x + \hat{b}_x \hat{k}(t_n + s)$$

ตัวแบบที่ 2 ตัวแบบมีเดียโนโพลิช มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{\mu}_x + \hat{r}_x + \hat{c}(t_n + s)$$

ตัวแบบที่ 3 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{a}_x + \hat{b}_x \hat{k}(t_n + s) + \hat{\delta}(x, t_n + s)$$

ตัวแบบที่ 4 ตัวแบบมีเดียโนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ มีสมการดังนี้

$$\hat{z}(x, t_n + s) = \hat{\mu}_x + \hat{r}_x + \hat{c}(t_n + s) + \hat{\delta}(x, t_n + s)$$

ผลการศึกษาพบว่าค่าพยากรณ์อัตราการณะของทั้ง 4 ตัวแบบ ในปี พ.ศ.2556 – พ.ศ. 2565 ทั้งในเพศชายและเพศหญิงมีลักษณะเดียวกันกล่าวคือ ที่อายุแรกเกิดจะมีค่าสูงก่อนหลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงและจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงอายุประมาณ 50 ปี และหลังจากอายุ 50 ปีค่าอัตราการณะจะมีการเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียลนั่นคือมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

สำหรับแนวโน้มของค่าพยากรณ์อัตราการณะของทั้ง 4 ตัวแบบให้ผลที่แตกต่างกันซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตัวแบบดังนี้

1. ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (ตัวแบบที่ 1) ในอายุต่ำกว่า 1 ปี อัตราการณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น และหลังจากอายุต่ำกว่า 1 ปีอัตราการณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นทั้งในเพศชายและเพศหญิง และหลังจากอายุประมาณ 81 ปีในเพศชาย และ86 ปีในเพศหญิง อัตราการณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีมากขึ้น

2. ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบมีเดียโนโพลิช (ตัวแบบที่ 2) ทั้งในเพศชายและเพศหญิงมีลักษณะเดียวกันคือค่าอัตราการณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีมากขึ้น ในทุกช่วงอายุ

3. ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ (ตัวแบบที่ 3) ในเพศชายพบว่าในช่วงอายุ 40-80 ปี ค่าอัตราการณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้น ในช่วง 81-100 ปี ค่าอัตราการณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น สำหรับในเพศหญิงพบว่าในช่วงอายุ 40-85 ปี ค่าอัตรา

มรณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นในช่วง 86-100 ปีค่าอัตราการมรณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น ซึ่งก่อนอายุ 40 ปีทั้งในเพศหญิงและเพศชายไม่สามารถสรุปรูปแบบของแนวโน้มได้

4. ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของตัวแบบมีเตียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ (ตัวแบบที่ 4) ในเพศชายพบว่าไม่สามารถสรุปรูปแบบของแนวโน้มได้โดยก่อนช่วงอายุ 70 ปี อัตราการมรณะมีความผันผวนค่อนข้างมากแต่หลังจากช่วงอายุ 70 ปีอัตราการมรณะต่างกันเพียงเล็กน้อย สำหรับในเพศหญิงพบว่าในช่วงอายุ 25 ปีเป็นต้นไปค่าอัตราการมรณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นโดยช่วงอายุ 25-60 ปีมีอัตราการลดลงที่มากกว่าช่วงอายุ 61-100 ปี

โดยรวมค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของทั้ง 4 ตัวแบบ ในช่วงก่อนอายุ 80 ปี ค่าอัตราการมรณะมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นและ ช่วงหลังอายุ 80 ปี ค่าอัตราการมรณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น

เมื่อนำค่าประมาณอัตราการมรณะในช่วงปี พ.ศ. 2541- พ.ศ. 2555 จากตัวแบบมาเปรียบเทียบเพื่อหาความเหมาะสมของตัวแบบโดยวัดจากค่า MAPE พบว่า ตัวแบบที่ 3 และตัวแบบที่ 4 ให้ค่า MAPE ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับตัวแบบที่ 1 และตัวแบบที่ 2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อนำกรณีสถิติมาประยุกต์จะทำให้ค่า MAPE ต่ำลง และเมื่อเทียบของทั้ง 4 ตัวแบบพบว่าตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์เป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดทั้งในเพศชายและเพศหญิง

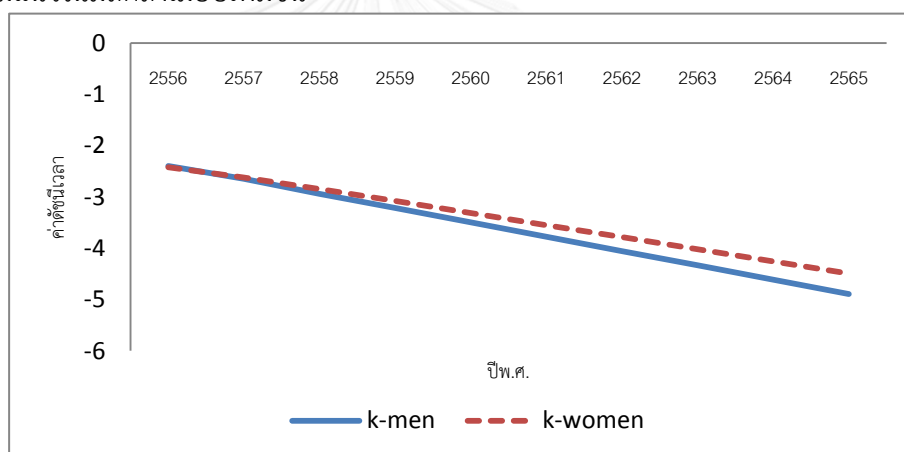
เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดนำตัวแบบดังกล่าวไปประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทสเตรป โดยจะแสดงผลการประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยในปี พ.ศ.2555 พ.ศ. 2556 พ.ศ.2559 พ.ศ.2562 และพ.ศ.2565 พบว่าเพศหญิงมีอายุคาดเฉลี่ยสูงกว่าเพศชายในทุกช่วงอายุ อายุคาดเฉลี่ยที่จะมีชีวิตอยู่ต่อของคนแรกเกิดในเพศชายอยู่ที่ประมาณ 70.7 ปี ส่วนเพศหญิงอยู่ที่ประมาณ 78 ปี และพบว่าโดยค่าขอบบนและขอบล่างของช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ผู้ชายจะห่างกันมากกว่าผู้หญิง และเมื่อพิจารณาอายุคาดเฉลี่ยของของคนอายุ 60 ปีพบว่าในเพศชายมีอายุคาดเฉลี่ยประมาณ 19 ปี ในเพศหญิงมีอายุคาดเฉลี่ยประมาณ 22 ปี ทั้งในเพศชายและเพศหญิงอายุคาดเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น

8.2 อภิปรายผลการวิจัย

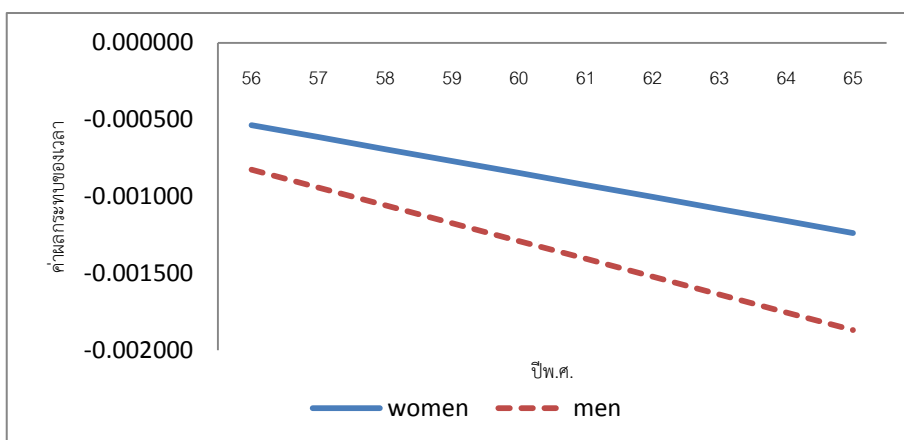
เมื่อนำค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในปี พ.ศ.2556 – พ.ศ. 2565 ของทั้ง 4 ตัวแบบมาพิจารณาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อัตราการมรณะไทยอื่นๆ เช่น บทความเรื่องตัวแบบพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยโดยวิธีของลีและคาร์เตอร์ (ณิชา ราชฤทธิ์และ สุวาณี สุรเสียงสังข์, 2549) งานวิจัยเรื่องการคาดประมาณอัตราการมรณะไทย: การเปรียบเทียบ 3 วิธีการ (ลี-คาร์เตอร์ ฟิชชี่ลี-คาร์เตอร์ และการแปลงของแวง) (ณัฐกร สุรเมธากุล, 2552) และงานวิจัยเรื่องการพยากรณ์อัตราการมรณะไทยด้วยตัวแบบโลจิสติกส์ (จักรกฤษณ์ ศรีทองดี, 2555) พบว่าลักษณะของอัตราการมรณะมีความสอดคล้องกัน คือที่อายุแรกเกิดจะมีค่าสูงก่อนหลังจากนั้นจะค่อยๆลดลงและจะ

เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงอายุหนึ่ง และหลังจากนั้นค่าอัตราการจะมีเพิ่มขึ้นในลักษณะเอ็กซ์โพเนนเชียล นั่นคือมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

แนวโน้มของค่าพยากรณ์อัตราการมาจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นทั้งเพศชายและเพศหญิงมีผลสรุปไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆเมื่อปีเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าพยากรณ์อัตราการในงานวิจัยนี้เพียงบางช่วงอายุ โดยบางช่วงอายุค่าอัตราการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากอิทธิพลของค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ในช่วงอายุที่ค่าอัตราการมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้นเป็นอิทธิพลมาจากค่าดัชนีเวลา ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ทั้งในเพศชายและเพศหญิงใช้ตัวแบบดัชนีเวลา ARIMA (1,1,0) ซึ่งแสดงค่าดัชนีเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ปี พ.ศ.2556-2565 ดังแผนภาพที่ 8.1 สำหรับตัวแบบมีเดียโนโพลิชทั้งในเพศชายและเพศหญิงใช้ตัวแบบดัชนีเวลาเป็นแบบการถดถอยเชิงเส้นซึ่งแสดงค่าดัชนีเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ปี พ.ศ.2556-2565 ดังแผนภาพที่ 8.2 โดยแสดงให้เห็นว่าเมื่อปีมากขึ้นค่าดัชนีเวลาจะลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ค่าอัตราการมีแนวโน้มลดลงเมื่อปีเพิ่มขึ้น



แผนภาพที่ 8.1 แสดงค่าดัชนีเวลาในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย



แผนภาพที่ 8.2 แสดงค่าดัชนีเวลาในตัวแบบมีเดียโนโพลิชปี พ.ศ.2556-2565 ในเพศหญิงและชาย

สำหรับตัวแบบลิคาร์เตอร์ในบางช่วงอายุที่ค่าอัตราการมรณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปีเพิ่มขึ้น เป็นอิทธิพลมาจากอัตราเสื่อมของดัชนีเวลา (b_x) และค่าดัชนีเวลา จะเห็นได้จากหลังจากอายุประมาณ 81 ปีในเพศชาย และ 86 ปีในเพศหญิง อัตราเสื่อมของดัชนีเวลามีค่าติดลบประกอบกับค่าดัชนีเวลาที่ติดลบทำให้อัตราการมรณะเพิ่มขึ้น กรณีที่นำอัตราสถิติมาประยุกต์ลักษณะจะสอดคล้องกับก่อนนำอัตราสถิติมาประยุกต์แต่อาจจะมีบางช่วงที่ไม่สามารถดูแนวโน้มได้เนื่องจาก small scale variation (error) มีความผันผวนจนไม่สามารถจับประเด็นได้

เมื่อนำอัตราสถิติมาประยุกต์ในการประมาณค่าอัตราการมรณะทำให้ค่าอัตราการมรณะเข้าใกล้ค่าจริงมากยิ่งขึ้นซึ่งเห็นได้จากค่า MAPE ที่ลดต่ำลงอย่างมากทั้งในเพศชายและเพศหญิงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Debon, Ana Matinez-Ruiz, Francisco a และ Montes, Francisco ที่ได้ศึกษาไว้ในปี ค.ศ. 2006 ได้ทำการพยากรณ์อัตราการมรณะภายใต้ตัวแบบ Lee-Carter และตัวแบบ Gompertz-Makeham เปรียบเทียบกับตัวแบบ Lee-Carter ที่นำอัตราสถิติมาประยุกต์และตัวแบบ Gompertz-Makeham ที่นำอัตราสถิติมาประยุกต์ พบว่าเมื่อนำอัตราสถิติมาประยุกต์ให้ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ลดลงทั้งในเพศชายและเพศหญิงโดยตัวแบบลิคาร์เตอร์ให้ค่า MSE ที่ลดลงมากกว่าตัวแบบ Gompertz-Makeham และในปีค.ศ. 2010 Debon, Ana Matinez-Ruiz, Francisco a และ Montes, Francisco ได้ทำการพยากรณ์อัตราการมรณะภายใต้ตัวแบบ Lee-Carter ตัวแบบ Lee-Carter โดยเพิ่มตัวแปรใหม่คือ อายุ-ช่วงเวลา-รุ่นอายุ (Age-Period-Cohort) และตัวแบบ median polish เปรียบเทียบกับตัวแบบที่นำอัตราสถิติมาประยุกต์พบว่าให้ผลเช่นเดิมคือตัวแบบต่างๆเมื่อนำอัตราสถิติมาประยุกต์ก็ยิ่งให้ค่า MSE ที่น้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้คือตัวแบบลิคาร์เตอร์และมีเดียพอลิชเมื่อนำอัตราสถิติมาประยุกต์ก็ยิ่งให้ค่า MAPE ที่น้อยกว่าที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเครื่องมืออัตราสถิติที่นำมาประยุกต์สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณได้ โดยพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่อายุและปีที่อยู่ใกล้เคียงกันจะมีความสัมพันธ์มากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่อายุและปีอยู่ไกลกันจะเห็นได้จากแบบจำลองของแวร์โอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุและแบบจำลองของแวร์โอแกรมที่มีระยะห่างเชิงปีดังแผนภาพที่ 5.15-5.22 โดยจุดเริ่มต้นเส้นกราฟจะเริ่มจาก 0 จากนั้นค่าแวร์โอแกรมจะเพิ่มขึ้นในช่วงใกล้จุดกำเนิดและค่าจะเพิ่มขึ้นลดลงเรื่อยๆจนเข้าใกล้ค่าความแปรปรวนคงที่นั่นคือช่วงที่ข้อมูลจะไม่มีสหสัมพันธ์กันดังนั้นการพยากรณ์อัตราการมรณะที่มีประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้อยู่ที่ปี พ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2560 เนื่องจากการพยากรณ์อัตราการมรณะปีที่ไกลออกไปความสัมพันธ์ของข้อมูลยิ่งลดลงตามไปด้วย ดังนั้นหากต้องการพยากรณ์อัตราการมรณะหลังจากปี พ.ศ. 2560 ควรเลือกปีที่จะนำมาสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ใหม่

ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือตัวแบบลิคาร์เตอร์ที่นำอัตราสถิติมาประยุกต์เมื่อนำไปประมาณค่าแบบช่วงของอายุคาดเฉลี่ยโดยวิธีบูทสเตรป ให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Marie-Claire Koissi,

Arnold F. Shapiro และ Goran Hognas ในปี ค.ศ. 2005 คือ อายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดมีค่ามากขึ้นเมื่อปีสูงขึ้น นอกจากนี้ค่าอายุคาดเฉลี่ยของคนแรกเกิดในงานวิจัยนี้ยังให้ค่าที่ใกล้เคียงกับอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด จากการทำการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยให้ผลการประมาณคือ ในช่วง พ.ศ. 2553-2558 เพศชายมีอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดที่ 71.93 ปี เพศหญิงมีอายุคาดเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดที่ 78.82 ปี ในช่วงพ.ศ. 2558-2563 ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับตารางที่ 7.1

8.3 ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการหาอายุคาดเฉลี่ยพบว่าประชากรในอนาคตจะมีอายุยืนยาวขึ้นทำให้ประชากรสูงอายุมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสังคมสูงวัย หากไม่มีการวางแผนที่ดีอาจจะส่งผลกระทบต่อผู้สูงอายุในอนาคตที่อาจจะไม่มีรายได้เพียงพอต่อการดำรงชีพ ดังนั้นควรให้ความสำคัญแก่การออมอย่างจริงจัง เพื่อสร้างความมั่นคงให้กับชีวิตหลังวัยเกษียณ เมื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งภาครัฐ และภาคธุรกิจประกันภัยควรมีความพร้อมและเข้าใจของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรและใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางในการออกแบบกรมธรรม์ในระยะยาว

2. จากการพยากรณ์อัตราการณะทำให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคตของประชากรทั้งประเทศ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางให้กับบริษัทประกันชีวิตได้ เนื่องจากข้อมูลการตายของผู้เอาประกันชีวิตของบริษัทจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลทั้งประเทศ ถ้าข้อมูลบริษัทมีจำนวนมากพอ แต่ถ้าข้อมูลของบริษัทมีจำนวนไม่มากพอก็สามารถนำวิธีการทางคณิตสถิติไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับข้อมูลได้ เพราะเมื่อบริษัททราบถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการณะได้ในอนาคตก็จะสามารถวางแผนในการกำหนดเบี้ยประกันภัยและเงินสำรองได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

3. ในการพยากรณ์อัตราการณะด้วยวิธีคณิตสถิติ จะอาศัยค่าสังเกตของตัวอย่างที่เก็บมาเป็นฐานในการคำนวณ ความแม่นยำของวิธีคริกกิงขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่เลือกมา และขึ้นอยู่กับความถูกต้องของแวร์โอแกรมที่ได้รับ ดังนั้นอัตราการณะที่เลือกมาในปี พ.ศ. 2541-2555 อาจจะไม่ใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ซึ่งการเลือกควรพิจารณาลักษณะของการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนร่วมด้วย และฟังก์ชันแวร์โอแกรมที่คำนวณทั้งระยะห่างอายุและปีพร้อมกันมีหลายวิธีที่จะใช้ในการคำนวณ โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือก Product-Sum model ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการคำนวณในการศึกษาครั้งต่อไปอาจเลือกใช้วิธีอื่น

4. ในการพยากรณ์ยิ่งพยากรณ์ไกลออกไปข้อมูลย่อมมีความสัมพันธ์ลดลง ฟังก์ชันแวร์โอแกรมจะเป็นตัวสะท้อนได้ว่าไกลแค่ไหนข้อมูลถึงจะไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นประสิทธิภาพในการ

พยากรณ์ควรพิจารณาที่ค่าเวรีโอแกรมประกอบ ซึ่งงานวิจัยนี้พบว่าหลังจากปี พ.ศ.2560 ควรเลือกปีที่จะนำมาสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ใหม่

5. เนื่องจากข้อมูลอัตราการมรณะที่คำนวณได้ในเบื้องต้นไม่เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะ กล่าวคือ อัตราการมรณะที่รายอายุช่วงปลายไม่สอดคล้องกับความจริงคือมีค่าลดลง หรืออัตราการมรณะไม่เรียบโดยบางอายุมีอัตราการมรณะที่ต่ำกว่าอายุก่อนหน้า ดังนั้นเพื่อให้ค่าอัตราการมรณะสอดคล้องกับความเป็นจริงในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ (วิธีของโคลและคิสเกอร์และส่วนโค้งพหุนามกำลังสาม) การศึกษาครั้งต่อไปควรจะศึกษาตัวแบบทางคณิตศาสตร์อื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว



รายการอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

- Benjamin B., Soliman A.S. (1993). Mortality on the Move, Actuarial Education Service. Oxford.[15] Brouhns, N., M. Denuit, and JK Vermunt (2002b) Measuring the Longevity Risk in Mortality Projections, *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries*, 2, 105-130.
- Booth H., Maindonald J.H., Smith L. (2002). Age-time interactions in mortality projection: Applying Lee-Carter to Australia.
- Box G. EP., Cox D. R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 211-252.
- Box G. EP., Jenkins G. M. (1976). *Time series analysis: forecasting and control, revised ed*: Holden-Day.
- Coale A. J., Kisker E. E. (1990). Defects in data on old-age mortality in the United States: new procedures for calculating mortality schedules and life tables at the highest ages.
- Cressie N. (1985). Fitting variogram models by weighted least squares. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, 17(5), 563-586.
- Cressie N. (1993). *Statistics for Spatial Data: Wiley Series in Probability and Statistics*: Wiley: New York, NY, USA.
- Cressie N., Majure J. J. (1996). Spatio-Temporal Statistical Modeling of Livestock Waste in Streams. Livestock Series Report 5: Center for Agricultural and Rural Development (CARD) at Iowa State University.
- De Cesare L., Myers DE., Posa D. (2001). Estimating and modeling space-time correlation structures. *Statistics & Probability Letters*, 51(1), 9-14.
- Debón A., Martínez-Ruiz F., Montes F. (2010). A geostatistical approach for dynamic life tables: The effect of mortality on remaining lifetime and annuities. *Insurance: Mathematics and Economics*, 47(3), 327-336.

- Debón A., Montes F., Sala R. (2006). A comparison of nonparametric methods in the graduation of mortality: Application to data from the Valencia region (Spain). *International Statistical Review*, 74(2), 215-233.
- Efron B., Efron B. (1982). *The jackknife, the bootstrap and other resampling plans* (Vol. 38): SIAM.
- Gujarati D. N. (2003). *Basic Econometrics*. 4th: New York: McGraw-Hill.
- Hoaglin D. C., Mosteller F., Tukey J. W. (1983). *Understanding robust and exploratory data analysis* (Vol. 3): Wiley New York.
- Isaaks E. H., Srivastava R. M. (1989). *An introduction to applied geostatistics*.
- Kbiob DG. (1951). A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of Chemical, Metallurgical, and Mining Society of South Africa*.
- Koissi M. C., Shapiro A., Högnäs G. (2005). Fitting and Forecasting Mortality Rates for Nordic Countries Using the Lee-Carter method. *Actuarial Research Clearing House*, 1, 21.
- Lee R. D., Carter L. R. (1992). Modeling and forecasting US mortality. *Journal of the American statistical association*, 87(419), 659-671.
- Pitacco E. (2004). Survival models in a dynamic context: a survey. *Insurance: Mathematics and Economics*, 35(2), 279-298.
- Renshaw A.E., Haberman S. (2003). Lee-Carter mortality forecasting with age-specific enhancement. *Insurance: Mathematics and Economics*, 33(2), 255-272.
- Yeo I.K., Johnson R. A. (2000). A new family of power transformations to improve normality or symmetry. *Biometrika*, 87(4), 954-959.

ภาษาไทย

- จักรกฤษณ์ ศรีทองดี. (2555). การพยากรณ์อัตราการมรณะไทยด้วยตัวแบบโลจิสติกส์. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกร สุระเมธากุล. (2552). การคาดประมาณอัตราการมรณะไทย: การเปรียบเทียบ 3 วิธีการ (ลี-คาร์เตอร์ ฟิชชีลี-คาร์เตอร์ และการแปลงของแวง). (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณิชา ราชฤทธิ์, สุวานี สุระเสียงสังข์. (2549). ตัวแบบพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยโดยวิธีของลีและคาร์เตอร์. *วารสารประชากรศาสตร์* 22, กันยายน 2549, 25-43.

พฤษภา ชุมชวลิต. (2549). ตัวแบบพยากรณ์อัตราณณะของประชากรไทยโดยใช้วิธีการสร้างตัวแบบ
ด้วย *Generalized Linear Models*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันธ์ุพล หัตถโกศล. (2540). ธรณีสถิติ. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยเชียงใหม่.

สุดารัตน์ อภาศิริกุล. (2550). การพยากรณ์อัตราณณะไทยโดยใช้พีชชีฟอร์มูเลขชั้นของตัวแบบลี-คาร์
เตอร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชายและเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2555



ตารางที่ ก1 ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า1	2398	2783	2781	2836	2845	2919	3412
1	3681	1645	1001	1102	875	819	648
2	489	566	535	486	478	466	408
3	447	491	507	442	398	341	335
4	469	512	502	450	465	369	355
5	411	472	517	482	454	395	345
6	341	432	492	430	440	382	388
7	325	381	380	401	384	323	357
8	253	287	290	364	352	315	315
9	173	245	271	322	309	254	293
10	172	187	204	258	272	217	244
11	155	185	217	208	248	219	221
12	185	211	214	220	247	244	265
13	237	324	304	244	324	318	367
14	329	401	427	427	485	475	508
15	494	612	603	597	663	682	706
16	650	859	798	747	840	952	889
17	811	1068	984	933	1057	1171	1124
18	910	1163	1137	1053	1151	1287	1266
19	1019	1192	1185	1140	1250	1407	1379
20	1100	1429	1352	1202	1301	1494	1337
21	1191	1356	1396	1254	1317	1517	1326
22	1332	1607	1494	1361	1451	1488	1320
23	1632	1803	1785	1605	1580	1698	1466
24	1797	2053	1857	1821	1747	1748	1579
25	2369	2501	2290	2006	1990	1808	1691
26	2767	2830	2510	2232	2058	1992	1697
27	3069	3512	2973	2473	2389	2111	1939

ตารางที่ ก1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2541 - พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	3126	3694	3474	2906	2590	2393	1999
29	3452	3711	3665	3188	2868	2509	2188
30	3548	3739	3677	3452	3191	2754	2409
31	3173	3889	3754	3432	3211	2959	2424
32	3258	3636	3654	3406	3278	3018	2558
33	3013	3570	3526	3526	3301	2915	2728
34	2852	3404	3550	3279	3276	2996	2624
35	2700	3367	3435	3235	3131	3088	2820
36	2624	3150	3212	3157	3226	2875	2690
37	2455	3135	3053	3055	3091	2992	2678
38	2476	2898	2968	2925	3111	2984	2838
39	2364	2969	2895	2940	2857	2833	2770
40	2221	2772	2951	2719	2826	2799	2806
41	2163	2615	2775	2943	2847	2812	2858
42	2068	2709	2703	2764	3040	2876	2805
43	2108	2520	2647	2583	2785	2969	2837
44	1950	2561	2600	2597	2713	2856	3015
45	2002	2452	2597	2585	2760	2836	2938
46	1931	2471	2473	2754	2708	2796	2821
47	1859	2402	2460	2481	2739	2714	2876
48	2013	2351	2621	2455	2700	2847	2928
49	1972	2475	2534	2519	2685	2739	3103
50	1795	2445	2650	2575	2703	2828	2975
51	1872	2373	2621	2686	2663	2796	3168
52	1882	2369	2415	2607	2834	2772	3083
53	1876	2239	2441	2571	2821	3023	3061
54	2022	2380	2396	2579	2651	2919	3123
55	1897	2496	2285	2383	2744	2802	3193

ตารางที่ ก1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2541 - พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	2186	2337	2524	2447	2638	2742	3005
57	2157	2722	2634	2613	2558	2759	2969
58	2246	2723	2797	2549	2796	2629	2877
59	2482	2881	2746	2993	2686	3005	2945
60	2600	3018	2856	2924	3106	2863	3114
61	2578	3165	3110	2984	3086	3188	3065
62	2635	3193	3257	3250	3100	3168	3476
63	2635	3393	3264	3372	3478	3378	3364
64	2936	3394	3424	3407	3579	3605	3565
65	2915	3425	3407	3443	3559	3685	3898
66	3131	3539	3586	3400	3712	3817	4049
67	2760	3761	3656	3750	3688	3889	4047
68	2957	3275	3737	3719	3915	3732	4026
69	3011	3621	3411	3836	4020	3950	4115
70	3134	3483	3724	3606	4152	4132	4245
71	2738	3724	3649	3750	3707	4203	4283
72	3044	3403	4011	3800	3997	3985	4403
73	2783	3526	3308	3986	3948	4232	4013
74	2670	3240	3614	3497	4144	3926	4341
75	2821	3147	3156	3666	3582	4238	4303
76	2613	3243	3150	3358	3803	3705	4455
77	2669	3039	3310	3110	3326	3825	3747
78	2513	3226	2922	3469	3254	3529	4070
79	2052	2932	3075	3055	3358	3279	3375
80	2347	2324	2724	2957	2980	3428	3258
81	2288	2716	2130	2699	3054	3050	3472
82	2402	2469	2599	2114	2732	2993	3039
83	1902	2535	2442	2498	2203	2622	2879

ตารางที่ ก1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	1897	1936	2400	2332	2431	2045	2601
85	1656	1979	1791	2318	2171	2309	2055
86	1444	1700	1858	1756	2080	2196	2211
87	1446	1431	1454	1653	1661	2043	2045
88	1100	1344	1307	1356	1573	1493	1817
89	1008	1067	1239	1210	1271	1464	1454
90	840	1003	946	1099	1039	1154	1304
91	695	776	810	826	1015	973	1010
92	583	673	619	728	755	907	795
93	435	495	496	591	679	689	685
94	379	426	464	450	492	556	537
95	236	350	291	373	344	396	438
96	225	225	274	237	292	298	327
97	155	212	174	223	191	231	220
98	119	146	134	128	184	132	165
99	71	99	120	114	95	105	124
100+	222	215	267	259	324	304	338
รวม	181592	213432	213907	213298	219480	221962	225027

ตารางที่ ก2 ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	3458	3315	3272	3135	3019	3029	2904	2881
1	475	502	443	435	411	423	406	403
2	363	384	304	323	335	319	306	304
3	317	309	270	254	247	260	250	248
4	302	296	258	246	223	247	237	235
5	336	285	230	269	242	245	214	191
6	283	297	249	241	248	238	208	186
7	328	291	250	200	198	226	197	176
8	269	290	211	222	194	213	186	166
9	261	201	246	207	180	198	173	154
10	211	230	229	200	169	197	183	183
11	225	223	190	222	209	203	189	189
12	252	254	225	228	243	228	212	212
13	359	370	356	315	355	333	309	309
14	487	500	503	460	464	458	425	425
15	708	784	684	665	665	663	600	600
16	877	846	890	820	789	799	724	723
17	1022	1058	991	943	880	925	838	837
18	1159	1000	1046	935	951	961	871	870
19	1203	1101	965	877	927	955	865	865
20	1264	1149	972	866	895	867	838	800
21	1204	1067	962	855	859	835	807	771
22	1244	1146	1048	1021	935	915	884	844
23	1369	1218	1027	1004	922	934	902	862
24	1409	1185	1128	1077	1028	987	953	910
25	1442	1303	1204	1169	1098	1018	972	909
26	1590	1398	1264	1239	1121	1080	1031	965
27	1650	1468	1381	1317	1200	1147	1095	1025

ตารางที่ ก2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	1845	1636	1501	1349	1313	1247	1191	1114
29	1836	1779	1480	1485	1386	1302	1243	1163
30	1988	1713	1738	1498	1376	1403	1383	1304
31	2064	2003	1737	1720	1537	1531	1510	1423
32	2201	2053	1768	1764	1710	1606	1584	1493
33	2355	2080	1887	1892	1686	1672	1648	1554
34	2367	2299	2044	1928	1797	1764	1739	1639
35	2454	2267	2146	1978	1871	1981	1889	1920
36	2547	2354	2206	2099	2041	2081	1984	2017
37	2564	2459	2155	2233	2099	2131	2032	2065
38	2561	2533	2256	2196	2212	2178	2077	2111
39	2735	2469	2445	2328	2233	2262	2156	2192
40	2762	2588	2441	2535	2314	2447	2431	2466
41	2761	2615	2654	2338	2513	2494	2478	2514
42	2803	2728	2673	2557	2553	2579	2563	2600
43	2886	2804	2781	2763	2672	2695	2678	2716
44	2896	2912	2801	2824	2827	2765	2747	2787
45	3078	3025	2937	2792	2822	3079	3125	3096
46	3012	3108	2946	2914	2806	3107	3153	3123
47	2914	3046	3125	2986	3021	3171	3218	3188
48	2948	2987	3074	3328	2985	3219	3267	3236
49	2998	2982	3009	3135	3145	3209	3257	3226
50	3164	3044	3017	3041	3225	3364	3534	3613
51	3021	3156	3130	3185	3147	3396	3568	3647
52	3082	3149	3260	3287	3184	3466	3642	3723
53	3192	3231	3042	3406	3202	3489	3666	3748
54	3277	3239	3303	3302	3515	3612	3795	3879
55	3364	3227	3318	3384	3343	3703	3799	3836

ตารางที่ ก2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	3257	3422	3290	3451	3352	3733	3830	3867
57	3120	3200	3418	3386	3470	3689	3785	3822
58	3142	3174	3517	3559	3464	3746	3844	3881
59	3009	3171	3364	3509	3714	3723	3821	3858
60	3046	3152	3469	3374	3592	3691	3916	4011
61	3252	3160	3300	3516	3541	3721	3948	4044
62	3185	3368	3182	3470	3547	3718	3944	4040
63	3609	3353	3470	3295	3428	3811	4043	4141
64	3594	3855	3386	3578	3413	3960	4201	4303
65	3773	3805	3773	3477	3693	3692	3748	3744
66	4047	3696	3797	3999	3605	3815	3872	3868
67	4157	4116	3874	3905	4034	4004	4064	4059
68	4175	4089	4133	3991	4053	4075	4136	4131
69	4432	4197	4301	4544	4202	4320	4386	4381
70	4292	4490	4488	4369	4501	4938	5009	5035
71	4518	4469	4525	4525	4550	5038	5111	5137
72	4558	4643	4431	4724	4566	5113	5187	5214
73	4562	4620	4668	4667	4846	5209	5284	5311
74	4209	4552	4707	4829	4574	5096	5169	5196
75	4522	4237	4731	4945	4807	5176	5251	5278
76	4420	4613	4321	4867	4794	5129	5202	5229
77	4555	4360	4631	4330	4870	5071	5144	5171
78	3852	4530	4352	4591	4310	4821	4890	4915
79	3961	3739	4498	4330	4449	4669	4736	4761
80	3503	3905	3760	4530	4278	4443	4506	4530
81	3360	3409	3961	3850	4290	4196	4256	4278
82	3443	3077	3351	3736	3562	3823	3878	3898
83	2991	3149	3029	3233	3610	3565	3616	3635

ตารางที่ ก2 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	2851	2724	3204	3001	3065	3307	3355	3372
85	2632	2628	2742	2971	2830	3074	3118	3134
86	1920	2377	2549	2590	2919	2743	2783	2797
87	2145	1700	2189	2327	2312	2374	2408	2420
88	1917	1838	1543	1937	2201	2101	2131	2142
89	1689	1575	1692	1440	1739	1816	1842	1851
90	1203	1499	1426	1580	1273	1556	1578	1587
91	1124	1050	1332	1301	1362	1372	1391	1399
92	854	950	900	1112	1066	1086	1101	1107
93	759	724	814	761	912	884	896	901
94	578	533	571	649	624	658	667	671
95	396	476	462	477	526	520	528	530
96	341	365	392	358	320	397	402	404
97	255	259	271	322	255	303	308	309
98	192	185	183	190	241	221	224	225
99	140	118	152	177	168	168	170	171
100+	347	307	345	319	346	371	376	378
รวม	225623	222811	222169	224090	222815	232791	235189	235774

ตารางที่ ก3 ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	1964	2266	2061	2285	2277	2443	2661
1	4581	1669	850	1111	926	797	565
2	376	447	373	370	328	279	320
3	312	327	332	324	279	258	248
4	311	345	322	313	339	209	219
5	287	335	323	302	329	236	226
6	258	294	293	315	340	272	213
7	204	249	264	291	306	270	233
8	152	199	239	276	304	275	225
9	158	174	191	212	233	221	208
10	145	174	190	205	202	213	207
11	144	161	159	168	201	180	197
12	120	153	145	161	184	169	175
13	163	169	161	166	181	184	205
14	182	216	211	215	237	218	229
15	224	273	270	229	243	276	292
16	258	324	300	257	297	290	316
17	260	311	287	279	321	295	322
18	276	350	372	329	290	323	325
19	363	405	376	321	326	318	330
20	399	468	447	355	393	344	332
21	542	559	532	457	439	391	379
22	579	710	651	523	551	433	439
23	764	820	831	687	663	574	496
24	858	1024	963	914	781	641	592
25	976	1135	1142	1075	1046	766	704
26	1032	1205	1264	1161	1119	921	725
27	1049	1256	1337	1250	1227	964	843

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	931	1273	1407	1286	1343	1126	906
29	968	1174	1376	1389	1396	1194	1010
30	952	1229	1281	1369	1361	1172	1039
31	884	1184	1326	1329	1444	1237	1120
32	913	1154	1185	1320	1270	1225	1112
33	848	1132	1212	1308	1348	1140	1116
34	878	1184	1226	1221	1279	1190	1088
35	764	1144	1205	1259	1182	1252	1098
36	804	1034	1157	1211	1265	1170	1083
37	799	1024	1122	1185	1240	1170	1144
38	906	1054	1146	1120	1242	1224	1184
39	796	1036	1187	1236	1176	1192	1143
40	866	1128	1196	1092	1270	1207	1255
41	890	1155	1181	1261	1223	1267	1162
42	930	1223	1196	1179	1276	1223	1292
43	969	1175	1189	1244	1282	1331	1247
44	861	1285	1202	1282	1218	1246	1303
45	920	1234	1377	1298	1351	1344	1322
46	966	1210	1253	1356	1349	1358	1347
47	995	1283	1292	1343	1474	1414	1487
48	1134	1336	1453	1466	1427	1545	1534
49	1116	1435	1370	1432	1574	1492	1657
50	1089	1431	1459	1443	1550	1609	1697
51	1126	1400	1474	1661	1587	1656	1674
52	1110	1406	1473	1551	1695	1632	1732
53	1119	1399	1563	1569	1667	1815	1778
54	1268	1383	1452	1531	1633	1701	1895
55	1255	1543	1501	1449	1756	1667	1919

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	1465	1510	1667	1613	1632	1761	1952
57	1399	1733	1599	1718	1673	1673	2033
58	1418	1840	1968	1762	1880	1837	1989
59	1678	1969	1848	2037	1746	1918	2045
60	1762	2039	1908	2004	2110	1945	2133
61	1700	2186	2227	2078	2106	2184	2189
62	2010	2310	2384	2365	2278	2184	2558
63	1980	2494	2386	2380	2439	2269	2521
64	2260	2490	2623	2532	2640	2459	2564
65	2301	2733	2546	2856	2665	2665	2813
66	2315	2773	2808	2688	2885	2842	3014
67	2248	2942	2957	2944	2981	3105	3182
68	2351	2844	2987	3096	3091	3201	3521
69	2342	2820	2972	3160	3322	3352	3318
70	2615	2863	3065	3015	3442	3591	3583
71	2389	3178	3017	3130	3291	3610	3900
72	2654	2944	3378	3096	3308	3465	3915
73	2462	3165	3063	3702	3308	3605	3848
74	2554	2947	3505	3155	3726	3509	3766
75	2713	2852	3149	3515	3478	3897	3858
76	2582	3175	3015	3164	3726	3652	4245
77	2680	2982	3268	3191	3340	3888	3847
78	2728	3249	3133	3534	3333	3539	4281
79	2258	2980	3259	3151	3440	3524	3823
80	2684	2505	3154	3473	3312	3800	3645
81	2645	3071	2614	3250	3503	3395	3941
82	3013	3046	3106	2713	3309	3663	3629
83	2401	3327	2959	3117	2710	3322	3639

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	2750	2737	3302	3302	3186	2831	3447
85	2345	2820	2588	3147	3044	3233	2865
86	2251	2611	2702	2593	3151	2898	3199
87	2218	2226	2271	2623	2530	3053	2932
88	1834	2223	1959	2254	2525	2348	2999
89	1846	1882	2002	1912	2109	2426	2220
90	1495	1737	1619	1968	1899	2048	2276
91	1313	1476	1565	1436	1788	1628	1816
92	116	1257	1276	1492	1332	1611	1488
93	880	1049	1017	1201	1264	1219	1365
94	862	741	865	951	995	1110	1056
95	574	735	607	726	753	824	862
96	485	502	584	553	634	644	718
97	344	429	385	487	449	533	525
98	269	354	334	310	373	336	413
99	211	213	238	251	231	303	266
100+	507	549	611	607	705	712	797
รวม	128942	149175	151834	156195	160884	162169	168565

ตารางที่ ก4 ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	2747	2559	2518	2589	2400	2353	2265	2337
1	390	374	364	304	334	324	312	322
2	275	234	203	196	204	204	196	202
3	206	179	193	175	163	168	162	167
4	217	168	169	138	143	152	147	151
5	199	178	152	156	146	142	136	128
6	175	183	162	135	110	129	124	117
7	219	161	153	138	111	131	126	119
8	191	173	155	126	114	128	123	116
9	168	161	177	140	143	135	130	122
10	164	167	183	159	130	134	130	128
11	174	178	172	151	154	138	134	132
12	184	173	169	167	172	144	140	138
13	202	205	206	181	179	162	158	155
14	243	212	214	208	242	187	181	178
15	244	275	262	235	199	247	235	237
16	275	274	255	246	261	267	254	256
17	272	252	222	289	236	258	246	247
18	273	230	255	283	292	272	258	260
19	271	268	248	249	264	265	252	253
20	301	268	251	256	229	236	210	209
21	334	324	280	274	273	269	239	238
22	356	322	326	296	260	282	251	249
23	390	375	334	312	295	308	274	272
24	451	420	357	336	319	339	302	300
25	583	468	434	386	377	336	297	292
26	628	517	479	392	399	360	318	313
27	660	548	510	530	414	399	353	347

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	755	637	582	495	449	434	383	377
29	796	792	614	551	488	482	426	419
30	849	709	703	588	559	536	505	470
31	857	747	711	695	565	564	531	494
32	903	776	776	688	641	598	562	523
33	969	819	774	719	677	624	588	547
34	936	883	798	764	728	651	612	570
35	969	938	834	780	783	759	705	682
36	1006	969	927	860	770	799	742	718
37	1062	994	923	941	852	843	782	757
38	1076	998	954	909	925	860	798	772
39	1094	1007	1050	974	883	885	821	794
40	1176	1146	992	988	1000	1016	989	972
41	1176	1117	1162	995	1037	1052	1023	1006
42	1184	1202	1247	1147	1047	1117	1087	1069
43	1229	1262	1255	1202	1192	1178	1147	1127
44	1290	1340	1223	1326	1288	1242	1208	1188
45	1315	1311	1350	1291	1315	1329	1360	1347
46	1419	1447	1353	1438	1261	1396	1429	1415
47	1422	1414	1471	1411	1376	1433	1466	1452
48	1477	1500	1470	1563	1438	1504	1539	1524
49	1550	1508	1521	1514	1566	1547	1583	1568
50	1690	1621	1647	1564	1640	1648	1680	1719
51	1658	1745	1689	1681	1627	1696	1728	1768
52	1790	1737	1830	1711	1658	1762	1795	1837
53	1774	1877	1834	2006	1794	1875	1911	1955
54	1829	1959	1875	1887	1896	1907	1944	1989
55	2067	1842	1902	2053	1883	2050	2009	2060

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	2041	2078	2037	2117	1959	2152	2109	2162
57	1992	2058	2219	2131	2078	2204	2159	2214
58	2064	2031	2188	2217	2169	2243	2198	2254
59	2009	2155	2157	2275	2365	2304	2257	2315
60	2056	2161	2223	2292	2317	2374	2448	2502
61	2273	2138	2239	2391	2330	2443	2519	2574
62	2297	2339	2292	2281	2399	2495	2572	2629
63	2648	2283	2442	2399	2487	2634	2716	2776
64	2570	2727	2403	2525	2528	2741	2826	2889
65	2773	2720	2738	2596	2623	2613	2558	2552
66	3061	2837	2869	2917	2680	2789	2730	2724
67	3159	3138	2971	2972	3078	2976	2913	2907
68	3265	3321	3305	3113	3063	3120	3055	3048
69	3699	3568	3378	3476	3207	3363	3293	3286
70	3613	3915	3665	3671	3492	4066	4145	4131
71	3949	3817	3906	3711	3689	4225	4307	4293
72	3961	4152	3881	4255	3920	4463	4551	4535
73	4179	4169	4324	4092	4232	4647	4738	4721
74	3916	4215	4446	4514	4168	4699	4791	4775
75	4044	4193	4395	4716	4448	4815	4910	4893
76	4206	4223	4320	4711	4674	4890	4986	4969
77	4523	4250	4562	4633	4729	5018	5117	5099
78	4062	4487	4337	4663	4691	4915	5011	4994
79	4430	4128	4737	4522	4592	4954	5051	5034
80	3940	4281	4293	4958	4664	4886	4982	4965
81	3878	3876	4640	4355	4891	4775	4869	4852
82	4096	3832	4053	4432	4398	4598	4688	4672
83	3748	3985	3878	4250	4512	4500	4588	4572

ตารางที่ ก4 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนคนตายที่ปรับแล้วเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	3811	3742	4100	4031	4032	4358	4444	4429
85	3467	3647	3732	3898	3756	4089	4169	4155
86	2789	3136	3595	3550	3744	3708	3781	3768
87	3142	2586	3266	3487	3336	3491	3559	3547
88	2919	2887	2507	3074	3273	3241	3304	3293
89	2844	2574	2781	2327	2908	2975	3033	3022
90	2098	2506	2524	2573	2179	2627	2679	2669
91	201	1916	2269	2252	2208	2355	2401	2393
92	1690	1815	1727	2061	1930	2037	2077	2070
93	1393	1395	1610	1538	1796	1706	1740	1734
94	1224	1104	1196	1289	1280	1346	1373	1368
95	909	994	939	979	1120	1092	1113	1109
96	755	680	855	808	823	866	883	880
97	581	598	557	658	648	672	686	683
98	417	408	458	450	498	493	502	501
99	310	290	335	374	348	366	373	372
100+	820	817	861	912	935	960	978	975
รวม	169751	168315	171085	173237	171101	178540	179481	179406

ภาคผนวก ข

ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชายและเพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข1 ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	387546	397981	394574	376681	371193	363864	376965
1	478078	463199	434937	421429	411078	399852	399505
2	482617	483756	468112	438589	424590	413497	402761
3	482082	487002	489171	472221	440970	425684	414701
4	482544	484801	493774	495816	474954	441860	427050
5	489086	483908	489083	499199	498875	475553	442031
6	492235	489871	485075	491272	501634	499640	476093
7	487214	493163	491023	486447	492752	502417	500641
8	473252	487940	493949	491993	487424	493396	503871
9	458830	474191	489065	495088	492881	487962	493734
10	451746	459636	475491	490480	495813	493244	487898
11	458792	452833	461238	477236	491521	495929	492794
12	479853	459994	454736	462913	478340	492106	496381
13	494419	481240	462442	456947	464072	478960	492229
14	503854	495079	482556	463930	457997	465078	479436
15	522681	505098	496431	484287	465492	458593	464524
16	535173	523585	505859	497113	484984	465467	458084
17	543504	534783	522987	505644	496990	483868	464621
18	55224	542092	532722	521584	504984	495435	482577
19	545827	550800	540105	531281	520840	503697	493944
20	552206	543993	548232	538325	530335	518562	500428
21	563489	548089	537114	538926	529790	521419	510593
22	559410	562529	547061	538035	543743	534703	524651
23	561072	559215	559507	541872	535696	540147	529814
24	565092	559772	555066	557935	541877	534031	538803
25	570800	561142	554591	550707	555662	540222	531755
26	585042	566422	555588	550111	548618	552841	536129
27	584213	580358	560512	550688	547787	545651	549168

ตารางที่ ข1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ. 2541 - พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	574929	579402	574247	555501	548067	545039	539595
29	581019	569723	572467	568297	552336	544329	539986
30	578237	575603	563127	566812	565069	549294	540127
31	559094	573195	568679	556788	563146	561118	543535
32	555891	554119	565838	561898	553117	559546	556020
33	558253	550944	547196	559542	558230	549560	554632
34	541689	553826	544445	541138	555845	554781	544440
35	520974	537402	547290	538478	537679	551807	549034
36	504165	516632	531153	541632	535028	535004	547968
37	493153	500374	510926	525813	538167	531530	529134
38	484340	488842	494650	505637	522224	534702	526726
39	455072	480622	483342	489524	502362	518345	529172
40	430608	451360	474847	478269	486441	499821	514667
41	426801	426880	445931	469881	475258	483304	494388
42	416480	423368	421849	441154	466628	472539	479380
43	382417	413598	418470	417200	438040	463044	467181
44	356718	379738	409021	414054	414196	434771	458625
45	346522	353707	375641	405256	411138	411991	431219
46	326862	343792	349862	372073	402471	407671	406423
47	315020	324272	340254	346608	369581	399254	403390
48	303732	312416	320932	337290	344508	367576	396252
49	279731	301023	308955	317958	335117	342676	364226
50	259608	277036	297275	305766	315674	332287	338360
51	241629	256875	273093	293616	303268	313207	329184
52	218747	238820	253059	269553	290964	300782	309879
53	212894	216084	235058	249442	266969	287920	296822
54	203802	210083	212481	231643	246889	264476	285014
55	201131	201156	206482	209216	229050	244444	260947

ตารางที่ ข1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ. 2541 - พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	201694	197632	197137	202990	206695	226412	240680
57	188075	198733	194065	193789	200467	204373	223184
58	187972	184961	194576	190284	191090	197887	200843
59	187949	184466	181043	191051	187622	188385	194452
60	178400	184588	180379	177163	188001	185243	185311
61	170035	174547	180201	176633	174290	184079	180141
62	161080	166394	170127	176049	173524	171755	181441
63	153869	157398	161973	166149	172717	170065	167232
64	147069	149775	152783	157825	162743	169120	166080
65	141107	143246	145326	148658	154373	159204	164929
66	128282	136954	138508	141059	145208	150981	154969
67	116295	124480	132415	134346	137422	141139	146078
68	109641	112509	120024	128177	130688	134269	137633
69	104812	105924	108513	116037	124276	126553	129003
70	94885	100972	101734	104485	112140	120298	122367
71	84225	91047	96796	97894	100813	108087	115415
72	77213	80426	86746	92581	94135	97403	104084
73	65182	73526	76484	82821	88759	90241	92611
74	61826	61847	69514	72609	79096	85065	86268
75	56504	58333	58343	65894	69119	75223	80385
76	50650	53236	54725	54926	62390	65939	71646
77	47114	47307	49516	51192	51695	58878	61714
78	36716	43857	43866	46144	48000	48682	55080
79	32536	33964	40250	40491	42985	44838	45165
□0	32010	29853	31021	37052	37577	40004	41500
81	30124	29254	27157	28368	34131	34786	36741
82	25314	27374	26379	24616	26009	31321	31593
83	20772	22805	24497	23708	22389	23802	28394

ตารางที่ ข1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	18737	18588	20122	21812	21499	20450	21521
85	15075	16672	16326	17790	19576	19327	18072
86	14050	13329	14464	14221	15882	17586	17177
87	12082	12325	11465	12575	12588	14085	15363
88	9839	10615	10606	9871	11067	11175	12299
89	8778	8607	8983	8989	8608	9693	9547
90	7122	7675	7271	7646	7868	7298	8084
91	6484	6163	6421	6127	6667	6614	5764
92	5□93	5669	5129	5380	5319	5509	5166
93	4642	4807	4779	4295	4685	4394	4219
94	4107	4109	3974	3957	3763	3878	3347
95	3295	3663	3471	3359	3509	3093	2888
96	3157	2927	3026	2853	3016	2975	2350
97	2712	2865	2481	2587	2591	2499	2237
98	2197	2460	2438	2094	2338	2190	1794
99	1913	2017	2074	2068	1937	1919	1585
100+	23171	16757	16716	16742	17457	16188	12930
รวม	28706605	28957994	29111389	29262119	29485049	29667380	29796764

ตารางที่ ข2 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	394991	392355	386732	381621	380912	378074	380630	385450
1	406498	410496	406070	405110	401732	396020	388794	389248
2	402462	408012	412197	407348	406143	403343	397612	390422
3	404715	403625	409348	412882	407608	406922	404281	398612
4	416885	405761	404884	409963	412965	408156	407545	404853
5	428365	417858	406850	405387	409935	413246	408480	407899
6	443398	429079	418723	407263	405308	410091	413403	408578
7	477549	444070	429921	419087	407194	405568	410359	413544
8	502298	478089	444711	430158	418985	407284	405679	410466
9	504528	502937	478776	445010	430064	419139	407482	405774
10	493927	505212	503503	478776	444867	430218	419327	407610
11	488029	494520	505819	503657	478709	445008	430434	419484
12	493462	488629	495145	506025	503666	478887	445175	430519
13	496661	493977	489123	495347	506015	503835	479055	445204
14	492285	497056	494360	489111	495154	505963	503733	478924
15	479210	492785	497431	494464	489041	495257	506034	503602
16	464469	479275	492710	497171	494066	488689	494857	505603
17	458050	464189	478917	492175	496610	493546	488091	494297
18	464323	457506	463681	478209	491313	495884	492875	487319
19	481643	463618	456608	462646	477404	490668	495192	491993
20	491705	479910	461304	454344	461396	476842	490239	494652
21	493861	484502	473750	455086	447385	454206	469171	480562
22	512998	496521	487608	475850	458402	451834	456572	470952
23	522554	511459	493207	484200	473822	456215	448844	454309
24	530005	521994	509830	492491	485301	474753	457008	450031
25	537269	529065	519939	508245	492439	485205	474515	456779
26	529217	536022	526780	518063	507806	492166	484805	474018
27	534025	527852	533724	524855	517414	507197	491593	484177

ตารางที่ ข2 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	544261	532598	525396	531585	523987	516623	506504	490916
29	5362□2	542426	530020	523184	530473	522994	515681	505544
30	536620	534345	539600	527439	521884	529403	521964	514634
31	536047	534606	531286	536728	525900	520656	528252	520770
32	539586	533554	531130	528320	535115	524600	519457	526990
33	551899	537162	530135	527835	526541	533792	523325	518046
34	550167	549355	533428	526575	525890	525274	532559	521864
35	539995	547392	545255	529413	524385	524252	523740	530938
36	545051	537076	542987	540857	526890	522700	522709	521961
37	542668	542072	532648	538478	538131	524900	520937	520889
38	524816	539558	537431	527927	535473	535947	522972	518986
39	522184	521768	534751	532413	524873	533182	533786	520774
40	525091	518961	516806	529415	529098	522524	530965	531516
41	509518	521785	514002	511500	525935	526539	520182	528517
42	490115	506138	516629	508544	507981	523272	524010	517720
43	474523	486680	500811	511034	504980	505303	520626	521333
44	462964	470982	481508	495137	507091	502009	502633	517952
45	454130	459351	465844	475927	491258	504068	499214	499854
46	426002	450382	454014	460189	471986	488088	501003	496212
47	402336	422355	445118	448373	456268	468699	484889	497841
48	399668	398838	417121	439148	444097	452891	465441	481645
49	391929	396110	393793	411355	434794	440653	449551	462081
50	359914	388333	390987	388215	407172	431165	437094	446070
51	334985	356436	383130	385191	383930	403514	427500	433501
52	325416	331522	351168	377064	380804	380408	399913	423734
53	306098	322007	326649	345472	372393	376911	376718	396127
54	293539	302651	317055	321220	340945	368192	373087	372975
55	280929	289997	297852	311648	316781	336859	364106	369199

ตารางที่ ข2 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 - พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	256866	277308	285145	292555	307218	312800	332885	360084
57	236914	253346	272545	279914	288168	303151	308985	328879
58	□19250	233451	248624	267190	275468	284230	299204	305103
59	197287	215823	228837	243437	262761	271682	280521	295293
60	190743	194008	211221	223694	239314	259054	267929	276724
61	181012	187372	189568	206128	219561	235539	255081	263955
62	177004	177501	183022	184864	201991	215840	231637	250936
63	176897	173380	172933	178090	180981	198325	211956	227623
64	163314	172939	168751	168088	173968	177376	194486	208022
65	161813	159329	167946	163617	163920	170210	173650	190495
66	160350	157782	154448	162474	159136	160120	166365	169799
67	150240	155961	152545	148997	157768	155024	156173	162375
68	141777	145886	150672	146884	144216	153441	150964	152194
69	132364	137266	140442	144734	141905	139881	149008	146740
70	124508	127741	131734	134503	139482	137288	135463	144466
71	117504	119915	122152	125764	129309	134603	132656	131046
72	110708	112775	114435	116193	120270	124361	129751	128027
73	99040	105899	107221	108471	110714	115224	119468	124893
74	88305	94560	100387	101268	103103	105768	110334	114577
75	81660	83923	89291	94527	95892	98018	100695	105340
76	76121	77275	79057	83857	89074	90698	92958	95833
77	67034	71664	72370	73910	78672	83850	85723	88060
78	57618	62842	66836	67281	68987	73768	78762	80702
79	51100	53723	58201	61748	62556	64365	68937	73819
80	41692	47252	49518	53567	56955	57954	59825	64316
81	37998	38347	42992	44990	49149	52391	53450	55435
82	33294	34692	34806	38862	40900	44859	47913	49152
83	28486	30160	31232	31222	35042	37052	40827	43783

ตารางที่ ข2 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	25511	25699	26835	27648	27894	31454	33401	37048
85	18945	22721	22633	23546	24505	24828	28092	30007
86	15969	16750	19753	19537	20519	21510	21954	25011
87	14911	1401	14435	16938	16914	17882	18907	19414
88	13276	12983	12061	12302	14565	14652	15559	16564
89	10512	11565	11031	10118	10464	12458	12636	13531
90	8148	8994	9681	9142	8507	8864	10623	10936
91	6684	7015	7372	7805	7580	7175	7545	9163
92	4651	5654	5749	5917	6384	6290	6064	6472
93	4075	3871	4530	4554	4907	5360	5283	5142
94	3387	3454	3121	3587	3713	4086	4515	4521
95	2619	2885	2799	2428	2939	3122	3478	3890
96	2313	2235	2307	2165	1978	2501	2673	3006
97	1867	1992	1826	1813	1764	1669	2160	2345
98	1689	1632	1636	1435	1509	1501	1432	1915
99	1434	1502	1332	1276	1197	1308	1320	1283
100+	11398	11629	11421	10187	7438	5780	6481	7301
รวม	29960350	30147507	30253629	30331933	30475941	30646920	30818305	30988668

ตารางที่ ข3 ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	365278	374574	371558	355119	349115	342094	355152
1	450753	436907	409585	397261	387691	376521	376273
2	456124	456393	441771	413322	400478	390158	379427
3	455718	460601	461757	446123	415976	401736	391678
4	456342	458655	467391	468389	449009	417236	403481
5	463841	457923	463103	472951	471632	449947	417693
6	466207	464987	459235	465295	475361	472357	450659
7	461640	467275	466208	460832	466996	476498	473910
8	449025	462599	468175	467257	461913	467697	477741
9	435154	450267	463861	469414	468180	462455	468137
10	429827	435787	451483	465387	470325	468463	462293
11	437799	431174	437597	453304	466516	470844	468611
12	457805	439270	433195	439457	454707	467307	471120
13	472867	459828	442140	435749	441015	455630	467780
14	483632	473944	461357	443802	436959	442165	456393
15	502933	485456	475762	463628	445953	438359	442480
16	515417	504774	486953	477221	464985	446376	438107
17	523156	515795	504752	487290	477811	464683	446578
18	532808	523228	515231	504503	487609	477200	464461
19	529162	532665	522362	514959	504902	487394	476910
20	537402	528506	531500	522097	515386	504308	486293
21	552334	536800	527253	530962	522481	514905	503333
22	548935	551839	535843	526869	531055	521853	513727
23	552948	548084	550243	534830	526744	529837	519843
24	556766	551607	546040	548844	534526	525452	528335
25	565436	555579	549343	544271	548372	534095	524460
26	582774	563379	552595	547021	543531	546491	530801
27	583401	581354	560557	550119	546264	542030	544695

ตารางที่ ข3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีพ.ศ. 2541 - พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	575401	582031	578434	557952	549329	545266	539986
29	584779	573867	578798	575530	556893	547093	541724
30	583235	583136	570676	575973	574570	555670	545193
31	566907	582009	579881	567444	574706	572549	551900
32	566092	565125	578111	576496	566075	572607	569529
33	571237	564517	561689	574947	575376	564924	570235
34	553695	569939	561332	558595	573616	573673	561499
35	529165	552566	566640	558352	557417	571680	570389
36	512273	527341	549096	563724	557225	556891	569904
37	504209	511410	524386	546126	562386	555680	553060
38	496495	502203	508049	521597	544823	560842	552917
39	467667	495309	499437	505417	520259	542978	557716
40	445672	466149	492118	496810	504232	519904	541539
41	443664	443961	462996	489461	495607	502561	515862
42	436108	442185	441215	460513	488126	494533	500688
43	401163	435149	439684	438859	459256	486559	491522
44	373340	400503	432995	437393	437442	457674	483946
45	364104	372399	398792	431551	436189	436900	456214
46	344220	363103	371025	397677	430561	434410	433240
47	331569	343507	361827	369880	396875	429329	432422
48	319860	330526	342026	360817	369310	396103	427690
49	293196	318745	329042	340894	360050	369305	395346
50	271115	292057	316983	327663	340001	358644	366564
51	253873	269627	290040	315296	326547	338921	357522
52	230635	252452	267811	288454	314173	325574	337539
53	222535	229335	250527	266180	287371	312838	323759
54	213398	220929	227495	249021	265095	286150	311238
55	212842	212080	219128	226081	247952	264488	285016

ตารางที่ ข3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีเพศชาย พ.ศ. 2541 - พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	213486	210692	209939	217505	224963	246575	262029
57	201453	212185	209003	208271	216289	223887	245121
58	200422	199576	209823	207141	206875	215025	221951
59	201714	198350	197525	208156	205786	205661	213209
60	194693	199978	196433	195690	206548	204688	203974
61	188866	192396	197470	194503	194161	204207	201463
62	180271	186663	189912	195219	192710	192908	203291
63	169847	178044	184199	187778	193382	190682	189957
64	165748	167390	175530	181995	185700	191371	188749
65	160254	163347	164983	173274	179797	183397	188703
66	149014	157459	160608	162659	170993	177782	181186
67	136780	146336	154646	158142	160240	168075	174292
68	126467	134059	143515	152000	155549	158330	166091
69	123251	124020	131455	140795	149147	152524	154482
70	113672	120225	121151	128671	137806	145915	149441
71	103120	110830	117311	118497	125843	134799	142617
72	95215	100103	107744	114352	115558	123103	131573
73	81043	92153	97057	104712	111210	112654	119479
74	76715	78272	88931	93935	101563	108071	109436
75	70721	73600	75268	85808	90696	97993	104135
76	65304	67858	70679	72435	82596	87769	95061
77	61615	62220	64712	67679	69460	79227	83762
78	49147	58341	58933	61563	64585	66764	75889
79	44480	46583	55111	55801	58515	61380	63041
80	44066	41660	43636	51894	52702	55388	58046
81	43008	41099	38793	40835	48725	49688	52084
82	37124	39830	38022	36007	38081	45501	46133
83	30644	34101	36556	35103	33376	35397	42162

ตารางที่ ข3 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรกลางปีพศ. 2541 - พ.ศ. 2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	28094	27814	30785	33236	32311	31112	32845
85	23153	25405	25058	27918	30336	29414	27848
86	21715	20599	22467	22344	25243	27701	26830
87	18939	19280	18148	19968	19994	22620	24668
88	15700	16754	16877	15914	17716	18006	20233
89	14176	13700	14412	14660	14058	15583	15551
90	11595	12356	11726	12446	12813	12053	13245
91	10697	10034	10436	9984	10860	10926	9885
92	8848	9278	8373	8784	8637	9033	8744
93	7175	7703	7842	7006	7565	7166	7063
94	6228	6220	6377	6481	6043	6236	5561
95	5069	5418	5185	5401	5683	4968	4800
96	4810	4427	4467	4292	4770	4798	3799
97	3981	4289	3732	3764	3757	3880	3647
98	3284	3539	3600	3101	3343	3172	2878
99	2958	2977	2957	3015	2803	2735	2318
100+	22399	23458	23371	23312	24336	22562	18085
รวม	29030867	29362007	29611813	30140051	30378540	30579862	30809813

ตารางที่ ข4 ข้อมูลประชากรกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	372846	369380	367744	363247	358278	356231	359024	363302
1	383445	387921	382253	381008	378618	372906	366629	367294
2	379342	385190	389340	383678	382602	380347	374712	368441
3	381667	380658	386237	390220	384606	383626	381422	375817
4	394101	382903	381667	386962	390804	385291	384349	382068
5	404985	395314	383904	382407	387469	391208	385699	384718
6	419344	405871	396106	384481	382762	387741	391443	385937
7	452441	420203	406644	396632	384862	383167	388136	391713
8	475415	453125	420740	406997	396913	385125	383430	388309
9	478491	476153	453598	420971	407225	397217	385450	383603
10	468472	479244	476693	453843	421173	407470	397502	385632
11	462765	469153	479753	476910	453987	421393	407781	397738
12	469146	463460	469713	480135	477205	454268	421672	407980
13	471758	469912	464056	470079	480421	477558	454613	421884
14	468159	472339	470335	464253	470260	480598	477667	454676
15	456724	469113	473132	470851	464633	470780	481082	477883
16	442774	457408	469636	473457	471116	464853	470934	481195
17	439069	443291	457707	469795	473694	471271	464908	470899
18	447361	439396	443505	457776	469874	473781	471219	464749
19	464667	447486	439291	443343	457896	469995	473799	471034
20	476961	465206	447718	439573	443859	458266	470311	473956
21	486321	477188	465059	447800	440045	444098	458420	470371
22	502886	486401	476959	464964	448169	440286	444239	458454
23	512927	502694	485763	476531	465208	448317	440322	444147
24	519535	512736	501916	485212	476717	465245	448286	440218
25	527723	519288	511902	501322	485341	476715	465228	448239
26	522819	527286	518305	511235	501420	485357	476673	465108
27	530142	522405	526256	517457	511204	501323	485204	476453

ตารางที่ ข4 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีพ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	543344	529621	521281	525330	517344	511094	501184	485111
29	534043	542613	528346	520175	525074	517157	510893	500898
30	540380	537262	541104	526942	519711	524775	516914	510611
31	542753	539535	535576	539491	526388	519397	524457	516518
32	550020	541793	537734	533714	538738	525958	518984	524020
33	567467	548921	539753	535701	532868	538193	525487	518536
34	567636	566321	546728	537593	534739	532245	537667	524985
35	559199	566409	563955	544238	536469	534085	531651	537064
36	568150	557801	563848	561310	543023	535803	533472	531003
37	566479	566719	555047	560908	559895	542196	535118	532848
38	550638	564918	563903	552049	559421	559046	541431	534366
39	550484	549165	561850	560619	550508	558530	558219	540607
40	555439	548888	546075	558425	558881	549528	557571	557317
41	538019	553883	545824	542556	556593	557896	548617	556649
42	513781	536404	550733	542301	540702	555475	556848	547616
43	497941	512069	533098	547033	540351	539524	554308	555752
44	489207	496321	508899	529383	544878	539056	538316	553112
45	481655	487543	493213	505245	527156	543422	537724	537073
46	453004	479847	484381	489618	503109	525758	542000	536360
47	431378	451226	476542	480599	487355	501637	524311	540558
48	430429	429563	447996	472792	478387	485928	500133	522765
49	425711	428526	426424	444395	470408	476723	484373	498586
50	392759	423823	425361	422880	442073	468637	475012	482703
51	365256	390826	420434	421572	420433	440261	466894	473346
52	355797	363436	387447	416362	418946	418595	438426	465056
53	335743	353879	360158	383321	413166	416778	416789	436633
54	322015	333799	350565	356302	380189	410533	414707	414897
55	309239	320067	330694	346730	353216	377567	408132	412579

ตารางที่ ข4 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีพ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	282325	307074	316822	326809	343534	350721	375275	405737
57	260154	280248	303654	312850	323763	340961	348371	372834
58	242710	257971	276977	299747	309773	321249	338553	346063
59	219768	240612	254816	273310	296876	307598	319224	336353
60	210871	217709	237505	251184	270656	294830	305494	317004
61	201224	208661	214766	233996	248528	268395	292336	303138
62	199892	199003	205660	211334	231314	246258	265882	289698
63	200200	197465	195880	202085	208641	228893	243695	263297
64	187733	197586	194222	192335	199185	206197	226290	240979
65	186126	185069	194062	190487	189378	196616	203595	223584
66	185985	183340	181562	190054	187271	186696	193883	200924
67	177917	183011	179667	177496	186581	184269	183811	190995
68	171487	174731	179058	175454	173929	183388	181268	180866
69	162145	167999	170594	174579	171742	170605	179979	178064
70	151428	158529	163770	166037	170468	168179	167184	176527
71	145888	147721	154113	159053	161899	166671	164478	163654
72	138755	141996	143446	149414	154550	157775	162615	160668
73	127499	134766	137456	138629	144792	150229	153608	158460
74	115778	123496	130227	132615	134011	140316	145843	149332
75	105689	111872	119043	125255	127698	129371	135610	141230
76	100525	101767	107589	114237	120230	122836	124610	130853
77	90794	96445	97596	102884	109185	115150	117805	119802
78	79877	86779	92195	93081	97935	104123	109953	112658
79	71684	75831	82470	87547	88335	93009	98980	104701
80	59533	67640	71662	77818	82427	83381	87965	93862
81	54388	55877	63279	66997	72925	77282	78315	82908
82	48312	50638	52041	58857	62287	67983	72266	73425
83	42632	44681	46845	47993	54204	57561	63059	67252

ตารางที่ ข4 (ต่อ) ข้อมูลประชากรกลางปีพ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	38669	39036	40841	42769	43787	49535	52837	58243
85	29521	35143	35384	36951	38656	39645	44959	48263
86	25191	26639	31504	31635	33165	34721	35724	40791
87	23906	22590	23745	27884	27960	29439	30936	32085
88	21818	21164	19912	20841	24462	24559	25903	27410
89	17569	19201	18453	17243	18029	21226	21438	22740
90	13396	15167	16448	15742	14716	15460	18298	18603
91	11126	11496	12717	13742	13321	12504	13152	15730
92	8101	9363	9579	10468	11418	11179	10521	11220
93	6986	6744	7664	7730	8621	9493	9306	8883
94	5721	5864	5522	6228	6285	7059	7858	7776
95	4391	4740	4775	4433	5046	5125	5842	6576
96	3804	3682	3820	3766	3545	4101	4256	4945
97	3015	3208	3013	3014	2948	2835	3379	3556
98	2793	2549	2602	2367	2434	2392	2303	2836
99	2306	2425	2060	2016	1886	1997	1985	1923
100+	15□55	16336	16238	14467	10640	8313	9004	9879
รวม	30809813	31045742	31214129	31352127	31535391	31740329	31947414	32155683

ภาคผนวก ค

คำอรรถาบายกลางปีเพศชาย และเพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค1 ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	0.00619	0.00699	0.00705	0.00753	0.00767	0.00802	0.00905
1	0.00770	0.00355	0.00230	0.00261	0.00213	0.00205	0.00162
2	0.00101	0.00117	0.00114	0.00111	0.00113	0.00113	0.00101
3	0.00093	0.00101	0.00104	0.00094	0.00090	0.00080	0.00081
4	0.00097	0.00106	0.00102	0.00091	0.00098	0.00083	0.00083
5	0.00084	0.00098	0.00106	0.00097	0.00091	0.00083	0.00078
6	0.00069	0.00088	0.00102	0.00088	0.00088	0.00076	0.00081
7	0.00067	0.00077	0.00077	0.00082	0.00078	0.00064	0.00071
8	0.00054	0.00059	0.00059	0.00074	0.00072	0.00064	0.00063
9	0.00038	0.00052	0.00055	0.00065	0.00063	0.00052	0.00059
10	0.00038	0.00041	0.00043	0.00053	0.00055	0.00044	0.00050
11	0.00034	0.00041	0.00047	0.00044	0.00050	0.00044	0.00045
12	0.00039	0.00046	0.00047	0.00047	0.00052	0.00050	0.00053
13	0.00048	0.00067	0.00066	0.00053	0.00070	0.00066	0.00074
14	0.00065	0.00081	0.00089	0.00092	0.00106	0.00102	0.00106
15	0.00094	0.00121	0.00121	0.00123	0.00142	0.00149	0.00152
16	0.00121	0.00164	0.00158	0.00150	0.00173	0.00204	0.00194
17	0.00149	0.00200	0.00188	0.00185	0.00213	0.00242	0.00242
18	0.00165	0.00214	0.00214	0.00202	0.00228	0.00260	0.00262
19	0.00187	0.00216	0.00219	0.00215	0.00240	0.00279	0.00279
20	0.00199	0.00263	0.00247	0.00223	0.00245	0.00288	0.00267
21	0.00211	0.00247	0.00260	0.00233	0.00249	0.00291	0.00260
22	0.00238	0.00286	0.00273	0.00253	0.00267	0.00278	0.00252
23	0.00291	0.00322	0.00319	0.00296	0.00295	0.00314	0.00277
24	0.00318	0.00367	0.00334	0.00326	0.00322	0.00327	0.00293
25	0.00415	0.00446	0.00413	0.00364	0.00358	0.00335	0.00318
26	0.00473	0.00500	0.00452	0.00406	0.00375	0.00360	0.00317
27	0.00525	0.00605	0.00530	0.00449	0.00436	0.00387	0.00353

ตารางที่ ค1 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2541 - พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	0.00544	0.00638	0.00605	0.00523	0.00473	0.00439	0.00370
29	0.00594	0.00651	0.00640	0.00561	0.00519	0.00461	0.00405
30	0.00614	0.00650	0.00653	0.00609	0.00565	0.00501	0.00446
3	0.00568	0.00678	0.00660	0.00616	0.00570	0.00527	0.00446
32	0.00586	0.00656	0.00646	0.00606	0.00593	0.00539	0.00460
33	0.00540	0.00648	0.00644	0.00630	0.00591	0.00530	0.00492
34	0.00526	0.00615	0.00652	0.00606	0.00589	0.00540	0.00482
35	0.00518	0.00627	0.00628	0.00601	0.00582	0.00560	0.00514
36	0.00520	0.00610	0.00605	0.00583	0.00603	0.00537	0.00491
37	0.00498	0.00626	0.00598	0.00581	0.00574	0.00563	0.00506
38	0.00511	0.00593	0.00600	0.00578	0.00596	0.00558	0.00539
39	0.00520	0.00618	0.00599	0.00601	0.00569	0.00547	0.00523
40	0.00516	0.00614	0.00621	0.00569	0.00581	0.00560	0.00545
41	0.00507	0.00613	0.00622	0.00626	0.00599	0.00582	0.00578
42	0.00497	0.00640	0.00641	0.00627	0.00651	0.00609	0.00585
43	0.00551	0.00609	0.00633	0.00619	0.00636	0.00641	0.00607
44	0.00547	0.00674	0.00636	0.00627	0.00655	0.00657	0.00657
45	0.00578	0.00693	0.00691	0.00638	0.00671	0.00688	0.00681
46	0.00591	0.00719	0.00707	0.00740	0.00673	0.00686	0.00694
47	0.00590	0.00741	0.00723	0.00716	0.00741	0.00680	0.00713
48	0.00663	0.00752	0.00817	0.00728	0.00784	0.00775	0.00739
49	0.00705	0.00822	0.00820	0.00792	0.00801	0.00799	0.00852
50	0.00692	0.00883	0.00891	0.00842	0.00856	0.00851	0.00879
51	0.00775	0.00924	0.00960	0.00915	0.00878	0.00893	0.00962
52	0.00860	0.00992	0.00954	0.00967	0.00974	0.00922	0.00995
53	0.00881	0.01036	0.01039	0.01031	0.01057	0.01050	0.01031
54	0.00992	0.01133	0.01128	0.01113	0.01074	0.01104	0.01096
55	0.00943	0.01241	0.01107	0.01139	0.01198	0.01146	0.01223

ตารางที่ ค1 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	0.01084	0.01183	0.01280	0.01205	0.01276	0.01211	0.01249
57	0.01147	0.01370	0.01357	0.01348	0.01276	0.01350	0.01330
58	0.01195	0.01472	0.01438	0.01340	0.01463	0.01328	0.01433
59	0.01321	0.01562	0.01517	0.01567	0.01432	0.01595	0.01515
60	0.01457	0.01635	0.01583	0.01650	0.01652	0.01546	0.01681
61	0.01516	0.01813	0.01726	0.01689	0.01771	0.01732	0.01702
62	0.01636	0.01919	0.01914	0.01846	0.01786	0.01844	0.01916
63	0.01712	0.02156	0.02015	0.02029	0.02014	0.01986	0.02011
64	0.01996	0.02266	0.02241	0.02159	0.02199	0.02132	0.02147
65	0.02066	0.02391	0.02345	0.02316	0.02306	0.02314	0.02363
66	0.02441	0.02584	0.02589	0.02410	0.02557	0.02528	0.02613
67	0.02373	0.03021	0.02761	0.02791	0.02684	0.02755	0.02770
68	0.02697	0.02911	0.03114	0.02901	0.02996	0.02779	0.02925
69	0.02873	0.03418	0.03144	0.03306	0.03235	0.03121	0.03190
70	0.03303	0.03450	0.03661	0.03452	0.03702	0.03435	0.03469
71	0.03251	0.04090	0.03770	0.03830	0.03678	0.03888	0.03711
72	0.03943	0.04231	0.04624	0.04104	0.04246	0.04091	0.04231
73	0.04269	0.04796	0.04325	0.04813	0.04448	0.04689	0.04333
74	0.04318	0.05240	0.05199	0.04816	0.05239	0.04615	0.05032
75	0.04992	0.05395	0.05409	0.05564	0.05183	0.05633	0.05353
76	0.05158	0.06093	0.05757	0.06113	0.06095	0.05618	0.06219
77	0.05664	0.06424	0.06685	0.06076	0.06433	0.06496	0.06072
78	0.06846	0.07357	0.06661	0.07518	0.06780	0.07250	0.07389
79	0.06306	0.08634	0.07641	0.07545	0.07811	0.07313	0.07472
80	0.07333	0.07786	0.08782	0.07980	0.07929	0.08570	0.07850
81	0.07596	0.09284	0.07845	0.09515	0.08947	0.08769	0.09450
82	0.09490	0.09021	0.09852	0.08587	0.10504	0.09557	0.09621
83	0.09155	0.11115	0.09970	0.10536	0.09838	0.11015	0.10140

ตารางที่ ค1 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2541 - พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	0.10122	0.10415	0.11929	0.10693	0.11308	0.09998	0.12085
85	0.10987	0.11871	0.10973	0.13032	0.11088	0.11948	0.11371
86	0.10277	0.12757	0.12843	0.12348	0.13099	0.12487	0.12873
87	0.11968	0.11614	0.12686	0.13144	0.13198	0.14502	0.13311
88	0.11175	0.12661	0.12323	0.13739	0.14214	0.13358	0.14771
89	0.11488	0.12398	0.13790	0.13459	0.14769	0.15101	0.15231
90	0.11797	0.13065	0.13009	0.14369	0.13201	0.15814	0.16130
91	0.10718	0.12595	0.12623	0.13481	0.15219	0.14707	0.17530
92	0.10610	0.11881	0.12066	0.13526	0.14193	0.16459	0.15393
93	0.09362	0.10304	0.10389	0.13770	0.14487	0.15688	0.16238
94	0.09216	0.10364	0.11686	0.11375	0.13083	0.14339	0.16037
95	0.071□2	0.09565	0.08381	0.11100	0.09801	0.12796	0.15153
96	0.07137	0.07704	0.09051	0.08293	0.09675	0.10001	0.13938
97	0.05724	0.07414	0.06994	0.08603	0.07392	0.09262	0.09851
98	0.05424	0.05935	0.05514	0.06127	0.07890	0.06040	0.09211
99	0.03717	0.04891	0.05805	0.05525	0.04917	0.05483	0.07835
100	0.00959	0.01286	0.01596	0.01545	0.01855	0.01875	0.02618

ตารางที่ ค2 ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	0.00875	0.00845	0.00846	0.00821	0.00792	0.00801	0.00763	0.00747
1	0.00117	0.00122	0.00109	0.00107	0.00102	0.00107	0.00104	0.00103
2	0.00090	0.00094	0.00074	0.00079	0.00083	0.00079	0.00077	0.00078
3	0.00078	0.00076	0.00066	0.00062	0.00061	0.00064	0.00062	0.00062
4	0.00072	0.00073	0.00064	0.00060	0.00054	0.00060	0.00058	0.00058
5	0.00078	0.00068	0.00057	0.00066	0.00059	0.00059	0.00052	0.00047
6	0.00064	0.00069	0.00060	0.00059	0.00061	0.00058	0.00050	0.00046
7	0.00069	0.00065	0.00058	0.00048	0.00049	0.00056	0.00048	0.00043
8	0.00053	0.00061	0.00047	0.00052	0.00046	0.00052	0.00046	0.00040
9	0.00052	0.00040	0.00051	0.00047	0.00042	0.00047	0.00042	0.00038
10	0.00043	0.00045	0.00046	0.00042	0.00038	0.00046	0.00044	0.00045
11	0.00046	0.00045	0.00038	0.00044	0.00044	0.00046	0.00044	0.00045
12	0.00051	0.00052	0.00045	0.00045	0.00048	0.00048	0.00048	0.00049
13	0.00072	0.00075	0.00073	0.00064	0.00070	0.00066	0.00065	0.00069
14	0.00099	0.00101	0.00102	0.00094	0.00094	0.00091	0.00084	0.00089
15	0.00148	0.00159	0.00137	0.00135	0.00136	0.00134	0.00119	0.00119
16	0.00189	0.00176	0.00181	0.00165	0.00160	0.00164	0.00146	0.00143
17	0.00223	0.00228	0.00207	0.00192	0.00177	0.00187	0.00172	0.00169
18	0.00250	0.00219	0.00226	0.00196	0.00194	0.00194	0.00177	0.00179
19	0.00250	0.00238	0.00211	0.00190	0.00194	0.00195	0.00175	0.00176
20	0.00257	0.00239	0.00211	0.00191	0.00194	0.00182	0.00171	0.00162
21	0.00244	0.00220	0.00203	0.00188	0.00192	0.00184	0.00172	0.00160
22	0.00242	0.00231	0.00215	0.00215	0.00204	0.00202	0.00194	0.00179
23	0.00262	0.00238	0.00208	0.00207	0.00195	0.00205	0.00201	0.00190
24	0.00266	0.00227	0.00221	0.00219	0.00212	0.00208	0.00209	0.00202
25	0.00268	0.00246	0.00232	0.00230	0.00223	0.00210	0.00205	0.00199
26	0.00300	0.00261	0.00240	0.00239	0.00221	0.00219	0.00213	0.00203
27	0.00309	0.00278	0.00259	0.00251	0.00232	0.00226	0.00223	0.00212

ตารางที่ ค2 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	0.00339	0.00307	0.00286	0.00254	0.00251	0.00241	0.00235	0.00227
29	0.00362	0.00328	0.00279	0.00284	0.00261	0.00249	0.00241	0.00230
30	0.00371	0.00321	0.00322	0.00284	0.00264	0.00265	0.00265	0.00253
31	0.00385	0.00375	0.00327	0.00321	0.00292	0.00294	0.00286	0.00273
32	0.00408	0.00385	0.00333	0.00334	0.00320	0.00306	0.00305	0.00283
33	0.00427	0.00387	0.00356	0.00358	0.00320	0.00313	0.00315	0.00300
34	0.00430	0.00418	0.00383	0.00366	0.00342	0.00336	0.00327	0.00314
35	0.00455	0.00414	0.00394	0.00374	0.00357	0.00378	0.00361	0.00362
36	0.00467	0.00438	0.00406	0.00388	0.00387	0.00398	0.00380	0.00386
37	0.00472	0.00454	0.00405	0.00415	0.00390	0.00406	0.00390	0.00397
38	0.00488	0.00469	0.00420	0.00416	0.00413	0.00406	0.00397	0.00407
39	0.00524	0.00473	0.00457	0.00437	0.00425	0.00424	0.00404	0.00421
40	0.00526	0.00499	0.00472	0.00479	0.00437	0.00468	0.00458	0.00464
41	0.00542	0.00501	0.00516	0.00457	0.00478	0.00474	0.00476	0.00476
42	0.00572	0.00539	0.00517	0.00503	0.00502	0.00493	0.00489	0.00502
43	0.00608	0.00576	0.00555	0.00541	0.00529	0.00533	0.00514	0.00521
44	0.00626	0.00618	0.00582	0.00570	0.00557	0.00551	0.00547	0.00538
45	0.00678	0.00658	0.00630	0.00587	0.00574	0.00611	0.00626	0.00619
46	0.00707	0.00690	0.00649	0.00633	0.00594	0.00637	0.00629	0.00629
47	0.00724	0.00721	0.00702	0.00666	0.00662	0.00677	0.00664	0.00640
48	0.00738	0.00749	0.00737	0.00758	0.00672	0.00711	0.00702	0.00672
49	0.00765	0.00753	0.00764	0.00762	0.00723	0.00728	0.00724	0.00698
50	0.00879	0.00784	0.00772	0.00783	0.00792	0.00780	0.00809	0.00810
51	0.00902	0.00885	0.00817	0.00827	0.00820	0.00842	0.00835	0.00841
52	0.00947	0.00950	0.00928	0.00872	0.00836	0.00911	0.00911	0.00879
53	0.01043	0.01003	0.00931	0.00986	0.00860	0.00926	0.00973	0.00946
54	0.01116	0.01070	0.01042	0.01028	0.01031	0.00981	0.01017	0.01040
55	0.01197	0.01113	0.01114	0.01086	0.01055	0.01099	0.01043	0.01039

ตารางที่ ค2 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	0.01268	0.01234	0.01154	0.01180	0.01091	0.01193	0.01151	0.01074
57	0.01307	0.01263	0.01254	0.01210	0.01204	0.01217	0.01225	0.01162
58	0.01433	0.01360	0.01414	0.01332	0.01257	0.01318	0.01285	0.01272
59	0.01525	0.01469	0.01470	0.01441	0.01413	0.01371	0.01362	0.01306
60	0.01597	0.01625	0.01642	0.01508	0.01501	0.01425	0.01461	0.01449
61	0.01797	0.01686	0.01741	0.01706	0.01613	0.01580	0.01548	0.01532
62	0.01799	0.01898	0.01739	0.01877	0.01756	0.01722	0.01703	0.01610
63	0.02040	0.01934	0.02006	0.01850	0.01894	0.01921	0.01907	0.01819
64	0.02201	0.02229	0.02006	0.02129	0.01962	0.02232	0.02160	0.02069
65	0.02332	0.02388	0.02247	0.02125	0.02253	0.02169	0.02158	0.01965
66	0.02524	0.02343	0.02458	0.02461	0.02265	0.02382	0.02328	0.02278
67	0.02767	0.02639	0.02540	0.02621	0.02557	0.02583	0.02602	0.02500
68	0.02945	0.02803	0.02743	0.02717	0.02810	0.02656	0.02740	0.02715
69	0.03348	0.03058	0.03062	0.03140	0.02961	0.03089	0.02943	0.02985
70	0.03447	0.03515	0.03407	0.03248	0.03227	0.03597	0.03697	0.03485
71	0.03845	0.03727	0.03704	0.03598	0.03519	0.03743	0.03852	0.03920
72	0.04117	0.04117	0.03872	0.04066	0.03797	0.04112	0.03997	0.04072
73	0.04606	0.04363	0.04354	0.04303	0.04377	0.04521	0.04423	0.04252
74	0.04767	0.04814	0.04689	0.04769	0.04436	0.04818	0.04685	0.04535
75	0.05538	0.05049	0.05298	0.05232	0.05013	0.05281	0.05214	0.05010
76	0.05806	0.05970	0.05465	0.05804	0.05382	0.05655	0.05596	0.05456
77	0.06795	0.06083	0.06399	0.05859	0.06190	0.06048	0.06001	0.05872
78	0.06685	0.07208	0.06511	0.06824	0.06248	0.06535	0.06209	0.06091
79	0.07751	0.06960	0.07728	0.07013	0.07112	0.07255	0.06871	0.06449
80	0.08402	0.08263	0.07593	0.08457	0.07511	0.07666	0.07533	0.07043
81	0.08841	0.08891	0.09214	0.08558	0.08729	0.08009	0.07962	0.07717
82	0.10340	0.08869	0.09627	0.09614	0.08709	0.08523	0.08094	0.07931
83	0.10499	0.10441	0.09699	0.10355	0.10301	0.09621	0.08856	0.08301

ตารางที่ ค2 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	0.11177	0.10600	0.11941	0.10854	0.10987	0.10514	0.10043	0.09102
85	0.13893	0.11566	0.12115	0.12617	0.11547	0.12382	0.11100	0.10446
86	0.12025	0.14192	0.12903	0.13256	0.14225	0.12754	0.12675	0.11183
87	0.14384	0.12128	0.15167	0.13736	0.13667	0.13276	0.12735	0.12468
88	0.14442	0.14158	0.12790	0.15742	0.15109	0.14341	0.13699	0.12934
89	0.16065	0.13623	0.15338	0.14236	0.16623	0.14575	0.14575	0.13682
90	0.14761	0.16670	0.14726	0.17289	0.14968	0.17554	0.14858	0.14507
91	0.16810	0.14972	0.18075	0.16673	0.17972	0.19119	0.18440	0.15263
92	0.18362	0.16805	0.15656	0.18799	0.16702	0.17261	0.18161	0.17103
93	0.18621	0.18695	0.17966	0.16715	0.18592	0.16485	0.16966	0.17520
94	0.17074	0.15439	0.18283	0.18101	0.16810	0.16103	0.14780	0.14839
95	0.15116	0.16501	0.16524	0.19651	0.17904	0.16661	0.15167	0.13631
96	0.14736	0.16322	0.17014	0.16540	0.16182	0.15858	0.15050	0.13450
97	0.13635	0.12984	0.14861	0.17766	0.14463	0.18174	0.14243	0.13185
98	0.11393	0.11364	0.11201	0.13249	0.15974	0.14709	0.15638	0.11755
99	0.09788	0.07873	0.11424	0.13875	0.14044	0.12831	0.12896	0.13342
100+	0.03043	0.02637	0.03024	0.03132	0.04653	0.06421	0.05809	0.05183

ตารางที่ ค3 ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	0.00538	0.00605	0.00555	0.00644	0.00652	0.00714	0.00749
1	0.01016	0.00382	0.00208	0.00280	0.00239	0.00212	0.00150
2	0.00082	0.00098	0.00084	0.00089	0.00082	0.00072	0.00084
3	0.00068	0.00071	0.00072	0.00073	0.00067	0.00064	0.00063
4	0.00068	0.00075	0.00069	0.00067	0.00076	0.00050	0.00054
5	0.00062	0.00073	0.00070	0.00064	0.00070	0.00052	0.00054
6	0.00055	0.00063	0.00064	0.00068	0.00072	0.00058	0.00047
7	0.00044	0.00053	0.00057	0.00063	0.00066	0.00057	0.00049
8	0.00034	0.00043	0.00051	0.00059	0.00066	0.00059	0.00047
9	0.00036	0.00039	0.00041	0.00045	0.00050	0.00048	0.00044
10	0.00034	0.00040	0.00042	0.00044	0.00043	0.00045	0.00045
11	0.00033	0.00037	0.00036	0.00037	0.00043	0.00038	0.00042
12	0.00026	0.00035	0.00033	0.00037	0.00040	0.00036	0.00037
13	0.00035	0.00037	0.00036	0.00038	0.00041	0.00040	0.00044
14	0.00038	0.00045	0.00046	0.00048	0.00054	0.00049	0.00050
15	0.00044	0.00056	0.00057	0.00049	0.00054	0.00063	0.00066
16	0.00050	0.00064	0.00062	0.00054	0.00064	0.00065	0.00072
17	0.00050	0.00060	0.00057	0.00057	0.00067	0.00063	0.00072
18	0.00052	0.00067	0.00072	0.00065	0.00060	0.00068	0.00070
19	0.00069	0.00076	0.00072	0.00062	0.00065	0.00065	0.00069
20	0.00074	0.00088	0.00084	0.00068	0.00076	0.00068	0.00068
21	0.00098	0.00104	0.00101	0.00086	0.00084	0.00076	0.00075
22	0.00105	0.00129	0.00121	0.00099	0.00104	0.00083	0.00085
23	0.00138	0.00150	0.00151	0.00128	0.00126	0.00108	0.00095
24	0.00154	0.00186	0.00176	0.00166	0.00146	0.00122	0.00112
25	0.00173	0.00204	0.00208	0.00198	0.00191	0.00143	0.00134
26	0.00177	0.00214	0.00229	0.00212	0.00206	0.00169	0.00137
27	0.00180	0.00216	0.00238	0.00227	0.00225	0.00178	0.00155

ตารางที่ ค3 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	0.00162	0.00219	0.00243	0.00231	0.00244	0.00206	0.00168
29	0.00165	0.00205	0.00238	0.00241	0.00251	0.00218	0.00186
30	0.00163	0.00211	0.00224	0.00238	0.00237	0.00211	0.00191
31	0.00156	0.00204	0.00229	0.00234	0.00251	0.00216	0.00203
32	0.00161	0.00204	0.00205	0.00229	0.00224	0.00214	0.00195
33	0.00149	0.00200	0.00216	0.00228	0.00234	0.00202	0.00196
34	0.00158	0.00208	0.00218	0.00219	0.00223	0.00207	0.00194
35	0.00144	0.00207	0.00213	0.00226	0.00212	0.00219	0.00192
36	0.00157	0.00196	0.00211	0.00215	0.00227	0.00210	0.00190
37	0.00159	0.00200	0.00214	0.00217	0.00221	0.00211	0.00207
38	0.00182	0.00210	0.00226	0.00215	0.00228	0.00218	0.00214
39	0.00170	0.00209	0.00238	0.00245	0.00226	0.00220	0.00205
40	0.00194	0.00242	0.00243	0.00220	0.00252	0.00232	0.00232
41	0.00201	0.00260	0.00255	0.00258	0.00247	0.00252	0.00225
42	0.00213	0.00277	0.00271	0.00256	0.00261	0.00247	0.00258
43	0.00241	0.00270	0.00270	0.00283	0.00279	0.00273	0.00254
44	0.00231	0.00321	0.00278	0.00293	0.00278	0.00272	0.00269
45	0.00253	0.00331	0.00345	0.00301	0.00310	0.00308	0.00290
46	0.00281	0.00333	0.00338	0.00341	0.00313	0.00313	0.00311
47	0.00300	0.00373	0.00357	0.00363	0.00371	0.00329	0.00344
48	0.00355	0.00404	0.00425	0.00406	0.00386	0.00390	0.00359
49	0.00381	0.00450	0.00416	0.00420	0.00437	0.00404	0.00419
50	0.00402	0.00490	0.00460	0.00440	0.00456	0.00449	0.00463
51	0.00444	0.00519	0.00508	0.00527	0.00486	0.00489	0.00468
52	0.00481	0.00557	0.00550	0.00538	0.00540	0.00501	0.00513
53	0.00503	0.00610	0.00624	0.00590	0.00580	0.00580	0.00549
54	0.00594	0.00626	0.00638	0.00615	0.00616	0.00594	0.00609
55	0.00589	0.00727	0.00685	0.00641	0.00708	0.00630	0.00673

ตารางที่ ค3 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2541 - พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	0.00686	0.00717	0.00794	0.00741	0.00725	0.00714	0.00745
57	0.00694	0.00817	0.00765	0.00825	0.00774	0.00747	0.00830
58	0.00708	0.00922	0.00938	0.00851	0.00909	0.00855	0.00896
59	0.00832	0.00993	0.00936	0.00979	0.00849	0.00932	0.00959
60	0.00905	0.01020	0.00971	0.01024	0.01022	0.00950	0.01046
61	0.00900	0.01136	0.01128	0.01069	0.01085	0.01069	0.01086
62	0.01115	0.01238	0.01255	0.01211	0.01182	0.01132	0.01258
63	0.01166	0.01401	0.01295	0.01267	0.01261	0.01190	0.01327
64	0.01364	0.01488	0.01495	0.01391	0.01422	0.01285	0.01358
65	0.01436	0.01673	0.01543	0.01648	0.01482	0.01453	0.01491
66	0.01553	0.01761	0.01748	0.01653	0.01687	0.01599	0.01663
67	0.01644	0.02010	0.01912	0.01862	0.01860	0.01847	0.01826
68	0.01859	0.02121	0.02081	0.02037	0.01987	0.02022	0.02120
69	0.01900	0.02274	0.02260	0.02244	0.02227	0.02198	0.02148
70	0.02300	0.02381	0.02530	0.02343	0.02497	0.02461	0.02398
71	0.02317	0.02867	0.02572	0.02641	0.02615	0.02678	0.02735
72	0.02787	0.02941	0.03135	0.02707	0.02863	0.02815	0.02976
73	0.03038	0.03434	0.03156	0.03536	0.02975	0.03200	0.03221
74	0.03330	0.03765	0.03941	0.03359	0.03668	0.03247	0.03441
75	0.03836	0.03875	0.04183	0.04097	0.03834	0.03976	0.03705
76	0.03954	0.04679	0.04265	0.04368	0.04511	0.04161	0.04466
77	0.04349	0.04793	0.05051	0.04715	0.04809	0.04907	0.04593
78	0.05550	0.05568	0.05317	0.05741	0.05161	0.05301	0.05642
79	0.05078	0.06398	0.05914	0.05647	0.05878	0.05742	0.06065
80	0.06090	0.06012	0.07227	0.06693	0.06284	0.06861	0.06279
81	0.06149	0.07471	0.06739	0.07959	0.07189	0.06832	0.07568
82	0.08115	0.07648	0.08170	0.07535	0.08689	0.08050	0.07866
83	0.07835	0.09755	0.08096	0.08879	0.08121	0.09384	0.08630

ตารางที่ ค3 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	0.09788	0.09842	0.10728	0.09937	0.09862	0.09099	0.10495
85	0.10127	0.11102	0.10329	0.11272	0.10034	0.10992	0.10286
86	0.10368	0.12675	0.12026	0.11603	0.12484	0.10462	0.11925
87	0.11713	0.11547	0.12516	0.13134	0.12653	0.13495	0.11885
88	0.11683	0.13270	0.11605	0.14165	0.14251	0.13041	0.14822
89	0.13025	0.13737	0.13890	0.13041	0.15002	0.15572	0.14275
90	0.12896	0.14060	0.13804	0.15813	0.14822	0.16993	0.17185
91	0.12272	0.14710	0.14998	0.14382	0.16460	0.14898	0.18369
92	0.13114	0.13553	0.15234	0.16987	0.15418	0.17832	0.17018
93	0.12259	0.13616	0.12969	0.17141	0.16713	0.17015	0.19321
94	0.13849	0.11914	0.13566	0.14672	0.16470	0.17798	0.18986
95	0.1318	0.13567	0.11699	0.13441	0.13253	0.16585	0.17964
96	0.10092	0.11343	0.13084	0.12892	0.13286	0.13428	0.18897
97	0.08641	0.10008	0.10323	0.12938	0.11950	0.13734	0.14406
98	0.08186	0.10014	0.09277	0.10007	0.11145	0.10600	0.14353
99	0.07121	0.07143	0.08062	0.08327	0.08242	0.11083	0.11463
100+	0.02266	0.02339	0.02613	0.02606	0.02897	0.03158	0.04408

ตารางที่ ค4 ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	0.00737	0.00693	0.00685	0.00713	0.00670	0.00660	0.00631	0.00643
1	0.00102	0.00096	0.00095	0.00080	0.00088	0.00087	0.00085	0.00088
2	0.00073	0.00061	0.00052	0.00051	0.00053	0.00054	0.00052	0.00055
3	0.00054	0.00047	0.00050	0.00045	0.00042	0.00044	0.00042	0.00044
4	0.00055	0.00044	0.00044	0.00036	0.00037	0.00040	0.00038	0.00040
5	0.00049	0.00045	0.00040	0.00041	0.00038	0.00036	0.00035	0.00033
6	0.00042	0.00045	0.00041	0.00035	0.00029	0.00033	0.00032	0.00030
7	0.00048	0.00038	0.00038	0.00035	0.00029	0.00034	0.00032	0.00030
8	0.00040	0.00038	0.00037	0.00031	0.00029	0.00033	0.00032	0.00030
9	0.00035	0.00034	0.00039	0.00033	0.00035	0.00034	0.00034	0.00032
10	0.00035	0.00035	0.00038	0.00035	0.00031	0.00033	0.00033	0.00033
11	0.00038	0.00038	0.00036	0.00032	0.00034	0.00033	0.00033	0.00033
12	0.00039	0.00037	0.00036	0.00035	0.00036	0.00032	0.00033	0.00034
13	0.00043	0.00044	0.00044	0.00039	0.00037	0.00034	0.00035	0.00037
14	0.00052	0.00045	0.00045	0.00045	0.00051	0.00039	0.00038	0.00039
15	0.00053	0.00059	0.00055	0.00050	0.00043	0.00053	0.00049	0.00050
16	0.00062	0.00060	0.00054	0.00052	0.00055	0.00057	0.00054	0.00053
17	0.00062	0.00057	0.00048	0.00062	0.00050	0.00055	0.00053	0.00053
18	0.00061	0.00052	0.00057	0.00062	0.00062	0.00057	0.00055	0.00056
19	0.00058	0.00060	0.00056	0.00056	0.00058	0.00056	0.00053	0.00054
20	0.00063	0.00058	0.00056	0.00058	0.00052	0.00052	0.00045	0.00044
21	0.00069	0.00068	0.00060	0.00061	0.00062	0.00061	0.00052	0.00050
22	0.00071	0.00066	0.00068	0.00064	0.00058	0.00064	0.00057	0.00054
23	0.00076	0.00075	0.00069	0.00066	0.00063	0.00069	0.00062	0.00061
24	0.00087	0.00082	0.00071	0.00069	0.00067	0.00073	0.00067	0.00068
25	0.00110	0.00090	0.00085	0.00077	0.00078	0.00070	0.00064	0.00065
26	0.00120	0.00098	0.00092	0.00077	0.00080	0.00074	0.00067	0.00067
27	0.00125	0.00105	0.00097	0.00102	0.00081	0.00080	0.00073	0.00073

ตารางที่ ค4 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	0.00139	0.00120	0.00112	0.00094	0.00087	0.00085	0.00077	0.00078
29	0.00148	0.00146	0.00116	0.00106	0.00093	0.00093	0.00083	0.00084
30	0.00157	0.00132	0.00130	0.00112	0.00108	0.00102	0.00098	0.00092
31	0.00158	0.00139	0.00133	0.00129	0.00107	0.00109	0.00101	0.00096
32	0.00164	0.00143	0.00144	0.00129	0.00119	0.00114	0.00108	0.00100
33	0.00171	0.00149	0.00143	0.00134	0.00127	0.00116	0.00112	0.00105
34	0.00165	0.00156	0.00146	0.00142	0.00136	0.00122	0.00114	0.00109
35	0.00173	0.00166	0.00148	0.00143	0.00146	0.00142	0.00133	0.00127
36	0.00177	0.00174	0.00164	0.00153	0.00142	0.00149	0.00139	0.00135
37	0.00188	0.00175	0.00166	0.00168	0.00152	0.00156	0.00146	0.00142
38	0.00195	0.00177	0.00169	0.00165	0.00165	0.00154	0.00147	0.00144
39	0.00199	0.00183	0.00187	0.00174	0.00160	0.00158	0.00147	0.00147
40	0.00212	0.00209	0.00182	0.00177	0.00179	0.00185	0.00177	0.00174
41	0.00219	0.00202	0.00213	0.00183	0.00186	0.00189	0.00187	0.00181
42	0.00230	0.00224	0.00226	0.00211	0.00194	0.00201	0.00195	0.00195
43	0.00247	0.00246	0.00235	0.00220	0.00221	0.00218	0.00207	0.00203
44	0.00264	0.00270	0.00240	0.00250	0.00236	0.00230	0.00224	0.00215
45	0.00273	0.00269	0.00274	0.00255	0.00249	0.00245	0.00253	0.00251
46	0.00313	0.00301	0.00279	0.00294	0.00251	0.00266	0.00264	0.00264
47	0.00330	0.00313	0.00309	0.00294	0.00282	0.00286	0.00280	0.00269
48	0.00343	0.00349	0.00328	0.00331	0.00301	0.00309	0.00308	0.00292
49	0.00364	0.00352	0.00357	0.00341	0.00333	0.00325	0.00327	0.00315
50	0.00430	0.00383	0.00387	0.00370	0.00371	0.00352	0.00354	0.00356
51	0.00454	0.00446	0.00402	0.00399	0.00387	0.00385	0.00370	0.00374
52	0.00503	0.00478	0.00472	0.00411	0.00396	0.00421	0.00410	0.00395
53	0.00528	0.00531	0.00509	0.00523	0.00434	0.00450	0.00458	0.00448
54	0.00568	0.00587	0.00535	0.00530	0.00499	0.00465	0.00469	0.00479
55	0.00668	0.00576	0.00575	0.00592	0.00533	0.00543	0.00492	0.00499

ตารางที่ ค4 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	0.00723	0.00677	0.00643	0.00648	0.00570	0.00614	0.00562	0.00533
57	0.00766	0.00734	0.00731	0.00681	0.00642	0.00646	0.00620	0.00594
58	0.00850	0.00787	0.00790	0.00740	0.00700	0.00698	0.00649	0.00651
59	0.00914	0.00896	0.00847	0.00832	0.00797	0.00749	0.00707	0.00688
60	0.00975	0.00992	0.00936	0.00912	0.00856	0.00805	0.00801	0.00789
61	0.01129	0.01024	0.01043	0.01022	0.00937	0.00910	0.00862	0.00849
62	0.01149	0.01175	0.01115	0.01079	0.01037	0.01013	0.00967	0.00907
63	0.01323	0.01156	0.01247	0.01187	0.01192	0.01151	0.01114	0.01054
64	0.01369	0.01380	0.01237	0.01313	0.01269	0.01329	0.01249	0.01199
65	0.01490	0.01470	0.01411	0.01363	0.01385	0.01329	0.01256	0.01141
66	0.01646	0.01547	0.01580	0.01535	0.01431	0.01494	0.01408	0.01356
67	0.01776	0.01715	0.01654	0.01674	0.01650	0.01615	0.01585	0.01522
68	0.01904	0.01901	0.01846	0.01774	0.01761	0.01702	0.01685	0.01685
69	0.02281	0.02124	0.01980	0.01991	0.01867	0.01972	0.01829	0.01845
70	0.02386	0.02469	0.02238	0.02211	0.02049	0.02417	0.02479	0.02340
71	0.02707	0.02584	0.02535	0.02333	0.02278	0.02535	0.02619	0.02623
72	0.02855	0.02924	0.02706	0.02848	0.02536	0.02829	0.02799	0.02823
73	0.03277	0.03093	0.03146	0.02952	0.02923	0.03093	0.03084	0.02980
74	0.03383	0.03413	0.03414	0.03404	0.03110	0.03349	0.03285	0.03198
75	0.03826	0.03748	0.03692	0.03765	0.03483	0.03722	0.03620	0.03464
76	0.04184	0.04150	0.04015	0.04124	0.03888	0.03981	0.04001	0.03797
77	0.04982	0.04407	0.04674	0.04503	0.04331	0.04358	0.04343	0.04256
78	0.05085	0.05171	0.04704	0.05010	0.04790	0.04720	0.04557	0.04433
79	0.06180	0.05443	0.05744	0.05165	0.05199	0.05327	0.05103	0.04808
80	0.06619	0.06329	0.05991	0.06372	0.05659	0.05860	0.05664	0.05290
81	0.07130	0.06937	0.07333	0.06500	0.06707	0.06179	0.06217	0.05852
82	0.08478	0.07568	0.07787	0.07530	0.07061	0.06764	0.06487	0.06363
83	0.08792	0.08919	0.08279	0.08855	0.08324	0.07817	0.07275	0.06799

ตารางที่ ค4 (ต่อ) ค่าอัตราตายกลางปีเพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	0.09855	0.09586	0.10038	0.09424	0.09208	0.08798	0.08410	0.07604
85	0.11744	0.10379	0.10547	0.10548	0.09715	0.10314	0.09273	0.08609
86	0.11073	0.11773	0.11413	0.11223	0.11288	0.10679	0.10583	0.09237
87	0.13144	0.11446	0.13753	0.12507	0.11932	0.11858	0.11506	0.11056
88	0.13379	0.13641	0.12590	0.14750	0.13381	0.13195	0.12755	0.12013
89	0.16186	0.13404	0.15068	0.13493	0.16130	0.14014	0.14147	0.13291
90	0.15661	0.16525	0.15345	0.16343	0.14804	0.16993	0.14638	0.14350
91	0.18142	0.16664	0.17846	0.16385	0.16572	0.18832	0.18255	0.15212
92	0.20858	0.19388	0.18030	0.19693	0.16907	0.18223	0.19742	0.18448
93	0.19942	0.20689	0.21005	0.19898	0.20836	0.17973	0.18694	0.19516
94	0.21400	0.18828	0.21656	0.20696	0.20366	0.19074	0.17471	0.17594
95	0.20697	0.20983	0.19669	0.22079	0.22193	0.21303	0.19053	0.16870
96	0.19847	0.18472	0.22385	0.21446	0.23204	0.21110	0.20742	0.17791
97	0.19273	0.18631	0.18500	0.21846	0.21996	0.23721	0.20291	0.19215
98	0.14938	0.16003	0.17608	0.19024	0.20474	0.20600	0.21820	0.17658
99	0.13429	0.11971	0.16256	0.18564	0.18464	0.18310	0.18787	0.19321
100+	0.05141	0.04999	0.05303	0.06301	0.08785	0.11543	0.10866	0.09870

ภาคผนวก ง
คำอรรถาธิบายที่ปรับด้วยวิธีส่วนโค้งพหุนามกำลังสามและวิธีของโคลและคิสเกอร์ เพศชาย และ
เพศหญิง พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ง1 ค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	0.00617	0.00697	0.00702	0.00750	0.00764	0.00799	0.00901
1	0.00487	0.00354	0.00230	0.00261	0.00213	0.00205	0.00162
2	0.00362	0.00180	0.00141	0.00144	0.00127	0.00117	0.00106
3	0.00250	0.00101	0.00103	0.00094	0.00090	0.00080	0.00081
4	0.00155	0.00085	0.00098	0.00085	0.00084	0.00075	0.00075
5	0.00084	0.00098	0.00106	0.00097	0.00091	0.00083	0.00078
6	0.00041	0.00106	0.00105	0.00103	0.00095	0.00086	0.00080
7	0.00021	0.00077	0.00077	0.00082	0.00078	0.00064	0.00071
8	0.00018	0.00064	0.00066	0.00076	0.00072	0.00059	0.00069
9	0.00021	0.00052	0.00055	0.00065	0.00063	0.00052	0.00059
10	0.00018	0.00043	0.00049	0.00053	0.00054	0.00046	0.00050
11	0.00034	0.00041	0.00047	0.00044	0.00050	0.00044	0.00045
12	0.00039	0.00048	0.00052	0.00042	0.00054	0.00050	0.00051
13	0.00048	0.00067	0.00066	0.00053	0.00070	0.00066	0.00074
14	0.00069	0.00086	0.00089	0.00088	0.00104	0.00102	0.00108
15	0.00094	0.00121	0.00121	0.00123	0.00142	0.00149	0.00152
16	0.00122	0.00163	0.00156	0.00156	0.00180	0.00198	0.00199
17	0.00149	0.00200	0.00188	0.00184	0.00212	0.00242	0.00242
18	0.00172	0.00221	0.00211	0.00205	0.00234	0.00271	0.00271
19	0.00187	0.00216	0.00219	0.00214	0.00240	0.00279	0.00279
20	0.00191	0.00226	0.00238	0.00215	0.00238	0.00282	0.00264
21	0.00211	0.00247	0.00260	0.00232	0.00248	0.00290	0.00259
22	0.00245	0.00279	0.00286	0.00261	0.00268	0.00302	0.00264
23	0.00290	0.00322	0.00319	0.00296	0.00295	0.00314	0.00276
24	0.00347	0.00377	0.00360	0.00332	0.00325	0.00325	0.00295
25	0.00414	0.00445	0.00412	0.00364	0.00358	0.00334	0.00318
26	0.00471	0.00544	0.00466	0.00397	0.00393	0.00356	0.00331
27	0.00524	0.00603	0.00529	0.00448	0.00435	0.00386	0.00352

ตารางที่ ง1 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	0.00567	0.00635	0.00590	0.00506	0.00478	0.00422	0.00378
29	0.00592	0.00649	0.00638	0.00559	0.00518	0.00460	0.00404
30	0.00594	0.00659	0.00664	0.00599	0.00550	0.00496	0.00428
31	0.00609	0.00659	0.00664	0.00626	0.00582	0.00524	0.00466
32	0.00591	0.00658	0.00662	0.00630	0.00590	0.00541	0.00483
33	0.00566	0.00649	0.00652	0.00624	0.00591	0.00551	0.00496
34	0.00539	0.00637	0.00638	0.00612	0.00586	0.00557	0.00505
35	0.00517	0.00625	0.00626	0.00599	0.00581	0.00558	0.00512
36	0.00505	0.00616	0.00620	0.00588	0.00576	0.00557	0.00518
37	0.00501	0.00611	0.00619	0.00579	0.00574	0.00554	0.00522
38	0.00504	0.00609	0.00620	0.00572	0.00573	0.00553	0.00527
39	0.00509	0.00609	0.00621	0.00568	0.00575	0.00554	0.00534
40	0.00514	0.00612	0.00620	0.00567	0.00579	0.00558	0.00544
41	0.00518	0.00617	0.00614	0.00569	0.00586	0.00568	0.00558
42	0.00521	0.00625	0.00608	0.00574	0.00597	0.00584	0.00576
43	0.00525	0.00636	0.00606	0.00584	0.00611	0.00603	0.00598
44	0.00532	0.00651	0.00613	0.00601	0.00629	0.00627	0.00625
45	0.00545	0.00672	0.00634	0.00625	0.00653	0.00655	0.00655
46	0.00565	0.00699	0.00671	0.00658	0.00682	0.00685	0.00690
47	0.00591	0.00733	0.00721	0.00697	0.00716	0.00719	0.00729
48	0.00621	0.00773	0.00778	0.00742	0.00756	0.00758	0.00773
49	0.00654	0.00822	0.00836	0.00789	0.00802	0.00800	0.00822
50	0.00689	0.00879	0.00887	0.00839	0.00853	0.00847	0.00875
51	0.00725	0.00944	0.00930	0.00888	0.00909	0.00900	0.00935
52	0.00764	0.01015	0.00967	0.00940	0.00971	0.00957	0.00999
53	0.00811	0.01088	0.01003	0.00996	0.01039	0.01016	0.01067
54	0.00868	0.01162	0.01046	0.01060	0.01112	0.01078	0.01140
55	0.00939	0.01233	0.01100	0.01132	0.01191	0.01140	0.01216

ตารางที่ ง1 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	0.01025	0.01299	0.01171	0.01216	0.01275	0.01202	0.01295
57	0.01125	0.01366	0.01256	0.01311	0.01364	0.01268	0.01379
58	0.01231	0.01438	0.01352	0.01413	0.01455	0.01343	0.01468
59	0.01340	0.01521	0.01458	0.01523	0.01547	0.01430	0.01563
60	0.01447	0.01622	0.01571	0.01637	0.01639	0.01534	0.01667
61	0.01547	0.01744	0.01688	0.01755	0.01729	0.01658	0.01779
62	0.01649	0.01884	0.01815	0.01878	0.01828	0.01800	0.01902
63	0.01760	0.02037	0.01958	0.02007	0.01946	0.01955	0.02035
64	0.01889	0.02198	0.02124	0.02143	0.02092	0.02119	0.02179
65	0.02045	0.02363	0.02317	0.02290	0.02279	0.02288	0.02336
66	0.02234	0.02527	0.02543	0.02448	0.02512	0.02460	0.02505
67	0.02453	0.02702	0.02793	0.02627	0.02780	0.02645	0.02692
68	0.02699	0.02896	0.03058	0.02838	0.03067	0.02852	0.02902
69	0.02966	0.03122	0.03329	0.03089	0.03357	0.03092	0.03139
70	0.03250	0.03391	0.03595	0.03393	0.03635	0.03377	0.03410
71	0.03547	0.03710	0.03853	0.03753	0.03891	0.03714	0.03717
72	0.03856	0.04069	0.04123	0.04155	0.04139	0.04100	0.04056
73	0.04180	0.04454	0.04431	0.04580	0.04402	0.04527	0.04422
74	0.04518	0.04854	0.04803	0.05006	0.04699	0.04989	0.04810
75	0.04871	0.05253	0.05266	0.05414	0.05052	0.05479	0.05214
76	0.05241	0.05644	0.05834	0.05793	0.05475	0.05991	0.05630
77	0.05637	0.06043	0.06476	0.06172	0.05960	0.06522	0.06064
78	0.06067	0.06470	0.07148	0.06587	0.06491	0.07071	0.06524
79	0.06543	0.06947	0.07808	0.07075	0.07052	0.07636	0.07018
80	0.07074	0.07494	0.08413	0.07674	0.07627	0.08217	0.07553
81	0.07665	0.08127	0.08929	0.08409	0.08204	0.08812	0.08135
82	0.08307	0.08832	0.09366	0.09262	0.08780	0.09418	0.08757
83	0.08988	0.09593	0.09744	0.10204	0.09355	0.10032	0.09408

ตารางที่ ง1 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	0.09695	0.10390	0.10083	0.11205	0.09931	0.10652	0.10079
85	0.10415	0.11206	0.10402	0.12235	0.10505	0.11274	0.10759
86	0.11193	0.12084	0.10771	0.13340	0.11132	0.11950	0.11496
87	0.12035	0.13029	0.11192	0.14522	0.11815	0.12683	0.12293
88	0.12945	0.14045	0.11672	0.15784	0.12560	0.13479	0.13156
89	0.13928	0.15137	0.12216	0.17128	0.13374	0.14344	0.14091
90	0.14992	0.16310	0.12830	0.18557	0.14261	0.15283	0.15103
91	0.16141	0.17569	0.13522	0.20073	0.15230	0.16303	0.16199
92	0.17382	0.18919	0.14300	0.21676	0.16288	0.17412	0.17385
93	0.18722	0.20365	0.15174	0.23369	0.17443	0.18618	0.18670
94	0.20168	0.21913	0.16154	0.25151	0.18705	0.19927	0.20060
95	0.21728	0.23567	0.17253	0.27023	0.20084	0.21351	0.21563
96	0.23409	0.25334	0.18485	0.28984	0.21589	0.22897	0.23190
97	0.25219	0.27218	0.19865	0.31033	0.23232	0.24575	0.24947
98	0.27165	0.29225	0.21410	0.33168	0.25026	0.26398	0.26844
99	0.29256	0.31358	0.23139	0.35389	0.26982	0.28374	0.28892
100+	0.31499	0.33623	0.25074	0.37691	0.29114	0.30516	0.31097

ตารางที่ ง 2 ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	0.00872	0.00841	0.00843	0.00818	0.00789	0.00798	0.00760	0.00745
1	0.00117	0.00122	0.00109	0.00107	0.00102	0.00107	0.00104	0.00103
2	0.00090	0.00093	0.00082	0.00073	0.00073	0.00078	0.00077	0.00079
3	0.00078	0.00076	0.00066	0.00062	0.00061	0.00064	0.00062	0.00062
4	0.00076	0.00070	0.00058	0.00062	0.00058	0.00059	0.00055	0.00052
5	0.00078	0.00068	0.00057	0.00066	0.00059	0.00059	0.00052	0.00047
6	0.00078	0.00068	0.00057	0.00065	0.00058	0.00060	0.00051	0.00044
7	0.00069	0.00065	0.00058	0.00048	0.00049	0.00056	0.00048	0.00043
8	0.00060	0.00049	0.00059	0.00049	0.00045	0.00051	0.00045	0.00039
9	0.00052	0.00040	0.00051	0.00047	0.00042	0.00047	0.00042	0.00038
10	0.00046	0.00039	0.00042	0.00044	0.00041	0.00045	0.00041	0.00040
11	0.00046	0.00045	0.00038	0.00044	0.00044	0.00046	0.00044	0.00045
12	0.00054	0.00057	0.00046	0.00050	0.00053	0.00052	0.00051	0.00055
13	0.00072	0.00075	0.00073	0.00064	0.00070	0.00066	0.00064	0.00069
14	0.00107	0.00116	0.00100	0.00098	0.00106	0.00100	0.00089	0.00091
15	0.00148	0.00159	0.00137	0.00134	0.00136	0.00134	0.00119	0.00119
16	0.00188	0.00198	0.00176	0.00168	0.00160	0.00164	0.00148	0.00147
17	0.00223	0.00228	0.00207	0.00191	0.00177	0.00187	0.00171	0.00169
18	0.00245	0.00243	0.00221	0.00201	0.00189	0.00199	0.00182	0.00181
19	0.00249	0.00237	0.00211	0.00189	0.00194	0.00195	0.00175	0.00176
20	0.00241	0.00222	0.00206	0.00185	0.00194	0.00182	0.00166	0.00158
21	0.00243	0.00220	0.00203	0.00188	0.00192	0.00184	0.00172	0.00160
22	0.00252	0.00227	0.00203	0.00196	0.00191	0.00193	0.00186	0.00173
23	0.00262	0.00238	0.00208	0.00207	0.00194	0.00205	0.00201	0.00190
24	0.00269	0.00246	0.00217	0.00219	0.00204	0.00212	0.00209	0.00201
25	0.00268	0.00246	0.00231	0.00230	0.00223	0.00210	0.00205	0.00199
26	0.00290	0.00258	0.00248	0.00238	0.00224	0.00218	0.00215	0.00206
27	0.00308	0.00278	0.00259	0.00251	0.00232	0.00226	0.00223	0.00211

ตารางที่ ง2 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	0.00325	0.00302	0.00267	0.00266	0.00245	0.00236	0.00230	0.00219
29	0.00342	0.00327	0.00279	0.00284	0.00261	0.00249	0.00241	0.00230
30	0.00361	0.00352	0.00297	0.00302	0.00277	0.00267	0.00258	0.00247
31	0.00390	0.00340	0.00339	0.00299	0.00279	0.00284	0.00281	0.00271
32	0.00408	0.00359	0.00353	0.00315	0.00298	0.00306	0.00299	0.00291
33	0.00424	0.00378	0.00367	0.00333	0.00317	0.00330	0.00319	0.00313
34	0.00439	0.00396	0.00380	0.00352	0.00337	0.00354	0.00339	0.00337
35	0.00454	0.00413	0.00393	0.00373	0.00356	0.00377	0.00360	0.00361
36	0.00468	0.00430	0.00407	0.00395	0.00374	0.00399	0.00382	0.00386
37	0.00482	0.00445	0.00422	0.00417	0.00390	0.00419	0.00403	0.00409
38	0.00497	0.00462	0.00437	0.00439	0.00405	0.00437	0.00424	0.00431
39	0.00511	0.00479	0.00454	0.00459	0.00421	0.00453	0.00442	0.00449
40	0.00525	0.00497	0.00471	0.00478	0.00436	0.00467	0.00457	0.00463
41	0.00538	0.00518	0.00489	0.00493	0.00453	0.00480	0.00469	0.00472
42	0.00553	0.00541	0.00509	0.00508	0.00473	0.00492	0.00480	0.00479
43	0.00571	0.00565	0.00530	0.00525	0.00495	0.00506	0.00494	0.00490
44	0.00594	0.00591	0.00554	0.00544	0.00523	0.00525	0.00515	0.00507
45	0.00624	0.00616	0.00580	0.00569	0.00556	0.00549	0.00545	0.00537
46	0.00662	0.00643	0.00609	0.00600	0.00596	0.00581	0.00588	0.00580
47	0.00708	0.00671	0.00643	0.00638	0.00640	0.00621	0.00639	0.00634
48	0.00760	0.00702	0.00680	0.00682	0.00689	0.00667	0.00696	0.00694
49	0.00816	0.00738	0.00722	0.00729	0.00739	0.00720	0.00752	0.00753
50	0.00875	0.00781	0.00769	0.00780	0.00789	0.00777	0.00805	0.00807
51	0.00937	0.00831	0.00821	0.00833	0.00838	0.00839	0.00851	0.00851
52	0.00999	0.00889	0.00881	0.00889	0.00886	0.00903	0.00893	0.00891
53	0.01063	0.00954	0.00947	0.00949	0.00937	0.00969	0.00936	0.00931
54	0.01126	0.01027	0.01023	0.01012	0.00991	0.01033	0.00982	0.00976
55	0.01190	0.01107	0.01108	0.01080	0.01050	0.01093	0.01038	0.01034

ตารางที่ ง2 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	0.01254	0.01193	0.01202	0.01153	0.01116	0.01150	0.01106	0.01106
57	0.01322	0.01287	0.01305	0.01231	0.01191	0.01206	0.01183	0.01189
58	0.01397	0.01388	0.01412	0.01315	0.01277	0.01265	0.01269	0.01277
59	0.01483	0.01496	0.01521	0.01403	0.01376	0.01334	0.01359	0.01362
60	0.01584	0.01612	0.01629	0.01497	0.01490	0.01415	0.01451	0.01439
61	0.01703	0.01735	0.01734	0.01596	0.01619	0.01513	0.01544	0.01504
62	0.01838	0.01870	0.01840	0.01703	0.01762	0.01631	0.01649	0.01571
63	0.01985	0.02017	0.01953	0.01821	0.01913	0.01774	0.01774	0.01656
64	0.02142	0.02179	0.02079	0.01953	0.02070	0.01945	0.01933	0.01776
65	0.02305	0.02360	0.02222	0.02103	0.02228	0.02146	0.02135	0.01946
66	0.02473	0.02560	0.02387	0.02273	0.02385	0.02380	0.02388	0.02178
67	0.02655	0.02775	0.02579	0.02465	0.02549	0.02642	0.02681	0.02460
68	0.02861	0.03000	0.02802	0.02682	0.02729	0.02925	0.02996	0.02774
69	0.03102	0.03228	0.03057	0.02925	0.02935	0.03224	0.03318	0.03102
70	0.03388	0.03454	0.03350	0.03197	0.03176	0.03533	0.03630	0.03425
71	0.03727	0.03677	0.03680	0.03499	0.03459	0.03846	0.03922	0.03732
72	0.04110	0.03914	0.04038	0.03837	0.03780	0.04164	0.04201	0.04024
73	0.04522	0.04186	0.04413	0.04213	0.04130	0.04485	0.04479	0.04309
74	0.04953	0.04516	0.04791	0.04632	0.04503	0.04812	0.04769	0.04594
75	0.05389	0.04925	0.05162	0.05098	0.04890	0.05145	0.05082	0.04888
76	0.05823	0.05427	0.05519	0.05615	0.05289	0.05488	0.05430	0.05198
77	0.06279	0.06004	0.05884	0.06178	0.05709	0.05861	0.05817	0.05533
78	0.06785	0.06632	0.06287	0.06786	0.06165	0.06286	0.06249	0.05906
79	0.07370	0.07284	0.06754	0.07432	0.06670	0.06786	0.06728	0.06326
80	0.08063	0.07935	0.07315	0.08114	0.07239	0.07383	0.07259	0.06804
81	0.08884	0.08566	0.07990	0.08827	0.07881	0.08094	0.07844	0.07346
82	0.09814	0.09176	0.08763	0.09566	0.08586	0.08901	0.08473	0.07943
83	0.10827	0.09771	0.09609	0.10323	0.09337	0.09781	0.09136	0.08582

ตารางที่ ง2 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศชาย พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	0.11895	0.10355	0.10504	0.11092	0.10119	0.10708	0.09820	0.09248
85	0.12990	0.10933	0.11423	0.11868	0.10917	0.11660	0.10516	0.09927
86	0.14161	0.11564	0.12412	0.12702	0.11777	0.12683	0.11269	0.10664
87	0.15410	0.12250	0.13473	0.13599	0.12703	0.13780	0.12084	0.11464
88	0.16738	0.12998	0.14611	0.14562	0.13700	0.14954	0.12966	0.12331
89	0.18147	0.13813	0.15830	0.15596	0.14773	0.16209	0.13921	0.13271
90	0.19639	0.14701	0.17132	0.16706	0.15927	0.17548	0.14953	0.14291
91	0.21213	0.15669	0.18523	0.17898	0.17167	0.18974	0.16071	0.15398
92	0.22871	0.16726	0.20004	0.19177	0.18498	0.20490	0.17280	0.16598
93	0.24611	0.17877	0.21580	0.20548	0.19927	0.22098	0.18588	0.17899
94	0.26434	0.19134	0.23254	0.22018	0.21457	0.23802	0.20002	0.19309
95	0.28337	0.20504	0.25027	0.23592	0.23096	0.25601	0.21530	0.20836
96	0.30318	0.21998	0.26904	0.25276	0.24848	0.27500	0.23179	0.22489
97	0.32376	0.23627	0.28885	0.27076	0.26719	0.29497	0.24960	0.24278
98	0.34506	0.25402	0.30972	0.28998	0.28715	0.31594	0.26880	0.26210
99	0.36706	0.27336	0.33166	0.31048	0.30840	0.33790	0.28948	0.28296
100+	0.38972	0.29440	0.35469	0.33233	0.33100	0.36086	0.31172	0.30545

ตารางที่ ง3 ค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2541 - พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
ต่ำกว่า 1	0.00536	0.00603	0.00553	0.00641	0.00650	0.00711	0.00746
1	0.00419	0.00381	0.00207	0.00279	0.00239	0.00211	0.00150
2	0.00307	0.00166	0.00114	0.00139	0.00120	0.00113	0.00092
3	0.00207	0.00071	0.00072	0.00073	0.00067	0.00064	0.00063
4	0.00123	0.00054	0.00063	0.00055	0.00058	0.00049	0.00053
5	0.00062	0.00073	0.00070	0.00064	0.00070	0.00052	0.00054
6	0.00027	0.00087	0.00074	0.00074	0.00080	0.00060	0.00056
7	0.00013	0.00053	0.00057	0.00063	0.00066	0.00057	0.00049
8	0.00014	0.00044	0.00047	0.00053	0.00056	0.00053	0.00047
9	0.00036	0.00039	0.00041	0.00045	0.00050	0.00048	0.00044
10	0.00034	0.00037	0.00038	0.00040	0.00046	0.00042	0.00043
11	0.00033	0.00037	0.00036	0.00037	0.00043	0.00038	0.00042
12	0.00033	0.00038	0.00036	0.00036	0.00042	0.00037	0.00042
13	0.00035	0.00037	0.00036	0.00038	0.00041	0.00040	0.00044
14	0.00041	0.00050	0.00051	0.00044	0.00047	0.00056	0.00057
15	0.00044	0.00056	0.00057	0.00049	0.00054	0.00063	0.00066
16	0.00046	0.00058	0.00057	0.00054	0.00062	0.00065	0.00071
17	0.00050	0.00060	0.00057	0.00057	0.00067	0.00063	0.00072
18	0.00056	0.00065	0.00060	0.00060	0.00069	0.00063	0.00071
19	0.00069	0.00076	0.00072	0.00062	0.00065	0.00065	0.00069
20	0.00081	0.00087	0.00083	0.00072	0.00072	0.00067	0.00071
21	0.00098	0.00104	0.00101	0.00086	0.00084	0.00076	0.00075
22	0.00118	0.00125	0.00124	0.00104	0.00102	0.00091	0.00083
23	0.00138	0.00150	0.00151	0.00128	0.00126	0.00108	0.00095
24	0.00157	0.00176	0.00179	0.00159	0.00155	0.00127	0.00112
25	0.00172	0.00204	0.00208	0.00197	0.00191	0.00143	0.00134
26	0.00180	0.00215	0.00228	0.00214	0.00207	0.00157	0.00141
27	0.00180	0.00216	0.00238	0.00227	0.00224	0.00178	0.00155

ตารางที่ ง3 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
28	0.00174	0.00211	0.00240	0.00236	0.00239	0.00200	0.00171
29	0.00165	0.00204	0.00237	0.00241	0.00250	0.00218	0.00186
30	0.00158	0.00200	0.00233	0.00240	0.00255	0.00225	0.00198
31	0.00155	0.00207	0.00220	0.00237	0.00232	0.00216	0.00192
32	0.00148	0.00205	0.00215	0.00235	0.00225	0.00218	0.00192
33	0.00143	0.00204	0.00212	0.00232	0.00218	0.00218	0.00191
34	0.00142	0.00205	0.00211	0.00229	0.00213	0.00218	0.00190
35	0.00144	0.00207	0.00212	0.00225	0.00212	0.00219	0.00192
36	0.00152	0.00211	0.00217	0.00221	0.00216	0.00221	0.00198
37	0.00162	0.00216	0.00223	0.00218	0.00225	0.00223	0.00207
38	0.00174	0.00223	0.00231	0.00216	0.00235	0.00226	0.00216
39	0.00186	0.00232	0.00238	0.00216	0.00244	0.00229	0.00225
40	0.00194	0.00242	0.00243	0.00220	0.00252	0.00232	0.00232
41	0.00199	0.00253	0.00246	0.00227	0.00255	0.00234	0.00235
42	0.00202	0.00266	0.00248	0.00238	0.00256	0.00236	0.00237
43	0.00207	0.00281	0.00252	0.00253	0.00258	0.00242	0.00241
44	0.00215	0.00299	0.00261	0.00271	0.00265	0.00253	0.00251
45	0.00230	0.00320	0.00277	0.00293	0.00278	0.00272	0.00269
46	0.00255	0.00346	0.00302	0.00318	0.00301	0.00299	0.00298
47	0.00287	0.00375	0.00335	0.00345	0.00331	0.00333	0.00335
48	0.00324	0.00409	0.00373	0.00375	0.00368	0.00371	0.00377
49	0.00362	0.00447	0.00415	0.00407	0.00410	0.00410	0.00420
50	0.00401	0.00489	0.00459	0.00439	0.00455	0.00448	0.00462
51	0.00437	0.00535	0.00503	0.00473	0.00501	0.00482	0.00500
52	0.00472	0.00583	0.00548	0.00509	0.00549	0.00514	0.00536
53	0.00507	0.00632	0.00592	0.00548	0.00598	0.00548	0.00575
54	0.00545	0.00680	0.00637	0.00591	0.00651	0.00585	0.00618
55	0.00588	0.00725	0.00683	0.00639	0.00706	0.00628	0.00671

ตารางที่ ง3 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
56	0.00636	0.00767	0.00729	0.00694	0.00764	0.00680	0.00735
57	0.00691	0.00810	0.00778	0.00757	0.00825	0.00739	0.00807
58	0.00753	0.00862	0.00833	0.00831	0.00888	0.00804	0.00885
59	0.00823	0.00928	0.00895	0.00918	0.00952	0.00873	0.00963
60	0.00901	0.01014	0.00967	0.01019	0.01016	0.00946	0.01040
61	0.00988	0.01125	0.01051	0.01135	0.01081	0.01021	0.01113
62	0.01084	0.01254	0.01148	0.01261	0.01153	0.01103	0.01186
63	0.01189	0.01392	0.01260	0.01391	0.01237	0.01198	0.01267
64	0.01303	0.01530	0.01388	0.01518	0.01341	0.01309	0.01363
65	0.01425	0.01659	0.01531	0.01635	0.01471	0.01443	0.01480
66	0.01557	0.01776	0.01693	0.01739	0.01633	0.01602	0.01623
67	0.01703	0.01889	0.01871	0.01844	0.01820	0.01785	0.01788
68	0.01867	0.02013	0.02065	0.01964	0.02026	0.01987	0.01971
69	0.02056	0.02163	0.02274	0.02116	0.02244	0.02204	0.02167
70	0.02274	0.02353	0.02498	0.02316	0.02467	0.02431	0.02370
71	0.02524	0.02593	0.02739	0.02576	0.02690	0.02667	0.02577
72	0.02804	0.02872	0.03006	0.02887	0.02920	0.02920	0.02796
73	0.03108	0.03177	0.03313	0.03239	0.03169	0.03203	0.03039
74	0.03429	0.03491	0.03672	0.03619	0.03447	0.03525	0.03316
75	0.03764	0.03801	0.04097	0.04015	0.03762	0.03899	0.03638
76	0.04110	0.04100	0.04596	0.04420	0.04125	0.04333	0.04013
77	0.04480	0.04417	0.05153	0.04849	0.04539	0.04826	0.04444
78	0.04892	0.04788	0.05748	0.05321	0.05003	0.05376	0.04933
79	0.05363	0.05249	0.06362	0.05857	0.05521	0.05980	0.05480
80	0.05910	0.05837	0.06975	0.06476	0.06093	0.06634	0.06088
81	0.06544	0.06577	0.07570	0.07191	0.06719	0.07334	0.06754
82	0.07253	0.07448	0.08148	0.07989	0.07389	0.08072	0.07469
83	0.08017	0.08417	0.08713	0.08849	0.08092	0.08839	0.08220

ตารางที่ ง3 (ต่อ) ค่าอัตราณณะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2541 – พ.ศ.2547

อายุ(ปี)	ปี 2541	ปี2542	ปี2543	ปี2544	ปี2545	ปี2546	ปี2547
84	0.08819	0.09451	0.09270	0.09749	0.08818	0.09625	0.08995
85	0.09639	0.10518	0.09822	0.10670	0.09555	0.10420	0.09783
86	0.10521	0.11667	0.10418	0.11657	0.10347	0.11271	0.10629
87	0.11468	0.12899	0.11063	0.12710	0.11197	0.12180	0.11536
88	0.12482	0.14214	0.11760	0.13832	0.12109	0.13151	0.12506
89	0.13565	0.15611	0.12514	0.15025	0.13086	0.14186	0.13543
90	0.14722	0.17088	0.13330	0.16288	0.14131	0.15288	0.14650
91	0.15953	0.18643	0.14212	0.17624	0.15249	0.16459	0.15829
92	0.17261	0.20272	0.15167	0.19031	0.16443	0.17702	0.17083
93	0.18648	0.21970	0.16201	0.20511	0.17716	0.19019	0.18414
94	0.20116	0.23733	0.17320	0.22062	0.19071	0.20413	0.19825
95	0.21665	0.25554	0.18531	0.23683	0.20512	0.21886	0.21318
96	0.23296	0.27426	0.19841	0.25373	0.22043	0.23440	0.22895
97	0.25010	0.29340	0.21259	0.27129	0.23666	0.25076	0.24556
98	0.26807	0.31289	0.22793	0.28950	0.25384	0.26796	0.26304
99	0.28686	0.33264	0.24451	0.30832	0.27200	0.28600	0.28138
100+	0.30647	0.35255	0.26243	0.32771	0.29117	0.30491	0.30061

ตารางที่ 4 ค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
ต่ำกว่า 1	0.00734	0.00690	0.00682	0.00710	0.00668	0.00658	0.00629	0.00641
1	0.00102	0.00096	0.00095	0.00080	0.00088	0.00087	0.00085	0.00088
2	0.00070	0.00062	0.00067	0.00056	0.00057	0.00059	0.00057	0.00060
3	0.00054	0.00047	0.00050	0.00045	0.00042	0.00044	0.00042	0.00044
4	0.00049	0.00043	0.00042	0.00041	0.00038	0.00037	0.00036	0.00036
5	0.00049	0.00045	0.00040	0.00041	0.00038	0.00036	0.00035	0.00033
6	0.00051	0.00045	0.00039	0.00040	0.00037	0.00036	0.00035	0.00032
7	0.00048	0.00038	0.00038	0.00035	0.00029	0.00034	0.00032	0.00030
8	0.00039	0.00034	0.00040	0.00035	0.00034	0.00035	0.00034	0.00031
9	0.00035	0.00034	0.00039	0.00033	0.00035	0.00034	0.00034	0.00032
10	0.00035	0.00035	0.00037	0.00032	0.00035	0.00033	0.00033	0.00032
11	0.00038	0.00038	0.00036	0.00032	0.00034	0.00033	0.00033	0.00033
12	0.00041	0.00041	0.00038	0.00034	0.00034	0.00033	0.00033	0.00035
13	0.00043	0.00044	0.00044	0.00039	0.00037	0.00034	0.00035	0.00037
14	0.00048	0.00055	0.00054	0.00043	0.00040	0.00046	0.00043	0.00045
15	0.00053	0.00059	0.00055	0.00050	0.00043	0.00053	0.00049	0.00050
16	0.00059	0.00059	0.00052	0.00057	0.00046	0.00055	0.00052	0.00052
17	0.00062	0.00057	0.00048	0.00062	0.00050	0.00055	0.00053	0.00053
18	0.00062	0.00056	0.00048	0.00062	0.00054	0.00055	0.00053	0.00053
19	0.00058	0.00060	0.00056	0.00056	0.00058	0.00056	0.00053	0.00054
20	0.00066	0.00065	0.00058	0.00059	0.00061	0.00057	0.00050	0.00049
21	0.00069	0.00068	0.00060	0.00061	0.00062	0.00061	0.00052	0.00050
22	0.00071	0.00071	0.00064	0.00063	0.00062	0.00065	0.00057	0.00055
23	0.00076	0.00075	0.00069	0.00065	0.00063	0.00069	0.00062	0.00061
24	0.00088	0.00081	0.00076	0.00070	0.00068	0.00071	0.00065	0.00065
25	0.00110	0.00090	0.00085	0.00077	0.00078	0.00070	0.00064	0.00065
26	0.00115	0.00090	0.00089	0.00095	0.00078	0.00074	0.00068	0.00068
27	0.00124	0.00105	0.00097	0.00102	0.00081	0.00080	0.00073	0.00073

ตารางที่ ง4 (ต่อ) ค่าอัตรา mortality ที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
28	0.00136	0.00116	0.00106	0.00104	0.00086	0.00086	0.00077	0.00078
29	0.00148	0.00124	0.00116	0.00106	0.00093	0.00093	0.00083	0.00084
30	0.00156	0.00132	0.00125	0.00112	0.00100	0.00101	0.00091	0.00090
31	0.00161	0.00139	0.00135	0.00119	0.00115	0.00109	0.00104	0.00098
32	0.00164	0.00146	0.00138	0.00125	0.00123	0.00117	0.00111	0.00104
33	0.00166	0.00152	0.00141	0.00132	0.00130	0.00125	0.00117	0.00110
34	0.00169	0.00159	0.00144	0.00138	0.00138	0.00133	0.00124	0.00118
35	0.00173	0.00166	0.00148	0.00143	0.00146	0.00142	0.00132	0.00127
36	0.00179	0.00173	0.00153	0.00148	0.00153	0.00151	0.00141	0.00137
37	0.00187	0.00181	0.00159	0.00154	0.00159	0.00160	0.00151	0.00147
38	0.00195	0.00190	0.00166	0.00160	0.00166	0.00169	0.00160	0.00158
39	0.00204	0.00199	0.00174	0.00168	0.00172	0.00177	0.00169	0.00167
40	0.00212	0.00209	0.00182	0.00177	0.00179	0.00185	0.00177	0.00174
41	0.00218	0.00218	0.00189	0.00188	0.00186	0.00192	0.00184	0.00179
42	0.00225	0.00229	0.00197	0.00201	0.00194	0.00199	0.00190	0.00183
43	0.00234	0.00240	0.00208	0.00216	0.00205	0.00207	0.00198	0.00189
44	0.00246	0.00254	0.00222	0.00233	0.00218	0.00217	0.00208	0.00199
45	0.00263	0.00270	0.00240	0.00250	0.00236	0.00230	0.00224	0.00215
46	0.00287	0.00288	0.00264	0.00269	0.00258	0.00247	0.00246	0.00237
47	0.00316	0.00309	0.00292	0.00289	0.00284	0.00268	0.00272	0.00265
48	0.00350	0.00332	0.00322	0.00312	0.00312	0.00293	0.00300	0.00296
49	0.00388	0.00357	0.00354	0.00339	0.00341	0.00320	0.00327	0.00327
50	0.00429	0.00382	0.00386	0.00369	0.00370	0.00351	0.00353	0.00355
51	0.00473	0.00408	0.00417	0.00404	0.00399	0.00385	0.00375	0.00379
52	0.00518	0.00437	0.00449	0.00444	0.00427	0.00421	0.00397	0.00402
53	0.00566	0.00472	0.00484	0.00489	0.00458	0.00459	0.00421	0.00426
54	0.00615	0.00517	0.00525	0.00538	0.00492	0.00499	0.00451	0.00457
55	0.00666	0.00574	0.00574	0.00590	0.00532	0.00542	0.00491	0.00498

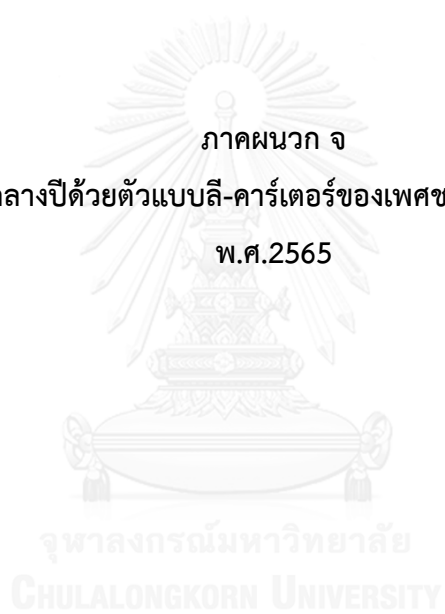
ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
56	0.00719	0.00645	0.00632	0.00647	0.00578	0.00586	0.00543	0.00551
57	0.00774	0.00727	0.00699	0.00707	0.00632	0.00633	0.00604	0.00612
58	0.00834	0.00815	0.00772	0.00771	0.00695	0.00684	0.00670	0.00675
59	0.00899	0.00903	0.00851	0.00838	0.00768	0.00740	0.00736	0.00735
60	0.00970	0.00988	0.00932	0.00908	0.00852	0.00802	0.00798	0.00786
61	0.01049	0.01065	0.01014	0.00981	0.00948	0.00872	0.00855	0.00825
62	0.01138	0.01142	0.01100	0.01060	0.01051	0.00954	0.00915	0.00865
63	0.01239	0.01228	0.01192	0.01147	0.01160	0.01053	0.00993	0.00920
64	0.01352	0.01330	0.01291	0.01244	0.01269	0.01173	0.01100	0.01005
65	0.01479	0.01459	0.01401	0.01353	0.01375	0.01320	0.01248	0.01135
66	0.01622	0.01620	0.01524	0.01479	0.01478	0.01496	0.01447	0.01320
67	0.01782	0.01807	0.01663	0.01622	0.01584	0.01698	0.01682	0.01548
68	0.01958	0.02011	0.01822	0.01786	0.01704	0.01918	0.01939	0.01801
69	0.02150	0.02225	0.02004	0.01974	0.01849	0.02150	0.02200	0.02062
70	0.02358	0.02439	0.02213	0.02187	0.02028	0.02389	0.02449	0.02313
71	0.02583	0.02649	0.02451	0.02428	0.02249	0.02629	0.02674	0.02542
72	0.02830	0.02865	0.02716	0.02699	0.02507	0.02872	0.02883	0.02755
73	0.03103	0.03099	0.03002	0.03000	0.02795	0.03122	0.03091	0.02962
74	0.03410	0.03366	0.03307	0.03332	0.03103	0.03381	0.03311	0.03176
75	0.03754	0.03679	0.03625	0.03696	0.03424	0.03654	0.03556	0.03405
76	0.04144	0.04049	0.03958	0.04093	0.03754	0.03946	0.03840	0.03663
77	0.04590	0.04480	0.04321	0.04532	0.04108	0.04275	0.04170	0.03957
78	0.05107	0.04971	0.04738	0.05020	0.04505	0.04662	0.04553	0.04297
79	0.05708	0.05522	0.05229	0.05564	0.04963	0.05128	0.04997	0.04693
80	0.06407	0.06135	0.05817	0.06175	0.05503	0.05694	0.05508	0.05154
81	0.07211	0.06808	0.06515	0.06855	0.06136	0.06372	0.06090	0.05685
82	0.08103	0.07529	0.07308	0.07595	0.06848	0.07147	0.06731	0.06275
83	0.09063	0.08288	0.08172	0.08379	0.07621	0.07994	0.07416	0.06910

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ค่าอัตราการระยะที่ปรับแล้ว เพศหญิง พ.ศ.2548 – พ.ศ.2555

อายุ(ปี)	ปี2548	ปี2549	ปี2550	ปี2551	ปี2552	ปี2553	ปี2554	ปี2555
84	0.10067	0.09071	0.09083	0.09192	0.08433	0.08889	0.08132	0.07574
85	0.11093	0.09867	0.10018	0.10020	0.09265	0.09808	0.08862	0.08254
86	0.12191	0.10721	0.11024	0.10908	0.10162	0.10798	0.09650	0.08989
87	0.13362	0.11636	0.12102	0.11859	0.11127	0.11860	0.10499	0.09784
88	0.14608	0.12614	0.13254	0.12875	0.12163	0.12997	0.11412	0.10642
89	0.15926	0.13660	0.14482	0.13960	0.13271	0.14210	0.12394	0.11569
90	0.17317	0.14775	0.15785	0.15115	0.14455	0.15499	0.13447	0.12567
91	0.18779	0.15962	0.17165	0.16342	0.15715	0.16865	0.14576	0.13642
92	0.20310	0.17224	0.18621	0.17643	0.17055	0.18309	0.15784	0.14798
93	0.21907	0.18562	0.20152	0.19021	0.18475	0.19829	0.17074	0.16040
94	0.23567	0.19980	0.21755	0.20476	0.19976	0.21425	0.18451	0.17372
95	0.25285	0.21479	0.23431	0.22010	0.21560	0.23094	0.19917	0.18798
96	0.27057	0.23060	0.25174	0.23623	0.23224	0.24833	0.21476	0.20324
97	0.28877	0.24725	0.26982	0.25316	0.24970	0.26641	0.23130	0.21953
98	0.30740	0.26475	0.28851	0.27089	0.26797	0.28512	0.24883	0.23690
99	0.32639	0.28310	0.30777	0.28941	0.28702	0.30444	0.26737	0.25539
100+	0.34568	0.30231	0.32753	0.30871	0.30683	0.32430	0.28692	0.27504

ภาคผนวก จ
คำพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศชายและเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 –
พ.ศ.2565



ตารางที่ จ1 ค่าพยากรณ์อัตราการตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศชายปีพ.ศ.2556-พ.ศ.2565

อายุ (ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
ต่ำกว่า 1	0.00904	0.00922	0.00944	0.00965	0.00987	0.01010	0.01033	0.01056	0.01080	0.01105
1	0.00087	0.00081	0.00074	0.00068	0.00062	0.00057	0.00052	0.00048	0.00044	0.00040
2	0.00066	0.00062	0.00057	0.00054	0.00050	0.00047	0.00043	0.00040	0.00038	0.00035
3	0.00057	0.00054	0.00051	0.00049	0.00046	0.00044	0.00042	0.00040	0.00038	0.00036
4	0.00056	0.00054	0.00051	0.00049	0.00047	0.00045	0.00044	0.00042	0.00040	0.00039
5	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052	0.00050	0.00048	0.00046	0.00045	0.00043	0.00041
6	0.00059	0.00058	0.00056	0.00054	0.00053	0.00051	0.00050	0.00048	0.00047	0.00045
7	0.00055	0.00055	0.00054	0.00053	0.00053	0.00052	0.00051	0.00051	0.00050	0.00049
8	0.00053	0.00053	0.00052	0.00052	0.00052	0.00052	0.00052	0.00051	0.00051	0.00051
9	0.00048	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047
10	0.00044	0.00044	0.00044	0.00044	0.00044	0.00045	0.00045	0.00045	0.00045	0.00045
11	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00042	0.00042	0.00042
12	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051	0.00051
13	0.00070	0.00070	0.00070	0.00071	0.00071	0.00071	0.00072	0.00072	0.00072	0.00073
14	0.00106	0.00107	0.00108	0.00108	0.00109	0.00110	0.00111	0.00112	0.00113	0.00114
15	0.00141	0.00142	0.00142	0.00143	0.00143	0.00144	0.00144	0.00145	0.00146	0.00146
16	0.00173	0.00172	0.00172	0.00171	0.00171	0.00171	0.00170	0.00170	0.00169	0.00169
17	0.00195	0.00194	0.00192	0.00191	0.00189	0.00188	0.00186	0.00185	0.00183	0.00182
18	0.00206	0.00203	0.00201	0.00198	0.00195	0.00193	0.00190	0.00188	0.00185	0.00183
19	0.00200	0.00197	0.00193	0.00189	0.00186	0.00183	0.00179	0.00176	0.00173	0.00170
20	0.00190	0.00186	0.00182	0.00178	0.00174	0.00170	0.00166	0.00162	0.00159	0.00155
21	0.00187	0.00182	0.00176	0.00172	0.00167	0.00162	0.00157	0.00153	0.00148	0.00144
22	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00163	0.00157	0.00151	0.00146	0.00141	0.00136
23	0.00190	0.00183	0.00175	0.00167	0.00160	0.00153	0.00147	0.00141	0.00135	0.00129
24	0.00193	0.00184	0.00175	0.00166	0.00158	0.00150	0.00142	0.00135	0.00128	0.00122
25	0.00194	0.00184	0.00173	0.00163	0.00154	0.00145	0.00136	0.00128	0.00121	0.00114
26	0.00199	0.00188	0.00176	0.00165	0.00154	0.00144	0.00135	0.00126	0.00118	0.00111
27	0.00207	0.00195	0.00181	0.00169	0.00158	0.00147	0.00137	0.00128	0.00119	0.00111
28	0.00219	0.00205	0.00191	0.00178	0.00165	0.00154	0.00143	0.00133	0.00124	0.00115
29	0.00234	0.00220	0.00204	0.00190	0.00177	0.00165	0.00154	0.00143	0.00133	0.00124
30	0.00254	0.00239	0.00223	0.00209	0.00195	0.00182	0.00171	0.00160	0.00149	0.00140
31	0.00269	0.00255	0.00239	0.00224	0.00211	0.00198	0.00186	0.00174	0.00164	0.00154

ตารางที่ จ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศชายปีพ.ศ.2556-พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00290	0.00276	0.00260	0.00246	0.00232	0.00220	0.00207	0.00196	0.00185	0.00175
33	0.00313	0.00299	0.00284	0.00270	0.00257	0.00244	0.00232	0.00221	0.00210	0.00200
34	0.00336	0.00323	0.00309	0.00296	0.00283	0.00271	0.00260	0.00249	0.00238	0.00228
35	0.00358	0.00346	0.00333	0.00321	0.00309	0.00298	0.00287	0.00277	0.00267	0.00257
36	0.00379	0.00368	0.00356	0.00345	0.00334	0.00323	0.00313	0.00303	0.00294	0.00284
37	0.00398	0.00388	0.00377	0.00367	0.00357	0.00347	0.00337	0.00328	0.00319	0.00310
38	0.00417	0.00407	0.00397	0.00387	0.00378	0.00368	0.00359	0.00351	0.00342	0.00333
39	0.00434	0.00426	0.00416	0.00407	0.00398	0.00390	0.00381	0.00373	0.00365	0.00357
40	0.00452	0.00445	0.00436	0.00427	0.00419	0.00411	0.00403	0.00395	0.00387	0.00380
41	0.00471	0.00464	0.00456	0.00449	0.00441	0.00434	0.00426	0.00419	0.00412	0.00405
42	0.00492	0.00486	0.00478	0.00472	0.00465	0.00458	0.00452	0.00445	0.00439	0.00433
43	0.00515	0.00509	0.00503	0.00497	0.00491	0.00485	0.00479	0.00474	0.00468	0.00462
44	0.00541	0.00536	0.00531	0.00525	0.00520	0.00515	0.00510	0.00505	0.00500	0.00495
45	0.00571	0.00566	0.00561	0.00557	0.00552	0.00547	0.00543	0.00538	0.00534	0.00529
46	0.00605	0.00601	0.00596	0.00592	0.00587	0.00583	0.00578	0.00574	0.00570	0.00565
47	0.00643	0.00639	0.00635	0.00630	0.00626	0.00621	0.00617	0.00613	0.00608	0.00604
48	0.00686	0.00682	0.00677	0.00673	0.00668	0.00664	0.00660	0.00655	0.00651	0.00646
49	0.00733	0.00729	0.00724	0.00720	0.00715	0.00711	0.00706	0.00702	0.00697	0.00693
50	0.00785	0.00781	0.00776	0.00771	0.00767	0.00762	0.00758	0.00753	0.00749	0.00745
51	0.00840	0.00837	0.00832	0.00828	0.00823	0.00819	0.00815	0.00811	0.00806	0.00802
52	0.00900	0.00897	0.00892	0.00888	0.00884	0.00880	0.00876	0.00872	0.00868	0.00864
53	0.00964	0.00960	0.00956	0.00953	0.00949	0.00945	0.00942	0.00938	0.00934	0.00931
54	0.01031	0.01027	0.01024	0.01020	0.01016	0.01013	0.01009	0.01006	0.01002	0.00999
55	0.01100	0.01097	0.01093	0.01090	0.01086	0.01082	0.01079	0.01075	0.01071	0.01068
56	0.01173	0.01169	0.01165	0.01161	0.01157	0.01152	0.01148	0.01144	0.01140	0.01136
57	0.01250	0.01245	0.01240	0.01236	0.01231	0.01226	0.01221	0.01216	0.01212	0.01207
58	0.01333	0.01328	0.01322	0.01316	0.01311	0.01305	0.01300	0.01294	0.01289	0.01283
59	0.01424	0.01418	0.01412	0.01405	0.01399	0.01393	0.01387	0.01381	0.01375	0.01368
60	0.01525	0.01519	0.01512	0.01506	0.01499	0.01492	0.01486	0.01479	0.01473	0.01466
61	0.01638	0.01632	0.01625	0.01619	0.01612	0.01605	0.01598	0.01592	0.01585	0.01578
62	0.01764	0.01758	0.01751	0.01745	0.01738	0.01732	0.01725	0.01718	0.01712	0.01705
63	0.01904	0.01898	0.01891	0.01884	0.01878	0.01871	0.01865	0.01859	0.01852	0.01846

ตารางที่ จ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศชายปีพ.ศ.2556-พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.02056	0.02051	0.02044	0.02037	0.02031	0.02024	0.02018	0.02011	0.02005	0.01998
65	0.02224	0.02217	0.02210	0.02203	0.02196	0.02189	0.02183	0.02176	0.02169	0.02162
66	0.02406	0.02399	0.02391	0.02383	0.02375	0.02368	0.02360	0.02352	0.02344	0.02337
67	0.02607	0.02599	0.02590	0.02581	0.02573	0.02564	0.02555	0.02546	0.02537	0.02529
68	0.02832	0.02823	0.02813	0.02804	0.02794	0.02784	0.02774	0.02765	0.02755	0.02745
69	0.03085	0.03076	0.03065	0.03055	0.03045	0.03035	0.03025	0.03014	0.03004	0.02994
70	0.03370	0.03361	0.03351	0.03342	0.03332	0.03322	0.03313	0.03303	0.03293	0.03284
71	0.03691	0.03684	0.03676	0.03668	0.03659	0.03651	0.03643	0.03635	0.03627	0.03619
72	0.04045	0.04039	0.04033	0.04027	0.04021	0.04015	0.04009	0.04003	0.03997	0.03991
73	0.04424	0.04420	0.04416	0.04412	0.04408	0.04404	0.04400	0.04396	0.04392	0.04388
74	0.04824	0.04821	0.04818	0.04815	0.04811	0.04808	0.04805	0.04801	0.04798	0.04795
75	0.05239	0.05235	0.05230	0.05226	0.05221	0.05216	0.05212	0.05207	0.05202	0.05198
76	0.05668	0.05660	0.05651	0.05643	0.05634	0.05626	0.05617	0.05609	0.05600	0.05592
77	0.06126	0.06114	0.06101	0.06088	0.06074	0.06061	0.06048	0.06035	0.06022	0.06009
78	0.06636	0.06621	0.06604	0.06588	0.06571	0.06555	0.06538	0.06522	0.06506	0.06490
79	0.07219	0.07204	0.07187	0.07171	0.07155	0.07139	0.07122	0.07106	0.07090	0.07074
80	0.07898	0.07889	0.07878	0.07868	0.07858	0.07847	0.07837	0.07826	0.07816	0.07806
81	0.08692	0.08695	0.08699	0.08702	0.08705	0.08708	0.08711	0.08714	0.08717	0.08721
82	0.09588	0.09610	0.09635	0.09660	0.09684	0.09709	0.09733	0.09758	0.09783	0.09808
83	0.10566	0.10613	0.10667	0.10719	0.10772	0.10825	0.10879	0.10933	0.10987	0.11041
84	0.11604	0.11680	0.11770	0.11855	0.11943	0.12031	0.12120	0.12210	0.12300	0.12391
85	0.12680	0.12789	0.12918	0.13042	0.13169	0.13297	0.13426	0.13556	0.13688	0.13821
86	0.13846	0.13992	0.14163	0.14329	0.14499	0.14671	0.14845	0.15020	0.15198	0.15378
87	0.15110	0.15295	0.15513	0.15724	0.15941	0.16161	0.16383	0.16609	0.16837	0.17069
88	0.16478	0.16706	0.16973	0.17233	0.17502	0.17772	0.18048	0.18328	0.18612	0.18900
89	0.17958	0.18231	0.18552	0.18864	0.19187	0.19513	0.19845	0.20183	0.20527	0.20876
90	0.19559	0.19879	0.20256	0.20624	0.21004	0.21389	0.21781	0.22181	0.22588	0.23002
91	0.21289	0.21659	0.22094	0.22520	0.22960	0.23406	0.23862	0.24327	0.24801	0.25283
92	0.23156	0.23577	0.24074	0.24560	0.25062	0.25572	0.26094	0.26626	0.27169	0.27723
93	0.25171	0.25645	0.26204	0.26751	0.27317	0.27893	0.28482	0.29083	0.29696	0.30323
94	0.27343	0.27870	0.28493	0.29102	0.29733	0.30374	0.31031	0.31702	0.32387	0.33086
95	0.29684	0.30264	0.30949	0.31620	0.32315	0.33022	0.33746	0.34486	0.35241	0.36013

ตารางที่ จ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศชายปีพ.ศ.2556-พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.32203	0.32836	0.33582	0.34313	0.35071	0.35842	0.36631	0.37437	0.38261	0.39104
97	0.34914	0.35596	0.36402	0.37190	0.38008	0.38839	0.39690	0.40559	0.41447	0.42355
98	0.37828	0.38557	0.39417	0.40258	0.41131	0.42017	0.42925	0.43851	0.44798	0.45765
99	0.40959	0.41729	0.42637	0.43526	0.44446	0.45381	0.46338	0.47314	0.48311	0.49329
100	0.44320	0.45124	0.46073	0.47000	0.47960	0.48934	0.49930	0.50946	0.51983	0.53040



ตารางที่ จ2 ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศหญิงปีพ.ศ.2556-พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
ต่ำกว่า 1	0.00705	0.00711	0.00718	0.00726	0.00733	0.00741	0.00749	0.00757	0.00764	0.00773
1	0.00073	0.00068	0.00063	0.00058	0.00054	0.00049	0.00046	0.00042	0.00039	0.00036
2	0.00053	0.00050	0.00047	0.00044	0.00042	0.00039	0.00037	0.00034	0.00032	0.00030
3	0.00043	0.00041	0.00040	0.00038	0.00037	0.00035	0.00034	0.00033	0.00031	0.00030
4	0.00038	0.00037	0.00036	0.00035	0.00034	0.00033	0.00032	0.00031	0.00030	0.00029
5	0.00036	0.00035	0.00034	0.00033	0.00032	0.00031	0.00029	0.00028	0.00027	0.00026
6	0.00035	0.00034	0.00033	0.00032	0.00030	0.00029	0.00028	0.00027	0.00026	0.00025
7	0.00032	0.00032	0.00031	0.00030	0.00029	0.00028	0.00028	0.00027	0.00026	0.00026
8	0.00034	0.00033	0.00033	0.00032	0.00032	0.00031	0.00031	0.00030	0.00030	0.00029
9	0.00034	0.00033	0.00033	0.00032	0.00032	0.00031	0.00031	0.00031	0.00030	0.00030
10	0.00033	0.00033	0.00033	0.00032	0.00032	0.00032	0.00031	0.00031	0.00031	0.00030
11	0.00034	0.00033	0.00033	0.00033	0.00033	0.00032	0.00032	0.00032	0.00031	0.00031
12	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00034	0.00034	0.00034	0.00034	0.00033
13	0.00040	0.00040	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039
14	0.00047	0.00046	0.00046	0.00046	0.00046	0.00045	0.00045	0.00045	0.00044	0.00044
15	0.00051	0.00051	0.00050	0.00050	0.00049	0.00049	0.00049	0.00048	0.00048	0.00048
16	0.00053	0.00053	0.00052	0.00052	0.00051	0.00051	0.00051	0.00050	0.00050	0.00049
17	0.00054	0.00054	0.00053	0.00053	0.00052	0.00051	0.00051	0.00050	0.00050	0.00049
18	0.00055	0.00054	0.00053	0.00053	0.00052	0.00051	0.00051	0.00050	0.00049	0.00048
19	0.00055	0.00055	0.00054	0.00053	0.00052	0.00051	0.00050	0.00049	0.00049	0.00048
20	0.00057	0.00056	0.00055	0.00054	0.00053	0.00052	0.00050	0.00049	0.00048	0.00047
21	0.00058	0.00056	0.00055	0.00053	0.00051	0.00050	0.00048	0.00047	0.00045	0.00044
22	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052	0.00050	0.00048	0.00046	0.00044	0.00042	0.00041
23	0.00060	0.00057	0.00055	0.00052	0.00049	0.00047	0.00045	0.00042	0.00040	0.00038
24	0.00063	0.00060	0.00057	0.00054	0.00051	0.00048	0.00045	0.00043	0.00040	0.00038
25	0.00069	0.00066	0.00062	0.00058	0.00055	0.00052	0.00049	0.00046	0.00043	0.00041
26	0.00073	0.00070	0.00066	0.00062	0.00058	0.00055	0.00052	0.00048	0.00046	0.00043
27	0.00080	0.00076	0.00072	0.00068	0.00064	0.00061	0.00057	0.00054	0.00051	0.00048
28	0.00087	0.00083	0.00079	0.00075	0.00071	0.00067	0.00064	0.00060	0.00057	0.00054
29	0.00095	0.00091	0.00086	0.00082	0.00078	0.00075	0.00071	0.00068	0.00064	0.00061
30	0.00103	0.00099	0.00095	0.00091	0.00087	0.00083	0.00080	0.00076	0.00073	0.00070
31	0.00113	0.00110	0.00106	0.00102	0.00099	0.00095	0.00092	0.00088	0.00085	0.00082

ตารางที่ จ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศหญิงปีพ.ศ.2556-พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00120	0.00117	0.00113	0.00110	0.00107	0.00103	0.00100	0.00097	0.00094	0.00091
33	0.00127	0.00124	0.00121	0.00118	0.00115	0.00112	0.00109	0.00106	0.00103	0.00100
34	0.00134	0.00131	0.00128	0.00125	0.00122	0.00120	0.00117	0.00114	0.00111	0.00109
35	0.00141	0.00138	0.00136	0.00133	0.00130	0.00127	0.00125	0.00122	0.00120	0.00117
36	0.00148	0.00146	0.00143	0.00140	0.00138	0.00135	0.00133	0.00130	0.00128	0.00125
37	0.00156	0.00153	0.00151	0.00148	0.00145	0.00143	0.00140	0.00138	0.00135	0.00133
38	0.00163	0.00161	0.00158	0.00156	0.00153	0.00151	0.00148	0.00146	0.00143	0.00141
39	0.00171	0.00169	0.00166	0.00164	0.00161	0.00158	0.00156	0.00153	0.00151	0.00148
40	0.00179	0.00177	0.00174	0.00172	0.00169	0.00167	0.00164	0.00161	0.00159	0.00157
41	0.00188	0.00185	0.00183	0.00180	0.00178	0.00175	0.00173	0.00170	0.00168	0.00165
42	0.00197	0.00194	0.00192	0.00189	0.00187	0.00184	0.00182	0.00180	0.00177	0.00175
43	0.00207	0.00205	0.00203	0.00200	0.00198	0.00195	0.00193	0.00191	0.00188	0.00186
44	0.00220	0.00218	0.00216	0.00213	0.00211	0.00208	0.00206	0.00203	0.00201	0.00199
45	0.00236	0.00234	0.00231	0.00229	0.00226	0.00224	0.00221	0.00219	0.00216	0.00214
46	0.00256	0.00254	0.00251	0.00248	0.00245	0.00242	0.00239	0.00236	0.00233	0.00231
47	0.00280	0.00277	0.00273	0.00270	0.00266	0.00263	0.00259	0.00256	0.00253	0.00250
48	0.00306	0.00302	0.00298	0.00294	0.00290	0.00286	0.00282	0.00278	0.00274	0.00271
49	0.00334	0.00329	0.00325	0.00320	0.00316	0.00311	0.00307	0.00302	0.00298	0.00293
50	0.00363	0.00358	0.00353	0.00348	0.00343	0.00338	0.00333	0.00328	0.00323	0.00318
51	0.00394	0.00388	0.00383	0.00377	0.00371	0.00366	0.00360	0.00354	0.00349	0.00344
52	0.00426	0.00421	0.00414	0.00408	0.00402	0.00396	0.00390	0.00384	0.00378	0.00372
53	0.00462	0.00456	0.00450	0.00443	0.00437	0.00430	0.00424	0.00417	0.00411	0.00405
54	0.00503	0.00497	0.00490	0.00483	0.00477	0.00470	0.00463	0.00456	0.00450	0.00443
55	0.00551	0.00544	0.00537	0.00530	0.00523	0.00516	0.00509	0.00503	0.00496	0.00489
56	0.00605	0.00599	0.00592	0.00585	0.00578	0.00571	0.00564	0.00557	0.00550	0.00543
57	0.00666	0.00660	0.00653	0.00646	0.00639	0.00632	0.00625	0.00618	0.00611	0.00604
58	0.00733	0.00727	0.00720	0.00713	0.00706	0.00699	0.00692	0.00685	0.00678	0.00671
59	0.00804	0.00798	0.00791	0.00784	0.00776	0.00769	0.00762	0.00755	0.00748	0.00741
60	0.00879	0.00872	0.00865	0.00857	0.00850	0.00842	0.00834	0.00827	0.00819	0.00812
61	0.00957	0.00950	0.00941	0.00933	0.00925	0.00916	0.00908	0.00900	0.00892	0.00884
62	0.01041	0.01032	0.01023	0.01014	0.01005	0.00996	0.00987	0.00977	0.00969	0.00960
63	0.01133	0.01124	0.01114	0.01104	0.01094	0.01084	0.01074	0.01064	0.01054	0.01044

ตารางที่ จ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศหญิงปีพ.ศ.2556-พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.01238	0.01228	0.01217	0.01207	0.01196	0.01185	0.01174	0.01163	0.01152	0.01142
65	0.01358	0.01348	0.01337	0.01325	0.01314	0.01302	0.01291	0.01279	0.01268	0.01257
66	0.01497	0.01486	0.01475	0.01463	0.01451	0.01440	0.01428	0.01416	0.01405	0.01393
67	0.01654	0.01643	0.01632	0.01620	0.01608	0.01597	0.01585	0.01573	0.01562	0.01550
68	0.01829	0.01819	0.01808	0.01796	0.01785	0.01773	0.01761	0.01750	0.01739	0.01727
69	0.02023	0.02013	0.02002	0.01991	0.01979	0.01968	0.01957	0.01945	0.01934	0.01923
70	0.02237	0.02226	0.02215	0.02204	0.02193	0.02181	0.02170	0.02159	0.02148	0.02136
71	0.02469	0.02459	0.02448	0.02436	0.02424	0.02412	0.02401	0.02389	0.02378	0.02366
72	0.02723	0.02712	0.02699	0.02687	0.02674	0.02662	0.02649	0.02637	0.02624	0.02612
73	0.02998	0.02985	0.02972	0.02958	0.02944	0.02930	0.02916	0.02903	0.02889	0.02875
74	0.03295	0.03281	0.03266	0.03250	0.03234	0.03219	0.03203	0.03187	0.03172	0.03156
75	0.03617	0.03601	0.03583	0.03565	0.03547	0.03528	0.03510	0.03492	0.03474	0.03456
76	0.03968	0.03949	0.03928	0.03907	0.03885	0.03864	0.03842	0.03821	0.03800	0.03779
77	0.04360	0.04339	0.04315	0.04290	0.04266	0.04241	0.04216	0.04192	0.04168	0.04144
78	0.04812	0.04788	0.04761	0.04734	0.04706	0.04679	0.04652	0.04624	0.04597	0.04570
79	0.05340	0.05313	0.05285	0.05256	0.05227	0.05197	0.05168	0.05139	0.05110	0.05081
80	0.05960	0.05934	0.05905	0.05876	0.05846	0.05816	0.05786	0.05757	0.05727	0.05698
81	0.06686	0.06661	0.06634	0.06606	0.06578	0.06550	0.06522	0.06494	0.06466	0.06438
82	0.07505	0.07483	0.07460	0.07435	0.07411	0.07386	0.07361	0.07337	0.07312	0.07288
83	0.08397	0.08380	0.08361	0.08342	0.08323	0.08304	0.08284	0.08265	0.08246	0.08226
84	0.09342	0.09331	0.09319	0.09306	0.09294	0.09281	0.09268	0.09256	0.09243	0.09231
85	0.10318	0.10314	0.10310	0.10305	0.10300	0.10295	0.10290	0.10285	0.10281	0.10276
86	0.11379	0.11382	0.11386	0.11390	0.11394	0.11398	0.11402	0.11406	0.11410	0.11414
87	0.12528	0.12541	0.12554	0.12568	0.12581	0.12595	0.12609	0.12623	0.12637	0.12651
88	0.13772	0.13794	0.13817	0.13842	0.13867	0.13892	0.13917	0.13942	0.13967	0.13992
89	0.15115	0.15147	0.15182	0.15218	0.15255	0.15292	0.15329	0.15366	0.15404	0.15441
90	0.16563	0.16606	0.16653	0.16702	0.16751	0.16801	0.16851	0.16902	0.16952	0.17003
91	0.18120	0.18175	0.18235	0.18297	0.18360	0.18424	0.18488	0.18552	0.18617	0.18681
92	0.19792	0.19859	0.19933	0.20009	0.20087	0.20165	0.20243	0.20322	0.20402	0.20481
93	0.21585	0.21664	0.21752	0.21843	0.21935	0.22028	0.22122	0.22216	0.22310	0.22405
94	0.23501	0.23594	0.23696	0.23801	0.23909	0.24017	0.24126	0.24236	0.24346	0.24457
95	0.25548	0.25653	0.25769	0.25890	0.26012	0.26136	0.26260	0.26386	0.26511	0.26638

ตารางที่ จ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของเพศหญิงปีพ.ศ.2556-พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.27728	0.27846	0.27976	0.28111	0.28249	0.28387	0.28527	0.28667	0.28808	0.28950
97	0.30046	0.30177	0.30320	0.30469	0.30620	0.30773	0.30927	0.31082	0.31238	0.31394
98	0.32507	0.32648	0.32804	0.32966	0.33130	0.33296	0.33463	0.33631	0.33800	0.33970
99	0.35112	0.35264	0.35430	0.35603	0.35779	0.35957	0.36136	0.36315	0.36496	0.36678
100	0.37866	0.38026	0.38202	0.38384	0.38569	0.38756	0.38944	0.39133	0.39323	0.39514



ภาคผนวก ฉ
คำพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียโนโพลิชของเพศชายและเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 –
พ.ศ.2565

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ1 ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศชาย ปี พ.ศ.2556 – พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
ต่ำกว่า 1	0.00718	0.00707	0.00695	0.00684	0.00672	0.00660	0.00649	0.00637	0.00626	0.00614
1	0.00088	0.00076	0.00065	0.00053	0.00042	0.00030	0.00018	0.00007	-0.00005	-0.00016
2	0.00039	0.00028	0.00016	0.00004	-0.00007	-0.00019	-0.00030	-0.00042	-0.00054	-0.00065
3	0.00002	-0.00010	-0.00021	-0.00033	-0.00045	-0.00056	-0.00068	-0.00079	-0.00091	-0.00103
4	-0.00003	-0.00015	-0.00026	-0.00038	-0.00050	-0.00061	-0.00073	-0.00084	-0.00096	-0.00108
5	0.00004	-0.00008	-0.00019	-0.00031	-0.00042	-0.00054	-0.00066	-0.00077	-0.00089	-0.00100
6	0.00004	-0.00008	-0.00020	-0.00031	-0.00043	-0.00054	-0.00066	-0.00078	-0.00089	-0.00101
7	-0.00011	-0.00023	-0.00034	-0.00046	-0.00058	-0.00069	-0.00081	-0.00092	-0.00104	-0.00116
8	-0.00014	-0.00026	-0.00037	-0.00049	-0.00060	-0.00072	-0.00084	-0.00095	-0.00107	-0.00118
9	-0.00023	-0.00035	-0.00046	-0.00058	-0.00069	-0.00081	-0.00093	-0.00104	-0.00116	-0.00127
10	-0.00033	-0.00045	-0.00056	-0.00068	-0.00079	-0.00091	-0.00103	-0.00114	-0.00126	-0.00137
11	-0.00038	-0.00049	-0.00061	-0.00072	-0.00084	-0.00096	-0.00107	-0.00119	-0.00130	-0.00142
12	-0.00031	-0.00043	-0.00054	-0.00066	-0.00078	-0.00089	-0.00101	-0.00112	-0.00124	-0.00136
13	-0.00008	-0.00020	-0.00031	-0.00043	-0.00054	-0.00066	-0.00078	-0.00089	-0.00101	-0.00112
14	0.00025	0.00014	0.00002	-0.00010	-0.00021	-0.00033	-0.00044	-0.00056	-0.00068	-0.00079
15	0.00069	0.00058	0.00046	0.00035	0.00023	0.00011	0.00000	-0.00012	-0.00023	-0.00035
16	0.00114	0.00103	0.00091	0.00079	0.00068	0.00056	0.00045	0.00033	0.00021	0.00010
17	0.00157	0.00146	0.00134	0.00123	0.00111	0.00099	0.00088	0.00076	0.00065	0.00053
18	0.00173	0.00161	0.00150	0.00138	0.00127	0.00115	0.00103	0.00092	0.00080	0.00069
19	0.00165	0.00153	0.00141	0.00130	0.00118	0.00107	0.00095	0.00083	0.00072	0.00060
20	0.00158	0.00147	0.00135	0.00124	0.00112	0.00100	0.00089	0.00077	0.00066	0.00054
21	0.00160	0.00148	0.00137	0.00125	0.00114	0.00102	0.00090	0.00079	0.00067	0.00056
22	0.00177	0.00166	0.00154	0.00142	0.00131	0.00119	0.00108	0.00096	0.00084	0.00073
23	0.00189	0.00178	0.00166	0.00154	0.00143	0.00131	0.00120	0.00108	0.00096	0.00085
24	0.00217	0.00206	0.00194	0.00182	0.00171	0.00159	0.00148	0.00136	0.00124	0.00113
25	0.00249	0.00238	0.00226	0.00214	0.00203	0.00191	0.00180	0.00168	0.00156	0.00145
26	0.00272	0.00261	0.00249	0.00237	0.00226	0.00214	0.00203	0.00191	0.00179	0.00168
27	0.00303	0.00291	0.00280	0.00268	0.00256	0.00245	0.00233	0.00222	0.00210	0.00198
28	0.00339	0.00327	0.00316	0.00304	0.00293	0.00281	0.00269	0.00258	0.00246	0.00235
29	0.00377	0.00365	0.00354	0.00342	0.00331	0.00319	0.00307	0.00296	0.00284	0.00273
30	0.00413	0.00401	0.00390	0.00378	0.00367	0.00355	0.00343	0.00332	0.00320	0.00309
31	0.00432	0.00421	0.00409	0.00397	0.00386	0.00374	0.00363	0.00351	0.00339	0.00328

ตารางที่ ฉ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศชาย ปี พ.ศ.2556 - พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00421	0.00409	0.00398	0.00386	0.00374	0.00363	0.00351	0.00340	0.00328	0.00316
33	0.00414	0.00403	0.00391	0.00380	0.00368	0.00356	0.00345	0.00333	0.00322	0.00310
34	0.00424	0.00412	0.00401	0.00389	0.00378	0.00366	0.00354	0.00343	0.00331	0.00320
35	0.00431	0.00420	0.00408	0.00396	0.00385	0.00373	0.00362	0.00350	0.00338	0.00327
36	0.00436	0.00425	0.00413	0.00402	0.00390	0.00378	0.00367	0.00355	0.00344	0.00332
37	0.00441	0.00429	0.00418	0.00406	0.00395	0.00383	0.00371	0.00360	0.00348	0.00337
38	0.00446	0.00434	0.00423	0.00411	0.00400	0.00388	0.00376	0.00365	0.00353	0.00342
39	0.00453	0.00441	0.00430	0.00418	0.00406	0.00395	0.00383	0.00372	0.00360	0.00348
40	0.00454	0.00442	0.00430	0.00419	0.00407	0.00396	0.00384	0.00372	0.00361	0.00349
41	0.00471	0.00459	0.00448	0.00436	0.00424	0.00413	0.00401	0.00390	0.00378	0.00366
42	0.00487	0.00475	0.00464	0.00452	0.00440	0.00429	0.00417	0.00406	0.00394	0.00382
43	0.00498	0.00486	0.00475	0.00463	0.00452	0.00440	0.00428	0.00417	0.00405	0.00394
44	0.00514	0.00502	0.00490	0.00479	0.00467	0.00456	0.00444	0.00432	0.00421	0.00409
45	0.00535	0.00523	0.00512	0.00500	0.00489	0.00477	0.00465	0.00454	0.00442	0.00431
46	0.00572	0.00560	0.00549	0.00537	0.00525	0.00514	0.00502	0.00491	0.00479	0.00467
47	0.00617	0.00605	0.00594	0.00582	0.00571	0.00559	0.00547	0.00536	0.00524	0.00513
48	0.00660	0.00648	0.00636	0.00625	0.00613	0.00602	0.00590	0.00578	0.00567	0.00555
49	0.00704	0.00693	0.00681	0.00669	0.00658	0.00646	0.00635	0.00623	0.00611	0.00600
50	0.00755	0.00744	0.00732	0.00721	0.00709	0.00697	0.00686	0.00674	0.00663	0.00651
51	0.00813	0.00801	0.00789	0.00778	0.00766	0.00755	0.00743	0.00731	0.00720	0.00708
52	0.00876	0.00864	0.00853	0.00841	0.00830	0.00818	0.00806	0.00795	0.00783	0.00772
53	0.00927	0.00915	0.00904	0.00892	0.00880	0.00869	0.00857	0.00846	0.00834	0.00822
54	0.00992	0.00980	0.00969	0.00957	0.00945	0.00934	0.00922	0.00911	0.00899	0.00887
55	0.01064	0.01052	0.01041	0.01029	0.01018	0.01006	0.00994	0.00983	0.00971	0.00960
56	0.01135	0.01124	0.01112	0.01101	0.01089	0.01077	0.01066	0.01054	0.01043	0.01031
57	0.01211	0.01200	0.01188	0.01176	0.01165	0.01153	0.01142	0.01130	0.01118	0.01107
58	0.01308	0.01296	0.01285	0.01273	0.01262	0.01250	0.01238	0.01227	0.01215	0.01204
59	0.01393	0.01381	0.01369	0.01358	0.01346	0.01335	0.01323	0.01311	0.01300	0.01288
60	0.01495	0.01483	0.01472	0.01460	0.01449	0.01437	0.01425	0.01414	0.01402	0.01391
61	0.01619	0.01608	0.01596	0.01584	0.01573	0.01561	0.01550	0.01538	0.01526	0.01515
62	0.01762	0.01750	0.01739	0.01727	0.01715	0.01704	0.01692	0.01681	0.01669	0.01657
63	0.01912	0.01901	0.01889	0.01877	0.01866	0.01854	0.01843	0.01831	0.01819	0.01808

ตารางที่ ฉ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศชาย ปี พ.ศ.2556 - พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.02053	0.02042	0.02030	0.02018	0.02007	0.01995	0.01984	0.01972	0.01960	0.01949
65	0.02230	0.02219	0.02207	0.02196	0.02184	0.02172	0.02161	0.02149	0.02138	0.02126
66	0.02407	0.02396	0.02384	0.02372	0.02361	0.02349	0.02338	0.02326	0.02314	0.02303
67	0.02597	0.02586	0.02574	0.02563	0.02551	0.02539	0.02528	0.02516	0.02505	0.02493
68	0.02809	0.02797	0.02786	0.02774	0.02763	0.02751	0.02739	0.02728	0.02716	0.02705
69	0.03057	0.03046	0.03034	0.03023	0.03011	0.02999	0.02988	0.02976	0.02965	0.02953
70	0.03354	0.03342	0.03330	0.03319	0.03307	0.03296	0.03284	0.03272	0.03261	0.03249
71	0.03701	0.03690	0.03678	0.03667	0.03655	0.03643	0.03632	0.03620	0.03609	0.03597
72	0.04074	0.04062	0.04051	0.04039	0.04028	0.04016	0.04004	0.03993	0.03981	0.03970
73	0.04430	0.04418	0.04406	0.04395	0.04383	0.04372	0.04360	0.04348	0.04337	0.04325
74	0.04835	0.04823	0.04811	0.04800	0.04788	0.04777	0.04765	0.04753	0.04742	0.04730
75	0.05251	0.05239	0.05228	0.05216	0.05205	0.05193	0.05181	0.05170	0.05158	0.05147
76	0.05668	0.05657	0.05645	0.05633	0.05622	0.05610	0.05599	0.05587	0.05575	0.05564
77	0.06141	0.06129	0.06118	0.06106	0.06095	0.06083	0.06071	0.06060	0.06048	0.06037
78	0.06662	0.06650	0.06638	0.06627	0.06615	0.06604	0.06592	0.06580	0.06569	0.06557
79	0.07218	0.07207	0.07195	0.07183	0.07172	0.07160	0.07149	0.07137	0.07125	0.07114
80	0.07838	0.07827	0.07815	0.07803	0.07792	0.07780	0.07769	0.07757	0.07745	0.07734
81	0.08464	0.08452	0.08440	0.08429	0.08417	0.08406	0.08394	0.08382	0.08371	0.08359
82	0.09286	0.09274	0.09262	0.09251	0.09239	0.09228	0.09216	0.09204	0.09193	0.09181
83	0.10142	0.10130	0.10119	0.10107	0.10095	0.10084	0.10072	0.10061	0.10049	0.10037
84	0.10871	0.10860	0.10848	0.10836	0.10825	0.10813	0.10802	0.10790	0.10778	0.10767
85	0.11533	0.11521	0.11510	0.11498	0.11487	0.11475	0.11463	0.11452	0.11440	0.11429
86	0.12499	0.12488	0.12476	0.12465	0.12453	0.12441	0.12430	0.12418	0.12407	0.12395
87	0.13458	0.13446	0.13434	0.13423	0.13411	0.13400	0.13388	0.13376	0.13365	0.13353
88	0.14369	0.14357	0.14346	0.14334	0.14323	0.14311	0.14299	0.14288	0.14276	0.14265
89	0.15368	0.15356	0.15345	0.15333	0.15321	0.15310	0.15298	0.15287	0.15275	0.15263
90	0.16463	0.16452	0.16440	0.16429	0.16417	0.16405	0.16394	0.16382	0.16371	0.16359
91	0.17666	0.17655	0.17643	0.17632	0.17620	0.17608	0.17597	0.17585	0.17574	0.17562
92	0.19025	0.19013	0.19002	0.18990	0.18978	0.18967	0.18955	0.18944	0.18932	0.18920
93	0.20644	0.20633	0.20621	0.20609	0.20598	0.20586	0.20575	0.20563	0.20551	0.20540
94	0.22419	0.22407	0.22396	0.22384	0.22372	0.22361	0.22349	0.22338	0.22326	0.22314
95	0.24365	0.24353	0.24342	0.24330	0.24318	0.24307	0.24295	0.24284	0.24272	0.24260

ตารางที่ ฉ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศชาย ปี พ.ศ.2556 - พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.26501	0.26489	0.26477	0.26466	0.26454	0.26443	0.26431	0.26419	0.26408	0.26396
97	0.28846	0.28834	0.28823	0.28811	0.28799	0.28788	0.28776	0.28765	0.28753	0.28741
98	0.31423	0.31411	0.31400	0.31388	0.31377	0.31365	0.31353	0.31342	0.31330	0.31319
99	0.34257	0.34245	0.34234	0.34222	0.34211	0.34199	0.34187	0.34176	0.34164	0.34153
100	0.37376	0.37364	0.37353	0.37341	0.37329	0.37318	0.37306	0.37295	0.37283	0.37271



ตารางที่ ๑๒ ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลีของเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 – พ.ศ.

2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
ต่ำกว่า 1	0.00637	0.00629	0.00621	0.00614	0.00606	0.00598	0.00590	0.00582	0.00575	0.00567
1	0.00130	0.00122	0.00115	0.00107	0.00099	0.00091	0.00083	0.00076	0.00068	0.00060
2	0.00046	0.00038	0.00030	0.00022	0.00014	0.00007	-0.00001	-0.00009	-0.00017	-0.00025
3	0.00002	-0.00006	-0.00014	-0.00021	-0.00029	-0.00037	-0.00045	-0.00053	-0.00060	-0.00068
4	-0.00004	-0.00012	-0.00019	-0.00027	-0.00035	-0.00043	-0.00051	-0.00058	-0.00066	-0.00074
5	-0.00002	-0.00010	-0.00018	-0.00026	-0.00033	-0.00041	-0.00049	-0.00057	-0.00065	-0.00072
6	-0.00002	-0.00009	-0.00017	-0.00025	-0.00033	-0.00041	-0.00048	-0.00056	-0.00064	-0.00072
7	-0.00007	-0.00015	-0.00023	-0.00031	-0.00038	-0.00046	-0.00054	-0.00062	-0.00070	-0.00077
8	-0.00013	-0.00020	-0.00028	-0.00036	-0.00044	-0.00052	-0.00059	-0.00067	-0.00075	0.00001
9	-0.00013	-0.00021	-0.00029	-0.00037	-0.00045	-0.00052	-0.00060	0.00002	0.00001	0.00000
10	-0.00014	-0.00021	-0.00029	-0.00037	-0.00045	-0.00053	-0.00060	-0.00068	-0.00076	0.00000
11	-0.00014	-0.00022	-0.00030	-0.00038	-0.00046	-0.00053	-0.00061	0.00003	0.00001	0.00000
12	-0.00013	-0.00021	-0.00028	-0.00036	-0.00044	-0.00052	-0.00060	-0.00067	-0.00075	0.00000
13	-0.00011	-0.00018	-0.00026	-0.00034	-0.00042	-0.00050	-0.00057	-0.00065	-0.00073	0.00000
14	0.00001	-0.00007	-0.00015	-0.00022	-0.00030	-0.00038	-0.00046	-0.00054	-0.00061	-0.00069
15	0.00010	0.00002	-0.00006	-0.00014	-0.00022	-0.00029	-0.00037	-0.00045	-0.00053	-0.00061
16	0.00011	0.00004	-0.00004	-0.00012	-0.00020	-0.00028	-0.00035	-0.00043	-0.00051	-0.00059
17	0.00010	0.00002	-0.00006	-0.00014	-0.00021	-0.00029	-0.00037	-0.00045	-0.00053	-0.00060
18	0.00009	0.00002	-0.00006	-0.00014	-0.00022	-0.00030	-0.00037	-0.00045	-0.00053	-0.00061
19	0.00013	0.00005	-0.00003	-0.00011	-0.00018	-0.00026	-0.00034	-0.00042	-0.00050	-0.00057
20	0.00018	0.00010	0.00002	-0.00006	-0.00013	-0.00021	-0.00029	-0.00037	-0.00045	-0.00052
21	0.00024	0.00016	0.00008	0.00000	-0.00008	-0.00015	-0.00023	-0.00031	-0.00039	-0.00047
22	0.00034	0.00026	0.00019	0.00011	0.00003	-0.00005	-0.00013	-0.00020	-0.00028	-0.00036
23	0.00045	0.00038	0.00030	0.00022	0.00014	0.00006	-0.00001	-0.00009	-0.00017	-0.00025
24	0.00065	0.00057	0.00050	0.00042	0.00034	0.00026	0.00018	0.00011	0.00003	-0.00005
25	0.00078	0.00070	0.00062	0.00054	0.00047	0.00039	0.00031	0.00023	0.00015	0.00008
26	0.00091	0.00083	0.00076	0.00068	0.00060	0.00052	0.00044	0.00037	0.00029	0.00021
27	0.00098	0.00091	0.00083	0.00075	0.00067	0.00059	0.00052	0.00044	0.00036	0.00028
28	0.00107	0.00099	0.00092	0.00084	0.00076	0.00068	0.00060	0.00053	0.00045	0.00037
29	0.00108	0.00101	0.00093	0.00085	0.00077	0.00069	0.00062	0.00054	0.00046	0.00038
30	0.00113	0.00105	0.00098	0.00090	0.00082	0.00074	0.00066	0.00059	0.00051	0.00043
31	0.00114	0.00107	0.00099	0.00091	0.00083	0.00075	0.00068	0.00060	0.00052	0.00044

ตารางที่ ๑๒ (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 – พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00115	0.00107	0.00099	0.00091	0.00084	0.00076	0.00068	0.00060	0.00052	0.00045
33	0.00115	0.00107	0.00100	0.00092	0.00084	0.00076	0.00068	0.00061	0.00053	0.00045
34	0.00116	0.00108	0.00100	0.00092	0.00085	0.00077	0.00069	0.00061	0.00053	0.00046
35	0.00120	0.00112	0.00104	0.00096	0.00089	0.00081	0.00073	0.00065	0.00057	0.00050
36	0.00128	0.00120	0.00112	0.00104	0.00096	0.00089	0.00081	0.00073	0.00065	0.00057
37	0.00134	0.00127	0.00119	0.00111	0.00103	0.00095	0.00088	0.00080	0.00072	0.00064
38	0.00143	0.00135	0.00128	0.00120	0.00112	0.00104	0.00096	0.00089	0.00081	0.00073
39	0.00153	0.00145	0.00137	0.00129	0.00122	0.00114	0.00106	0.00098	0.00090	0.00083
40	0.00161	0.00154	0.00146	0.00138	0.00130	0.00122	0.00115	0.00107	0.00099	0.00091
41	0.00168	0.00161	0.00153	0.00145	0.00137	0.00129	0.00122	0.00114	0.00106	0.00098
42	0.00174	0.00166	0.00158	0.00150	0.00142	0.00135	0.00127	0.00119	0.00111	0.00103
43	0.00184	0.00176	0.00168	0.00160	0.00152	0.00145	0.00137	0.00129	0.00121	0.00113
44	0.00195	0.00187	0.00179	0.00172	0.00164	0.00156	0.00148	0.00140	0.00133	0.00125
45	0.00213	0.00205	0.00197	0.00190	0.00182	0.00174	0.00166	0.00158	0.00151	0.00143
46	0.00240	0.00233	0.00225	0.00217	0.00209	0.00201	0.00194	0.00186	0.00178	0.00170
47	0.00263	0.00255	0.00247	0.00240	0.00232	0.00224	0.00216	0.00208	0.00201	0.00193
48	0.00299	0.00291	0.00284	0.00276	0.00268	0.00260	0.00252	0.00245	0.00237	0.00229
49	0.00339	0.00331	0.00323	0.00315	0.00307	0.00300	0.00292	0.00284	0.00276	0.00268
50	0.00383	0.00375	0.00367	0.00359	0.00352	0.00344	0.00336	0.00328	0.00320	0.00313
51	0.00417	0.00409	0.00402	0.00394	0.00386	0.00378	0.00370	0.00363	0.00355	0.00347
52	0.00450	0.00442	0.00434	0.00427	0.00419	0.00411	0.00403	0.00395	0.00388	0.00380
53	0.00484	0.00476	0.00468	0.00460	0.00452	0.00445	0.00437	0.00429	0.00421	0.00413
54	0.00521	0.00513	0.00505	0.00498	0.00490	0.00482	0.00474	0.00466	0.00459	0.00451
55	0.00565	0.00557	0.00549	0.00541	0.00533	0.00526	0.00518	0.00510	0.00502	0.00494
56	0.00620	0.00613	0.00605	0.00597	0.00589	0.00581	0.00574	0.00566	0.00558	0.00550
57	0.00681	0.00673	0.00666	0.00658	0.00650	0.00642	0.00634	0.00627	0.00619	0.00611
58	0.00752	0.00744	0.00736	0.00728	0.00721	0.00713	0.00705	0.00697	0.00689	0.00682
59	0.00828	0.00820	0.00813	0.00805	0.00797	0.00789	0.00781	0.00774	0.00766	0.00758
60	0.00912	0.00905	0.00897	0.00889	0.00881	0.00873	0.00866	0.00858	0.00850	0.00842
61	0.01002	0.00994	0.00986	0.00978	0.00970	0.00963	0.00955	0.00947	0.00939	0.00931
62	0.01090	0.01082	0.01074	0.01066	0.01058	0.01051	0.01043	0.01035	0.01027	0.01019
63	0.01188	0.01180	0.01172	0.01165	0.01157	0.01149	0.01141	0.01133	0.01126	0.01118

ตารางที่ ๑๒ (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 - พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.01292	0.01285	0.01277	0.01269	0.01261	0.01253	0.01246	0.01238	0.01230	0.01222
65	0.01423	0.01415	0.01407	0.01399	0.01392	0.01384	0.01376	0.01368	0.01360	0.01353
66	0.01576	0.01569	0.01561	0.01553	0.01545	0.01537	0.01530	0.01522	0.01514	0.01506
67	0.01744	0.01737	0.01729	0.01721	0.01713	0.01705	0.01698	0.01690	0.01682	0.01674
68	0.01923	0.01916	0.01908	0.01900	0.01892	0.01884	0.01877	0.01869	0.01861	0.01853
69	0.02119	0.02112	0.02104	0.02096	0.02088	0.02080	0.02073	0.02065	0.02057	0.02049
70	0.02332	0.02324	0.02317	0.02309	0.02301	0.02293	0.02285	0.02278	0.02270	0.02262
71	0.02554	0.02546	0.02538	0.02531	0.02523	0.02515	0.02507	0.02499	0.02492	0.02484
72	0.02817	0.02809	0.02801	0.02793	0.02785	0.02778	0.02770	0.02762	0.02754	0.02746
73	0.03124	0.03116	0.03108	0.03100	0.03093	0.03085	0.03077	0.03069	0.03061	0.03054
74	0.03416	0.03408	0.03400	0.03393	0.03385	0.03377	0.03369	0.03361	0.03354	0.03346
75	0.03765	0.03757	0.03749	0.03741	0.03733	0.03726	0.03718	0.03710	0.03702	0.03694
76	0.04142	0.04135	0.04127	0.04119	0.04111	0.04103	0.04096	0.04088	0.04080	0.04072
77	0.04554	0.04547	0.04539	0.04531	0.04523	0.04515	0.04508	0.04500	0.04492	0.04484
78	0.05050	0.05043	0.05035	0.05027	0.05019	0.05011	0.05004	0.04996	0.04988	0.04980
79	0.05608	0.05600	0.05592	0.05585	0.05577	0.05569	0.05561	0.05553	0.05546	0.05538
80	0.06223	0.06215	0.06207	0.06199	0.06191	0.06184	0.06176	0.06168	0.06160	0.06152
81	0.06933	0.06926	0.06918	0.06910	0.06902	0.06894	0.06887	0.06879	0.06871	0.06863
82	0.07702	0.07694	0.07686	0.07678	0.07671	0.07663	0.07655	0.07647	0.07639	0.07632
83	0.08599	0.08591	0.08584	0.08576	0.08568	0.08560	0.08552	0.08545	0.08537	0.08529
84	0.09492	0.09484	0.09476	0.09468	0.09461	0.09453	0.09445	0.09437	0.09429	0.09422
85	0.10332	0.10324	0.10316	0.10308	0.10301	0.10293	0.10285	0.10277	0.10269	0.10262
86	0.11281	0.11273	0.11265	0.11257	0.11250	0.11242	0.11234	0.11226	0.11218	0.11211
87	0.12307	0.12299	0.12292	0.12284	0.12276	0.12268	0.12260	0.12253	0.12245	0.12237
88	0.13416	0.13409	0.13401	0.13393	0.13385	0.13377	0.13370	0.13362	0.13354	0.13346
89	0.14614	0.14606	0.14598	0.14591	0.14583	0.14575	0.14567	0.14559	0.14552	0.14544
90	0.15906	0.15898	0.15891	0.15883	0.15875	0.15867	0.15859	0.15852	0.15844	0.15836
91	0.17308	0.17300	0.17292	0.17284	0.17277	0.17269	0.17261	0.17253	0.17245	0.17238
92	0.18864	0.18856	0.18848	0.18840	0.18833	0.18825	0.18817	0.18809	0.18801	0.18794
93	0.20538	0.20530	0.20522	0.20514	0.20507	0.20499	0.20491	0.20483	0.20475	0.20468
94	0.22337	0.22329	0.22321	0.22314	0.22306	0.22298	0.22290	0.22282	0.22275	0.22267
95	0.24268	0.24261	0.24253	0.24245	0.24237	0.24229	0.24222	0.24214	0.24206	0.24198

ตารางที่ ฉ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราตายกลางปีด้วยตัวแบบมีเดียนโพลิชของเพศหญิง ปี พ.ศ.2556 – พ.ศ.2565

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.26339	0.26331	0.26323	0.26316	0.26308	0.26300	0.26292	0.26284	0.26277	0.26269
97	0.28556	0.28549	0.28541	0.28533	0.28525	0.28517	0.28510	0.28502	0.28494	0.28486
98	0.30928	0.30920	0.30912	0.30905	0.30897	0.30889	0.30881	0.30873	0.30866	0.30858
99	0.33462	0.33454	0.33446	0.33438	0.33430	0.33423	0.33415	0.33407	0.33399	0.33391
100	0.36165	0.36157	0.36149	0.36141	0.36134	0.36126	0.36118	0.36110	0.36102	0.36095



ภาคผนวก ข
แวนไอแกรมจากค่าตลาดเคลื่อนของตัวแบบลี-คาร์เตอร์และแวนไอแกรมจากค่าตลาดเคลื่อนของ
ตัวแบบมีเดียโนโพลิชในเพศชายและเพศหญิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ช1 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงเวลา $\gamma(0, u)$ ตามตัวแบบต่างๆ

ระยะห่างเชิงเวลา	ตัวแบบลี-คาร์เตอร์		ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	
	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิง
0	0.000000144	0.000000000	0.000000000	0.000000000
1	0.000110345	0.000062571	0.000069502	0.000073454
2	0.000163714	0.000083107	0.000131516	0.000101220
3	0.000189493	0.000093317	0.000187190	0.000115812
4	0.000201944	0.000099424	0.000237449	0.000124809
5	0.000207959	0.000103487	0.000283047	0.000130911
6	0.000210864	0.000106386	0.000324603	0.000135321
7	0.000212268	0.000108558	0.000362632	0.000138658
8	0.000212946	0.000110246	0.000397564	0.000141270
9	0.000213273	0.000111596	0.000429764	0.000143371
10	0.000213431	0.000112699	0.000459539	0.000145098
11	0.000213507	0.000113619	0.000487154	0.000146541
12	0.000213544	0.000114397	0.000512835	0.000147767
13	0.000213562	0.000115063	0.000536779	0.000148819
14	0.000213571	0.000115641	0.000559156	0.000149734
15	0.000213575	0.000116146	0.000580115	0.000150535
16	0.000213577	0.000116591	0.000599787	0.000151244
17	0.000213578	0.000116988	0.000618287	0.000151875
18	0.000213578	0.000117342	0.000635716	0.000152440
19	0.000213579	0.000117661	0.000652165	0.000152949
20	0.000213579	0.000117949	0.000667714	0.000153410
21	0.000213579	0.000118211	0.000682436	0.000153830
22	0.000213579	0.000118451	0.000696394	0.000154213
23	0.000213579	0.000118670	0.000709646	0.000154565
24	0.000213579	0.000118872	0.000722245	0.000154889

ตารางที่ ช2 แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h, 0)$ ตามตัวแบบต่างๆ

ระยะห่างเชิงอายุ	ตัวแบบลี-คาร์เตอร์		ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	
	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิง
0	0.000089252	0.000047186	0.000283967	0.000264029
1	0.000089645	0.000047404	0.000284377	0.000264091
2	0.000090058	0.000047634	0.000284814	0.000264158
3	0.000090493	0.000047875	0.000285279	0.000264231
4	0.000090949	0.000048127	0.000285774	0.000264310
5	0.000091429	0.000048393	0.000286301	0.000264396
6	0.000091933	0.000048671	0.000286862	0.000264490
7	0.000092463	0.000048964	0.000287459	0.000264592
8	0.000093020	0.000049270	0.000288095	0.000264703
9	0.000093605	0.000049592	0.000288772	0.000264824
10	0.000094220	0.000049930	0.000289492	0.000264955
11	0.000094866	0.000050285	0.000290260	0.000265098
12	0.000095546	0.000050657	0.000291077	0.000265254
13	0.000096260	0.000051048	0.000291946	0.000265423
14	0.000097010	0.000051458	0.000292872	0.000265607
15	0.000097799	0.000051888	0.000293858	0.000265807
16	0.000098628	0.000052340	0.000294907	0.000266024
17	0.000099499	0.000052814	0.000296025	0.000266261
18	0.000100414	0.000053311	0.000297214	0.000266518
19	0.000101376	0.000053834	0.000298480	0.000266798
20	0.000102387	0.000054382	0.000299828	0.000267103
21	0.000103450	0.000054957	0.000301263	0.000267434
22	0.000104567	0.000055561	0.000302791	0.000267794
23	0.000105740	0.000056194	0.000304418	0.000268186
24	0.000106974	0.000056859	0.000306150	0.000268612
25	0.000108270	0.000057557	0.000307993	0.000269075
26	0.000109632	0.000058289	0.000309956	0.000269580

ตารางที่ ช2 (ต่อ) แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h,0)$ ตามตัวแบบต่างๆ

ระยะห่างเชิงอายุ	ตัวแบบลี-คาร์เตอร์		ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	
	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิง
27	0.000111064	0.000059058	0.000312045	0.000270128
28	0.000112569	0.000059865	0.000314270	0.000270724
29	0.000114150	0.000060712	0.000316638	0.000271373
30	0.000115812	0.000061601	0.000319159	0.000272079
31	0.000117558	0.000062533	0.000321843	0.000272846
32	0.000119394	0.000063512	0.000324701	0.000273681
33	0.000121323	0.000064540	0.000327743	0.000274589
34	0.000123350	0.000065618	0.000330981	0.000275577
35	0.000125480	0.000066749	0.000334429	0.000276651
36	0.000127719	0.000067937	0.000338099	0.000277819
37	0.000130072	0.000069184	0.000342006	0.000279090
38	0.000132544	0.000070492	0.000346166	0.000280472
39	0.000135143	0.000071864	0.000350594	0.000281976
40	0.000137873	0.000073305	0.000355308	0.000283611
41	0.000140743	0.000074817	0.000360327	0.000285389
42	0.000143759	0.000076404	0.000365670	0.000287324
43	0.000146928	0.000078070	0.000371357	0.000289428
44	0.000150259	0.000079817	0.000377412	0.000291716
45	0.000153759	0.000081651	0.000383858	0.000294205
46	0.000157437	0.000083576	0.000390719	0.000296913
47	0.000161302	0.000085596	0.000398024	0.000299857
48	0.000165364	0.000087716	0.000405800	0.000303060
49	0.000169632	0.000089941	0.000414077	0.000306543
50	0.000174117	0.000092276	0.000422889	0.000310331
51	0.000178831	0.000094726	0.000432270	0.000314452
52	0.000183784	0.000097297	0.000442255	0.000318934
53	0.000188988	0.000099995	0.000452885	0.000323808

ตารางที่ ช2 (ต่อ) แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h,0)$ ตามตัวแบบต่างๆ

ระยะห่างเชิงอายุ	ตัวแบบลี-คาร์เตอร์		ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	
	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิง
54	0.000194458	0.000102827	0.000464200	0.000329109
55	0.000200205	0.000105798	0.000476244	0.000334875
56	0.000206244	0.000108916	0.000489066	0.000341146
57	0.000212590	0.000112188	0.000502714	0.000347966
58	0.000219258	0.000115622	0.000517241	0.000355384
59	0.000226265	0.000119225	0.000532705	0.000363451
60	0.000233628	0.000123005	0.000549166	0.000372224
61	0.000241364	0.000126972	0.000566686	0.000381766
62	0.000249493	0.000131135	0.000585335	0.000392143
63	0.000258034	0.000135503	0.000605185	0.000403428
64	0.000267008	0.000140086	0.000626313	0.000415701
65	0.000276438	0.000144896	0.000648801	0.000429048
66	0.000286345	0.000149942	0.000672736	0.000443563
67	0.000296755	0.000155236	0.000698210	0.000459347
68	0.000307691	0.000160791	0.000725322	0.000476512
69	0.000319182	0.000166620	0.000754178	0.000495177
70	0.000331254	0.000172735	0.000784888	0.000515473
71	0.000343938	0.000179151	0.000817570	0.000537543
72	0.000357263	0.000185882	0.000852352	0.000561541
73	0.000371262	0.000192944	0.000889365	0.000587634
74	0.000385968	0.000200353	0.000928754	0.000616005
75	0.000401417	0.000208125	0.000970669	0.000646851
76	0.000417647	0.000216279	0.001015270	0.000680388
77	0.000434696	0.000224833	0.001062729	0.000716848
78	0.000452605	0.000233805	0.001113226	0.000756485
79	0.000471417	0.000243218	0.001166955	0.000799573
80	0.000491177	0.000253091	0.001224119	0.000846411

ตารางที่ ช2 (ต่อ) แวริโอแกรมที่มีระยะห่างเชิงอายุ $\gamma(h, 0)$ ตามตัวแบบต่างๆ

ระยะห่างเชิงอายุ	ตัวแบบลี-คาร์เตอร์		ตัวแบบมีเดียโนโพลิช	
	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิง
81	0.000511933	0.000263447	0.001284936	0.000897323
82	0.000533733	0.000274309	0.001349637	0.000952659
83	0.000556630	0.000285702	0.001418467	0.001012800
84	0.000580678	0.000297652	0.001491684	0.001078160
85	0.000605934	0.000310184	0.001569566	0.001149184
86	0.000632457	0.000323327	0.001652403	0.001226359
87	0.000660311	0.000337110	0.001740508	0.001310209
88	0.000689560	0.000351565	0.001834207	0.001401303
89	0.000720275	0.000366721	0.001933850	0.001500257
90	0.000752525	0.000382614	0.002039807	0.001607736
91	0.000786387	0.000399278	0.002152469	0.001724462
92	0.000821940	0.000416750	0.002272250	0.001851211
93	0.000859265	0.000435068	0.002399589	0.001988826
94	0.000898450	0.000454272	0.002534951	0.002138215
95	0.000939585	0.000474403	0.002678828	0.002300356
96	0.000982764	0.000495505	0.002831738	0.002476306
97	0.001028085	0.000517624	0.002994232	0.002667203
98	0.001075653	0.000540807	0.003166889	0.002874272
99	0.001125574	0.000565103	0.003350323	0.003098829
100	0.001177962	0.000590564	0.003545180	0.003342289

ภาคผนวก ซ

คำพยากรณ์อัตรามรณะของตัวแบบสีการ์เตอร์ที่นำธรณีสถิติมาประยุกต์และตัวแบบมีเดียโนโพลิช
ที่นำธรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชายและเพศหญิง พ.ศ.2556 – พ.ศ.2565

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ซ1 ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของตัวแบบลิคาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
<1	0.00877	0.00883	0.00960	0.01025	0.01167	0.01184	0.01165	0.01023	0.01108	0.00852
1	0.00422	0.00359	0.00424	0.00456	0.00276	0.00178	0.00628	0.00316	0.00517	0.00204
2	0.00100	0.00054	0.00061	0.00070	0.00109	0.00061	0.00212	0.00161	0.00093	0.00063
3	0.00040	0.00043	0.00060	0.00032	0.00032	0.00042	0.00041	0.00058	0.00048	0.00040
4	0.00032	0.00051	0.00058	0.00062	0.00063	0.00034	0.00035	0.00058	0.00037	0.00037
5	0.00063	0.00100	0.00117	0.00115	0.00140	0.00069	0.00062	0.00053	0.00059	0.00063
6	0.00077	0.00098	0.00137	0.00126	0.00133	0.00070	0.00062	0.00061	0.00074	0.00071
7	0.00078	0.00072	0.00128	0.00110	0.00083	0.00075	0.00048	0.00043	0.00063	0.00073
8	0.00068	0.00048	0.00102	0.00083	0.00053	0.00066	0.00032	0.00033	0.00053	0.00058
9	0.00055	0.00033	0.00069	0.00064	0.00053	0.00057	0.00034	0.00034	0.00042	0.00053
10	0.00044	0.00027	0.00040	0.00057	0.00049	0.00054	0.00056	0.00045	0.00040	0.00040
11	0.00040	0.00032	0.00024	0.00045	0.00061	0.00045	0.00051	0.00050	0.00045	0.00042
12	0.00051	0.00051	0.00026	0.00040	0.00070	0.00036	0.00047	0.00079	0.00052	0.00041
13	0.00078	0.00083	0.00048	0.00067	0.00086	0.00053	0.00075	0.00092	0.00085	0.00076
14	0.00111	0.00123	0.00089	0.00110	0.00100	0.00104	0.00094	0.00114	0.00122	0.00130
15	0.00144	0.00163	0.00132	0.00131	0.00116	0.00139	0.00128	0.00136	0.00154	0.00151
16	0.00171	0.00189	0.00163	0.00178	0.00132	0.00153	0.00151	0.00189	0.00173	0.00158
17	0.00188	0.00195	0.00185	0.00200	0.00148	0.00158	0.00162	0.00198	0.00192	0.00166
18	0.00193	0.00188	0.00189	0.00205	0.00163	0.00162	0.00166	0.00189	0.00273	0.00191
19	0.00189	0.00180	0.00181	0.00200	0.00176	0.00174	0.00167	0.00184	0.00278	0.00200
20	0.00183	0.00179	0.00171	0.00192	0.00186	0.00188	0.00171	0.00184	0.00243	0.00255
21	0.00182	0.00183	0.00168	0.00183	0.00194	0.00196	0.00180	0.00187	0.00201	0.00263
22	0.00184	0.00188	0.00172	0.00175	0.00200	0.00199	0.00192	0.00191	0.00182	0.00234
23	0.00187	0.00193	0.00181	0.00179	0.00205	0.00200	0.00201	0.00195	0.00184	0.00203
24	0.00190	0.00195	0.00191	0.00183	0.00210	0.00201	0.00204	0.00198	0.00196	0.00193
25	0.00192	0.00195	0.00201	0.00187	0.00215	0.00206	0.00205	0.00201	0.00210	0.00201
26	0.00196	0.00200	0.00206	0.00190	0.00222	0.00213	0.00211	0.00206	0.00218	0.00217
27	0.00208	0.00211	0.00202	0.00191	0.00229	0.00221	0.00226	0.00218	0.00221	0.00231
28	0.00223	0.00225	0.00187	0.00202	0.00239	0.00231	0.00247	0.00241	0.00222	0.00234
29	0.00237	0.00241	0.00170	0.00212	0.00250	0.00242	0.00269	0.00279	0.00224	0.00232
30	0.00246	0.00249	0.00160	0.00219	0.00262	0.00260	0.00289	0.00322	0.00228	0.00240
31	0.00256	0.00260	0.00167	0.00222	0.00275	0.00274	0.00302	0.00360	0.00237	0.00250

ตารางที่ ซ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลีคาร์เตอร์ที่นำกรณีศึกษาไปประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00273	0.00275	0.00201	0.00226	0.00286	0.00282	0.00309	0.00382	0.00251	0.00263
33	0.00301	0.00298	0.00272	0.00239	0.00297	0.00282	0.00309	0.00391	0.00271	0.00280
34	0.00332	0.00324	0.00314	0.00266	0.00307	0.00284	0.00304	0.00392	0.00295	0.00299
35	0.00357	0.00350	0.00341	0.00310	0.00317	0.00301	0.00302	0.00388	0.00321	0.00317
36	0.00368	0.00372	0.00367	0.00360	0.00329	0.00340	0.00312	0.00385	0.00345	0.00332
37	0.00373	0.00390	0.00406	0.00399	0.00343	0.00386	0.00338	0.00386	0.00364	0.00344
38	0.00382	0.00405	0.00400	0.00416	0.00360	0.00419	0.00371	0.00391	0.00376	0.00356
39	0.00403	0.00417	0.00388	0.00416	0.00379	0.00426	0.00400	0.00398	0.00382	0.00370
40	0.00433	0.00432	0.00398	0.00407	0.00402	0.00419	0.00416	0.00406	0.00385	0.00385
41	0.00466	0.00452	0.00430	0.00419	0.00428	0.00419	0.00420	0.00417	0.00431	0.00401
42	0.00498	0.00483	0.00472	0.00464	0.00456	0.00442	0.00418	0.00451	0.00433	0.00419
43	0.00528	0.00519	0.00486	0.00498	0.00496	0.00479	0.00466	0.00470	0.00439	0.00439
44	0.00556	0.00553	0.00527	0.00536	0.00496	0.00518	0.00502	0.00486	0.00483	0.00467
45	0.00584	0.00582	0.00570	0.00569	0.00554	0.00550	0.00552	0.00529	0.00515	0.00504
46	0.00631	0.00609	0.00594	0.00607	0.00597	0.00578	0.00570	0.00578	0.00563	0.00547
47	0.00639	0.00637	0.00618	0.00618	0.00650	0.00608	0.00621	0.00627	0.00597	0.00595
48	0.00701	0.00672	0.00657	0.00688	0.00663	0.00646	0.00687	0.00666	0.00614	0.00645
49	0.00732	0.00715	0.00730	0.00715	0.00693	0.00692	0.00711	0.00686	0.00690	0.00695
50	0.00770	0.00771	0.00784	0.00763	0.00755	0.00747	0.00744	0.00757	0.00762	0.00744
51	0.00826	0.00839	0.00820	0.00843	0.00793	0.00809	0.00801	0.00782	0.00805	0.00791
52	0.00902	0.00912	0.00902	0.00880	0.00876	0.00877	0.00846	0.00839	0.00873	0.00842
53	0.00952	0.00980	0.00948	0.00934	0.00948	0.00948	0.00909	0.00923	0.00929	0.00901
54	0.01025	0.01038	0.01026	0.01013	0.01024	0.01020	0.01009	0.00995	0.00981	0.00970
55	0.01074	0.01091	0.01091	0.01094	0.01094	0.01091	0.01056	0.01080	0.01058	0.01047
56	0.01149	0.01149	0.01161	0.01153	0.01166	0.01157	0.01143	0.01131	0.01139	0.01124
57	0.01220	0.01220	0.01231	0.01212	0.01211	0.01219	0.01201	0.01213	0.01219	0.01198
58	0.01320	0.01306	0.01318	0.01287	0.01318	0.01284	0.01279	0.01313	0.01291	0.01271
59	0.01394	0.01407	0.01381	0.01401	0.01385	0.01361	0.01364	0.01375	0.01349	0.01351
60	0.01504	0.01523	0.01492	0.01502	0.01476	0.01458	0.01641	0.01441	0.01455	0.01442
61	0.01647	0.01648	0.01617	0.01594	0.01591	0.01574	0.01994	0.01544	0.01558	0.01547
62	0.01758	0.01774	0.01739	0.01730	0.01727	0.01707	0.01689	0.01679	0.01657	0.01667
63	0.01901	0.01897	0.01885	0.01881	0.01860	0.01855	0.01846	0.01821	0.01795	0.01805

ตารางที่ ซ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลีคาร์เตอร์ที่นำธณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.02030	0.02026	0.02042	0.02036	0.02016	0.02012	0.01991	0.01972	0.01967	0.01957
65	0.02166	0.02173	0.02186	0.02188	0.02186	0.02176	0.02163	0.02150	0.02134	0.02120
66	0.02354	0.02348	0.02351	0.02358	0.02351	0.02345	0.02336	0.02328	0.02323	0.02293
67	0.02553	0.02552	0.02543	0.02536	0.02533	0.02529	0.02514	0.02516	0.02526	0.02480
68	0.02775	0.02781	0.02767	0.02745	0.02767	0.02740	0.02719	0.02745	0.02729	0.02689
69	0.03230	0.03035	0.02993	0.03007	0.03000	0.02990	0.02964	0.02970	0.02942	0.02927
70	0.03694	0.03314	0.03278	0.03283	0.03264	0.03276	0.03312	0.03228	0.03220	0.03202
71	0.03834	0.03619	0.03612	0.03592	0.03578	0.03597	0.03543	0.03965	0.03543	0.03520
72	0.03967	0.03951	0.03953	0.03940	0.03949	0.03947	0.03918	0.03910	0.03883	0.03884
73	0.04337	0.04307	0.04308	0.04335	0.04303	0.04314	0.04301	0.04300	0.04261	0.04275
74	0.04710	0.04681	0.04698	0.04711	0.04699	0.04686	0.04697	0.04658	0.04681	0.04667
75	0.05088	0.05071	0.05069	0.05082	0.05083	0.05055	0.05084	0.05067	0.05043	0.05044
76	0.05502	0.05482	0.05470	0.05465	0.05473	0.05437	0.05468	0.05454	0.05435	0.05421
77	0.05947	0.05923	0.05888	0.05892	0.05882	0.05853	0.05844	0.05867	0.05817	0.05820
78	0.06436	0.06404	0.06379	0.06381	0.06354	0.06326	0.06332	0.06294	0.06272	0.06269
79	0.06504	0.06949	0.06938	0.06912	0.06876	0.06882	0.06860	0.06826	0.06819	0.06810
80	0.06842	0.07583	0.07564	0.07550	0.07545	0.07552	0.07522	0.07512	0.07498	0.07490
81	0.07572	0.08328	0.08342	0.08347	0.08339	0.08356	0.08367	0.08325	0.08758	0.08343
82	0.08678	0.09175	0.09230	0.09232	0.09250	0.09280	0.09296	0.09320	0.09343	0.09353
83	0.10023	0.10112	0.10153	0.10195	0.10279	0.10303	0.10345	0.10416	0.10473	0.10491
84	0.10982	0.11119	0.11135	0.11240	0.11342	0.11405	0.11497	0.11599	0.11652	0.11732
85	0.11953	0.12148	0.12184	0.12294	0.12435	0.12574	0.12696	0.12826	0.12943	0.13064
86	0.13007	0.13145	0.13295	0.13451	0.13618	0.13799	0.13962	0.14147	0.14313	0.14476
87	0.13232	0.14112	0.14499	0.14681	0.14905	0.15081	0.15313	0.15531	0.15785	0.15965
88	0.15300	0.15262	0.15768	0.16018	0.16287	0.16466	0.16767	0.17066	0.17311	0.17556
89	0.15931	0.16860	0.17101	0.17435	0.17724	0.18008	0.18342	0.18646	0.18948	0.19282
90	0.17090	0.19022	0.18575	0.18908	0.19251	0.19724	0.19987	0.20333	0.20706	0.21150
91	0.17565	0.21241	0.20395	0.20381	0.20794	0.21470	0.21117	0.23613	0.20312	0.23081
92	0.18777	0.22861	0.21733	0.22191	0.22615	0.23064	0.23542	0.23998	0.24479	0.24970
93	0.20884	0.23557	0.23450	0.23924	0.24409	0.24462	0.25432	0.25946	0.26499	0.26790
94	0.22626	0.24343	0.25241	0.25746	0.26308	0.26181	0.27432	0.27997	0.28598	0.28814
95	0.26025	0.26564	0.27115	0.27690	0.28264	0.28878	0.29493	0.30121	0.30758	0.31394

ตารางที่ ซ1 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราณณะของตัวแบบสี่คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.27163	0.29730	0.29103	0.29705	0.30324	0.31590	0.31630	0.32288	0.32981	0.33665
97	0.29925	0.31994	0.31181	0.31815	0.32452	0.33875	0.33827	0.34511	0.35226	0.35986
98	0.32009	0.33967	0.33341	0.33988	0.34675	0.35391	0.36093	0.36793	0.37567	0.38299
99	0.34204	0.34908	0.35570	0.36215	0.36958	0.37665	0.38376	0.39144	0.40794	0.39259
100	0.37535	0.36312	0.35942	0.42805	0.39475	0.39092	0.41291	0.39845	0.38659	0.41007



ตารางที่ ซ2 ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลิคาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
<1	0.00712	0.00689	0.00759	0.00718	0.00717	0.00736	0.00765	0.00763	0.00786	0.00806
1	0.00094	0.00067	0.00075	0.00088	0.00072	0.00081	0.00077	0.00347	0.00084	0.00074
2	0.00052	0.00043	0.00037	0.00068	0.00043	0.00051	0.00056	0.00063	0.00052	0.00054
3	0.00042	0.00033	0.00033	0.00042	0.00040	0.00042	0.00041	0.00043	0.00045	0.00042
4	0.00040	0.00041	0.00030	0.00041	0.00043	0.00041	0.00052	0.00039	0.00041	0.00042
5	0.00054	0.00066	0.00053	0.00044	0.00045	0.00040	0.00064	0.00061	0.00052	0.00042
6	0.00039	0.00037	0.00033	0.00061	0.00031	0.00035	0.00089	0.00055	0.00035	0.00032
7	0.00029	0.00022	0.00041	0.00049	0.00030	0.00046	0.00041	0.00041	0.00030	0.00029
8	0.00029	0.00023	0.00048	0.00035	0.00048	0.00060	0.00030	0.00038	0.00022	0.00027
9	0.00026	0.00027	0.00034	0.00032	0.00065	0.00032	0.00022	0.00041	0.00031	0.00030
10	0.00021	0.00040	0.00039	0.00022	0.00036	0.00035	0.00031	0.00043	0.00031	0.00033
11	0.00023	0.00029	0.00032	0.00032	0.00034	0.00036	0.00035	0.00044	0.00029	0.00030
12	0.00029	0.00037	0.00036	0.00034	0.00033	0.00037	0.00034	0.00044	0.00033	0.00025
13	0.00036	0.00048	0.00044	0.00039	0.00038	0.00038	0.00035	0.00043	0.00041	0.00038
14	0.00043	0.00049	0.00045	0.00048	0.00047	0.00041	0.00041	0.00043	0.00047	0.00044
15	0.00053	0.00050	0.00048	0.00051	0.00055	0.00051	0.00047	0.00045	0.00050	0.00044
16	0.00058	0.00053	0.00051	0.00053	0.00054	0.00062	0.00057	0.00050	0.00060	0.00043
17	0.00058	0.00050	0.00053	0.00058	0.00053	0.00056	0.00052	0.00054	0.00062	0.00045
18	0.00056	0.00053	0.00057	0.00056	0.00056	0.00052	0.00056	0.00054	0.00059	0.00046
19	0.00054	0.00052	0.00058	0.00055	0.00060	0.00051	0.00055	0.00056	0.00055	0.00048
20	0.00053	0.00055	0.00061	0.00060	0.00059	0.00055	0.00053	0.00058	0.00053	0.00050
21	0.00055	0.00062	0.00073	0.00066	0.00050	0.00060	0.00053	0.00062	0.00054	0.00052
22	0.00059	0.00062	0.00071	0.00068	0.00044	0.00064	0.00054	0.00064	0.00057	0.00054
23	0.00064	0.00060	0.00063	0.00066	0.00047	0.00064	0.00056	0.00066	0.00060	0.00055
24	0.00071	0.00065	0.00057	0.00057	0.00052	0.00061	0.00058	0.00068	0.00063	0.00055
25	0.00072	0.00070	0.00057	0.00050	0.00054	0.00057	0.00059	0.00070	0.00066	0.00057
26	0.00073	0.00074	0.00067	0.00051	0.00057	0.00054	0.00060	0.00075	0.00069	0.00060
27	0.00074	0.00078	0.00080	0.00067	0.00066	0.00055	0.00060	0.00082	0.00070	0.00064
28	0.00080	0.00082	0.00077	0.00078	0.00068	0.00061	0.00061	0.00088	0.00071	0.00069
29	0.00093	0.00090	0.00084	0.00085	0.00078	0.00074	0.00065	0.00086	0.00072	0.00074
30	0.00108	0.00102	0.00094	0.00096	0.00081	0.00089	0.00067	0.00076	0.00074	0.00079
31	0.00120	0.00116	0.00118	0.00103	0.00101	0.00102	0.00087	0.00071	0.00079	0.00082

ตารางที่ ซ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลีคาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00128	0.00128	0.00115	0.00109	0.00126	0.00109	0.00105	0.00086	0.00086	0.00082
33	0.00134	0.00135	0.00099	0.00122	0.00148	0.00114	0.00109	0.00092	0.00097	0.00083
34	0.00138	0.00138	0.00125	0.00127	0.00139	0.00120	0.00115	0.00107	0.00104	0.00086
35	0.00141	0.00139	0.00137	0.00131	0.00125	0.00129	0.00130	0.00121	0.00104	0.00094
36	0.00143	0.00141	0.00147	0.00141	0.00135	0.00140	0.00134	0.00125	0.00103	0.00105
37	0.00146	0.00144	0.00164	0.00167	0.00142	0.00151	0.00147	0.00125	0.00112	0.00118
38	0.00150	0.00150	0.00179	0.00183	0.00161	0.00158	0.00148	0.00146	0.00134	0.00130
39	0.00156	0.00160	0.00173	0.00193	0.00157	0.00164	0.00147	0.00153	0.00153	0.00143
40	0.00165	0.00172	0.00181	0.00200	0.00173	0.00171	0.00155	0.00163	0.00165	0.00157
41	0.00176	0.00187	0.00183	0.00210	0.00186	0.00180	0.00165	0.00164	0.00172	0.00171
42	0.00190	0.00201	0.00184	0.00222	0.00183	0.00192	0.00174	0.00177	0.00181	0.00185
43	0.00207	0.00215	0.00208	0.00234	0.00192	0.00208	0.00180	0.00199	0.00195	0.00198
44	0.00222	0.00226	0.00251	0.00247	0.00210	0.00227	0.00185	0.00196	0.00209	0.00209
45	0.00232	0.00234	0.00247	0.00259	0.00229	0.00246	0.00192	0.00224	0.00222	0.00219
46	0.00235	0.00243	0.00219	0.00272	0.00248	0.00265	0.00201	0.00244	0.00236	0.00231
47	0.00240	0.00260	0.00233	0.00284	0.00267	0.00280	0.00212	0.00258	0.00252	0.00247
48	0.00260	0.00288	0.00246	0.00297	0.00286	0.00295	0.00277	0.00270	0.00270	0.00266
49	0.00300	0.00324	0.00326	0.00316	0.00310	0.00312	0.00304	0.00297	0.00289	0.00287
50	0.00344	0.00360	0.00355	0.00345	0.00338	0.00333	0.00333	0.00326	0.00319	0.00310
51	0.00377	0.00394	0.00387	0.00380	0.00372	0.00359	0.00353	0.00345	0.00341	0.00335
52	0.00402	0.00426	0.00409	0.00403	0.00401	0.00390	0.00382	0.00369	0.00368	0.00366
53	0.00428	0.00462	0.00452	0.00444	0.00435	0.00428	0.00428	0.00416	0.00410	0.00401
54	0.00465	0.00503	0.00500	0.00490	0.00478	0.00470	0.00463	0.00457	0.00447	0.00443
55	0.00511	0.00552	0.00544	0.00533	0.00527	0.00517	0.00508	0.00504	0.00502	0.00489
56	0.00567	0.00607	0.00601	0.00592	0.00582	0.00569	0.00568	0.00571	0.00577	0.00540
57	0.00632	0.00668	0.00715	0.00712	0.00719	0.00627	0.00642	0.00650	0.00651	0.00597
58	0.00705	0.00734	0.00784	0.00779	0.00704	0.00690	0.00687	0.00673	0.00663	0.00659
59	0.00784	0.00803	0.00788	0.00780	0.00768	0.00759	0.00757	0.00746	0.00735	0.00726
60	0.00868	0.00874	0.00862	0.00854	0.00842	0.00834	0.00804	0.00819	0.00818	0.00797
61	0.00956	0.00950	0.00905	0.00907	0.00910	0.00911	0.00853	0.00892	0.00884	0.00871
62	0.00980	0.01033	0.01017	0.01007	0.00992	0.00992	0.00976	0.00967	0.00950	0.00947
63	0.01140	0.01126	0.01114	0.01099	0.01090	0.01080	0.01067	0.01058	0.01043	0.01030

ตารางที่ ซ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบลีคาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.01247	0.01232	0.01225	0.01214	0.01196	0.01185	0.01169	0.01157	0.01148	0.01128
65	0.01378	0.01354	0.01341	0.01330	0.01314	0.01309	0.01289	0.01281	0.01265	0.01246
66	0.01526	0.01493	0.01494	0.01475	0.01466	0.01451	0.01437	0.01427	0.01414	0.01384
67	0.01585	0.01649	0.01651	0.01637	0.01621	0.01606	0.01591	0.01567	0.01557	0.01538
68	0.01841	0.01821	0.01799	0.01784	0.01767	0.01770	0.01736	0.01724	0.01704	0.01708
69	0.02009	0.02008	0.01986	0.01965	0.01956	0.01948	0.01930	0.01914	0.01901	0.01895
70	0.02217	0.02212	0.02189	0.02180	0.02163	0.02147	0.02123	0.02131	0.02115	0.02100
71	0.02452	0.02435	0.02409	0.02401	0.02397	0.02371	0.02366	0.01918	0.02333	0.02323
72	0.02698	0.02680	0.02663	0.02650	0.02632	0.02616	0.02608	0.02590	0.02575	0.02562
73	0.02963	0.02948	0.02933	0.02917	0.02896	0.02878	0.02858	0.02854	0.02834	0.02814
74	0.03256	0.03236	0.03221	0.03199	0.03176	0.03153	0.03130	0.03117	0.03094	0.03078
75	0.03563	0.03546	0.03513	0.03498	0.03473	0.03448	0.03425	0.03401	0.03379	0.03360
76	0.03911	0.03885	0.03852	0.03824	0.03799	0.03769	0.03739	0.03710	0.03685	0.03669
77	0.04097	0.04264	0.04240	0.04201	0.04166	0.04129	0.04110	0.04082	0.04047	0.04015
78	0.04443	0.04693	0.04665	0.04632	0.04589	0.04547	0.04526	0.04489	0.04462	0.04421
79	0.04934	0.05189	0.05149	0.05122	0.05081	0.05048	0.05010	0.04976	0.04949	0.04913
80	0.05809	0.05771	0.05739	0.05701	0.05668	0.05650	0.05597	0.05562	0.05536	0.05510
81	0.06496	0.06451	0.06433	0.06406	0.06361	0.06342	0.06296	0.06264	0.05796	0.06206
82	0.06877	0.07215	0.07198	0.07162	0.07136	0.07105	0.07076	0.07053	0.07022	0.06993
83	0.08063	0.08043	0.08025	0.08000	0.07978	0.07928	0.07931	0.07906	0.07895	0.07859
84	0.08925	0.08918	0.08896	0.08889	0.08874	0.08818	0.08841	0.08824	0.08817	0.08788
85	0.09815	0.09831	0.09798	0.09793	0.09795	0.09788	0.09780	0.09776	0.09769	0.09763
86	0.10766	0.10778	0.10778	0.10780	0.10784	0.10839	0.10800	0.10804	0.10805	0.10778
87	0.11785	0.11764	0.11811	0.11827	0.11832	0.11922	0.11861	0.11879	0.11880	0.11876
88	0.12860	0.12837	0.12902	0.12930	0.12958	0.12974	0.12993	0.13055	0.13077	0.13109
89	0.14021	0.14059	0.14102	0.14138	0.14185	0.13971	0.14260	0.14297	0.14336	0.14509
90	0.15259	0.15443	0.15359	0.15415	0.15465	0.15028	0.15575	0.15625	0.15678	0.16005
91	0.16366	0.16835	0.16999	0.16524	0.16947	0.16296	0.17334	0.16777	0.16965	0.17505
92	0.17681	0.18032	0.18115	0.18198	0.18273	0.17876	0.18436	0.18519	0.18606	0.18948
93	0.19417	0.18991	0.19601	0.19699	0.19790	0.19661	0.19978	0.20072	0.20163	0.20393
94	0.20954	0.20297	0.21163	0.21271	0.21387	0.21495	0.21602	0.21709	0.21816	0.21934
95	0.22568	0.22693	0.22814	0.22932	0.23054	0.23258	0.23306	0.23427	0.23553	0.23633

ตารางที่ ซ2 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราณณะของตัวแบบสี่คาร์เตอร์ที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.24268	0.26335	0.24543	0.24671	0.24800	0.24985	0.25067	0.25200	0.25332	0.25450
97	0.26019	0.27036	0.26320	0.26466	0.26616	0.26750	0.26888	0.27028	0.27176	0.27316
98	0.27862	0.28024	0.28179	0.28332	0.28483	0.28609	0.28768	0.28913	0.29097	0.29174
99	0.29766	0.29919	0.30076	0.30241	0.30398	0.30544	0.30725	0.30890	0.30849	0.31018
100	0.30694	0.31879	0.32434	0.31739	0.32098	0.32515	0.32831	0.33310	0.32904	0.32856



ตารางที่ ซ3 ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำธรรมีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
<1	0.00849	0.00827	0.00791	0.00815	0.00817	0.00768	0.00791	0.00709	0.00715	0.00698
1	0.00144	0.00104	0.00405	0.00252	0.00530	0.00497	0.00504	0.00074	0.00276	0.00297
2	0.00071	0.00069	0.00085	0.00082	0.00274	0.00254	0.00251	0.00067	0.00095	0.00064
3	0.00111	0.00066	0.00074	0.00073	0.00081	0.00072	0.00067	0.00060	0.00064	0.00061
4	0.00109	0.00058	0.00067	0.00068	0.00069	0.00069	0.00061	0.00059	0.00059	0.00054
5	0.00084	0.00057	0.00060	0.00075	0.00060	0.00061	0.00059	0.00057	0.00058	0.00047
6	0.00057	0.00056	0.00058	0.00063	0.00048	0.00056	0.00044	0.00154	0.00047	0.00067
7	0.00043	0.00053	0.00057	0.00058	0.00039	0.00048	0.00032	0.00176	0.00046	0.00063
8	0.00042	0.00052	0.00054	0.00054	0.00033	0.00041	0.00031	0.00149	0.00043	0.00051
9	0.00051	0.00045	0.00050	0.00044	0.00056	0.00073	0.00046	0.00096	0.00042	0.00042
10	0.00065	0.00043	0.00068	0.00063	0.00063	0.00092	0.00062	0.00043	0.00046	0.00047
11	0.00081	0.00044	0.00069	0.00081	0.00061	0.00102	0.00076	0.00044	0.00055	0.00065
12	0.00097	0.00053	0.00076	0.00097	0.00056	0.00106	0.00078	0.00054	0.00065	0.00091
13	0.00110	0.00065	0.00092	0.00111	0.00054	0.00108	0.00083	0.00068	0.00069	0.00120
14	0.00123	0.00086	0.00114	0.00125	0.00059	0.00112	0.00104	0.00071	0.00095	0.00146
15	0.00134	0.00106	0.00137	0.00139	0.00073	0.00123	0.00140	0.00079	0.00117	0.00167
16	0.00144	0.00110	0.00158	0.00153	0.00097	0.00141	0.00142	0.00083	0.00128	0.00182
17	0.00154	0.00105	0.00172	0.00169	0.00122	0.00163	0.00140	0.00120	0.00147	0.00192
18	0.00162	0.00098	0.00176	0.00185	0.00136	0.00181	0.00145	0.00158	0.00164	0.00199
19	0.00170	0.00093	0.00166	0.00204	0.00143	0.00197	0.00146	0.00193	0.00177	0.00203
20	0.00178	0.00095	0.00140	0.00224	0.00146	0.00211	0.00156	0.00223	0.00188	0.00205
21	0.00185	0.00099	0.00108	0.00246	0.00149	0.00225	0.00170	0.00244	0.00195	0.00206
22	0.00191	0.00103	0.00082	0.00270	0.00157	0.00238	0.00193	0.00256	0.00199	0.00206
23	0.00197	0.00106	0.00082	0.00294	0.00173	0.00253	0.00218	0.00260	0.00201	0.00208
24	0.00203	0.00119	0.00166	0.00316	0.00196	0.00268	0.00238	0.00258	0.00201	0.00210
25	0.00208	0.00145	0.00349	0.00333	0.00225	0.00279	0.00245	0.00253	0.00201	0.00213
26	0.00213	0.00179	0.00496	0.00345	0.00257	0.00280	0.00260	0.00247	0.00201	0.00219
27	0.00217	0.00216	0.00581	0.00350	0.00292	0.00273	0.00276	0.00244	0.00204	0.00228
28	0.00222	0.00251	0.00616	0.00352	0.00325	0.00262	0.00297	0.00246	0.00211	0.00241
29	0.00230	0.00278	0.00610	0.00349	0.00349	0.00251	0.00319	0.00252	0.00223	0.00258
30	0.00241	0.00292	0.00576	0.00344	0.00357	0.00244	0.00337	0.00264	0.00241	0.00278
31	0.00256	0.00279	0.00525	0.00338	0.00354	0.00250	0.00349	0.00279	0.00267	0.00300

ตารางที่ ซ3 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00279	0.00272	0.00468	0.00339	0.00348	0.00259	0.00355	0.00299	0.00300	0.00320
33	0.00308	0.00275	0.00416	0.00353	0.00345	0.00275	0.00359	0.00323	0.00339	0.00338
34	0.00347	0.00292	0.00381	0.00388	0.00354	0.00301	0.00365	0.00351	0.00378	0.00353
35	0.00393	0.00327	0.00371	0.00447	0.00378	0.00334	0.00375	0.00379	0.00415	0.00364
36	0.00434	0.00382	0.00382	0.00516	0.00411	0.00370	0.00393	0.00407	0.00444	0.00370
37	0.00458	0.00456	0.00407	0.00576	0.00443	0.00406	0.00416	0.00431	0.00462	0.00371
38	0.00467	0.00536	0.00441	0.00610	0.00463	0.00440	0.00443	0.00451	0.00467	0.00370
39	0.00468	0.00606	0.00476	0.00622	0.00464	0.00474	0.00472	0.00466	0.00463	0.00368
40	0.00468	0.00653	0.00506	0.00619	0.00453	0.00506	0.00501	0.00475	0.00459	0.00369
41	0.00472	0.00679	0.00525	0.00606	0.00436	0.00538	0.00529	0.00476	0.00462	0.00374
42	0.00488	0.00687	0.00538	0.00591	0.00422	0.00573	0.00554	0.00471	0.00478	0.00385
43	0.00521	0.00682	0.00547	0.00579	0.00418	0.00610	0.00577	0.00469	0.00515	0.00404
44	0.00576	0.00674	0.00557	0.00573	0.00433	0.00642	0.00602	0.00479	0.00578	0.00433
45	0.00644	0.00672	0.00572	0.00575	0.00475	0.00661	0.00630	0.00513	0.00657	0.00475
46	0.00717	0.00684	0.00598	0.00587	0.00547	0.00663	0.00662	0.00580	0.00743	0.00530
47	0.00783	0.00720	0.00637	0.00610	0.00628	0.00657	0.00696	0.00685	0.00824	0.00597
48	0.00833	0.00786	0.00693	0.00646	0.00699	0.00659	0.00727	0.00797	0.00889	0.00672
49	0.00860	0.00881	0.00756	0.00694	0.00759	0.00680	0.00752	0.00878	0.00932	0.00749
50	0.00856	0.00967	0.00816	0.00752	0.00810	0.00731	0.00765	0.00893	0.00957	0.00811
51	0.00819	0.00995	0.00863	0.00803	0.00856	0.00816	0.00770	0.00803	0.00974	0.00839
52	0.00780	0.00940	0.00884	0.00829	0.00900	0.00936	0.00790	0.00623	0.00994	0.00826
53	0.00773	0.00874	0.00884	0.00833	0.00947	0.01062	0.00857	0.00572	0.01025	0.00815
54	0.00834	0.00888	0.00917	0.00893	0.01013	0.01155	0.00984	0.00921	0.01077	0.00863
55	0.01000	0.01046	0.01054	0.01075	0.01114	0.01189	0.01118	0.01119	0.01159	0.01004
56	0.01283	0.01295	0.01289	0.01278	0.01242	0.01184	0.01199	0.01213	0.01276	0.01182
57	0.01613	0.01554	0.01441	0.01407	0.01320	0.01168	0.01264	0.01707	0.01409	0.01318
58	0.01897	0.01755	0.01519	0.01461	0.01353	0.01170	0.01321	0.02245	0.01535	0.01360
59	0.02065	0.01878	0.01617	0.01459	0.01374	0.01217	0.01373	0.02430	0.01632	0.01365
60	0.02124	0.01920	0.01735	0.01419	0.01416	0.01333	0.01422	0.02351	0.01683	0.01415
61	0.02101	0.01887	0.01847	0.01359	0.01511	0.01527	0.01467	0.02096	0.01699	0.01565
62	0.02024	0.01827	0.01935	0.01423	0.01680	0.01747	0.01511	0.01751	0.01698	0.01763
63	0.01920	0.01797	0.02006	0.01973	0.01892	0.01922	0.01893	0.01887	0.01980	0.01924

ตารางที่ ซ3 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.02135	0.01854	0.02169	0.02052	0.02053	0.02006	0.02066	0.02009	0.01940	0.01994
65	0.02207	0.02040	0.02099	0.02168	0.02190	0.02042	0.02172	0.02177	0.02104	0.02023
66	0.02447	0.02398	0.02459	0.02333	0.02275	0.02099	0.01986	0.02362	0.01989	0.02090
67	0.02499	0.02927	0.02627	0.02546	0.02462	0.02230	0.02431	0.02454	0.02406	0.02253
68	0.02727	0.03477	0.02393	0.03111	0.02645	0.02433	0.02184	0.02712	0.02247	0.02499
69	0.03194	0.03856	0.03472	0.04017	0.03290	0.02692	0.02807	0.02982	0.03324	0.02795
70	0.03625	0.03942	0.03541	0.04188	0.03370	0.02996	0.03618	0.03158	0.03348	0.03118
71	0.03848	0.03895	0.03637	0.04284	0.03441	0.03353	0.03710	0.03501	0.03717	0.03475
72	0.04079	0.03942	0.04151	0.04343	0.03758	0.03774	0.03818	0.03796	0.03992	0.03886
73	0.04597	0.04245	0.04269	0.04398	0.04345	0.04256	0.04299	0.04246	0.04396	0.04351
74	0.04866	0.04701	0.04732	0.04736	0.04725	0.04730	0.04679	0.04722	0.04686	0.04815
75	0.05173	0.05141	0.05093	0.05157	0.05096	0.05114	0.05182	0.05190	0.05222	0.05205
76	0.05720	0.05450	0.05635	0.05654	0.05603	0.05371	0.05527	0.05441	0.05383	0.05491
77	0.05876	0.05729	0.05849	0.05863	0.05910	0.05657	0.05965	0.05964	0.05854	0.05797
78	0.06247	0.06130	0.06092	0.05852	0.05963	0.06171	0.05774	0.05972	0.06553	0.06289
79	0.07056	0.06760	0.07721	0.08281	0.06858	0.07035	0.06317	0.06270	0.07395	0.07069
80	0.07293	0.07543	0.07890	0.08862	0.07938	0.08049	0.07405	0.07100	0.07848	0.07974
81	0.08290	0.08353	0.08150	0.08889	0.08859	0.08931	0.09054	0.08678	0.08063	0.08778
82	0.09272	0.09102	0.09257	0.09379	0.09529	0.09498	0.09319	0.09402	0.09241	0.09337
83	0.10137	0.09841	0.10009	0.09958	0.10095	0.09945	0.09964	0.09873	0.09859	0.09837
84	0.10737	0.10659	0.10670	0.10595	0.10639	0.10568	0.10639	0.10644	0.10643	0.10545
85	0.11327	0.11604	0.11333	0.11262	0.11307	0.11552	0.11229	0.11239	0.11214	0.11629
86	0.12261	0.12568	0.12363	0.12237	0.12180	0.12661	0.12091	0.12130	0.12066	0.12856
87	0.13275	0.13405	0.13435	0.13489	0.13597	0.13553	0.13501	0.13539	0.13647	0.13893
88	0.15132	0.14039	0.14823	0.15804	0.15526	0.14025	0.15248	0.14869	0.14730	0.14530
89	0.15600	0.14682	0.14833	0.16328	0.15715	0.14435	0.17134	0.15081	0.16575	0.15041
90	0.16114	0.15616	0.16038	0.16774	0.16141	0.15283	0.19270	0.16092	0.17273	0.15823
91	0.17219	0.17020	0.16918	0.18037	0.17999	0.16884	0.20019	0.17402	0.17731	0.17146
92	0.18725	0.18665	0.18972	0.18744	0.18978	0.18819	0.20185	0.18625	0.18460	0.18776
93	0.20325	0.20216	0.20443	0.20284	0.20292	0.20483	0.21250	0.20452	0.20436	0.20350
94	0.22378	0.21535	0.22321	0.22284	0.22252	0.21584	0.22202	0.22260	0.22294	0.21680
95	0.24180	0.23264	0.24142	0.24102	0.24052	0.23072	0.24004	0.23992	0.23992	0.23271

ตารางที่ ซ3 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณะตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศชาย

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.26208	0.26238	0.26363	0.26389	0.26256	0.26210	0.26114	0.26033	0.25912	0.25798
97	0.28165	0.30659	0.28116	0.28086	0.28090	0.31444	0.28055	0.28052	0.28046	0.29412
98	0.30536	0.33189	0.30249	0.30135	0.30095	0.35960	0.30089	0.30158	0.30154	0.32154
99	0.33889	0.33859	0.34093	0.34340	0.35913	0.37128	0.38274	0.37985	0.33584	0.32538
100	0.36323	0.35924	0.39019	0.38375	0.41428	0.40419	0.44045	0.39149	0.34929	0.33981



ตารางที่ ซ4 ค่าพยากรณ์อัตราการณะของตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
<1	0.00626	0.00630	0.00632	0.00638	0.00636	0.00616	0.00591	0.00573	0.00568	0.00551
1	0.00144	0.00147	0.00126	0.00127	0.00103	0.00094	0.00064	0.00064	0.00064	0.00065
2	0.00058	0.00060	0.00033	0.00016	0.00069	0.00067	0.00054	0.00057	0.00059	0.00053
3	0.00049	0.00062	0.00038	0.00014	0.00110	0.00053	0.00049	0.00042	0.00044	0.00045
4	0.00048	0.00055	0.00039	0.00020	0.00104	0.00043	0.00039	0.00046	0.00043	0.00035
5	0.00047	0.00045	0.00036	0.00029	0.00072	0.00039	0.00033	0.00050	0.00043	0.00034
6	0.00045	0.00034	0.00032	0.00037	0.00037	0.00034	0.00026	0.00051	0.00041	0.00031
7	0.00037	0.00028	0.00029	0.00041	0.00015	0.00034	0.00030	0.00042	0.00040	0.00030
8	0.00031	0.00025	0.00026	0.00040	0.00008	0.00045	0.00036	0.00041	0.00039	0.00032
9	0.00028	0.00025	0.00025	0.00038	0.00011	0.00056	0.00038	0.00039	0.00038	0.00037
10	0.00028	0.00029	0.00027	0.00034	0.00020	0.00066	0.00036	0.00036	0.00037	0.00036
11	0.00031	0.00036	0.00031	0.00032	0.00032	0.00033	0.00035	0.00034	0.00037	0.00035
12	0.00038	0.00044	0.00039	0.00032	0.00043	0.00019	0.00019	0.00035	0.00039	0.00036
13	0.00047	0.00053	0.00047	0.00035	0.00050	0.00020	0.00017	0.00036	0.00039	0.00038
14	0.00053	0.00059	0.00054	0.00039	0.00053	0.00031	0.00025	0.00037	0.00043	0.00044
15	0.00054	0.00061	0.00056	0.00039	0.00050	0.00043	0.00036	0.00044	0.00046	0.00044
16	0.00047	0.00057	0.00052	0.00033	0.00040	0.00050	0.00044	0.00037	0.00049	0.00040
17	0.00046	0.00045	0.00054	0.00045	0.00044	0.00049	0.00050	0.00031	0.00043	0.00039
18	0.00044	0.00053	0.00055	0.00048	0.00049	0.00041	0.00053	0.00031	0.00041	0.00045
19	0.00041	0.00055	0.00057	0.00054	0.00053	0.00031	0.00055	0.00026	0.00046	0.00047
20	0.00037	0.00057	0.00060	0.00050	0.00055	0.00025	0.00055	0.00018	0.00047	0.00048
21	0.00032	0.00060	0.00054	0.00049	0.00053	0.00023	0.00053	0.00011	0.00046	0.00046
22	0.00050	0.00048	0.00047	0.00044	0.00043	0.00025	0.00052	0.00008	0.00043	0.00045
23	0.00057	0.00049	0.00043	0.00036	0.00040	0.00030	0.00052	0.00011	0.00042	0.00044
24	0.00077	0.00070	0.00064	0.00055	0.00048	0.00037	0.00053	0.00022	0.00042	0.00043
25	0.00090	0.00083	0.00075	0.00064	0.00058	0.00048	0.00057	0.00035	0.00044	0.00044
26	0.00084	0.00074	0.00064	0.00057	0.00048	0.00061	0.00065	0.00049	0.00047	0.00045
27	0.00080	0.00072	0.00076	0.00077	0.00068	0.00075	0.00074	0.00062	0.00051	0.00046
28	0.00105	0.00099	0.00097	0.00106	0.00102	0.00088	0.00083	0.00074	0.00054	0.00048
29	0.00109	0.00106	0.00102	0.00113	0.00119	0.00099	0.00090	0.00082	0.00058	0.00050
30	0.00109	0.00107	0.00101	0.00111	0.00123	0.00107	0.00093	0.00087	0.00062	0.00052
31	0.00115	0.00114	0.00102	0.00109	0.00119	0.00109	0.00091	0.00087	0.00067	0.00054

ตารางที่ ซ4 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณึ่งตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำธรรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
32	0.00125	0.00123	0.00105	0.00110	0.00113	0.00106	0.00086	0.00084	0.00072	0.00056
33	0.00133	0.00128	0.00109	0.00112	0.00107	0.00100	0.00083	0.00081	0.00075	0.00059
34	0.00137	0.00130	0.00114	0.00116	0.00102	0.00093	0.00082	0.00080	0.00074	0.00062
35	0.00138	0.00131	0.00119	0.00122	0.00101	0.00089	0.00084	0.00083	0.00066	0.00065
36	0.00140	0.00134	0.00124	0.00128	0.00104	0.00092	0.00089	0.00089	0.00084	0.00069
37	0.00144	0.00139	0.00130	0.00134	0.00113	0.00099	0.00098	0.00099	0.00108	0.00073
38	0.00150	0.00147	0.00139	0.00142	0.00127	0.00111	0.00110	0.00111	0.00118	0.00077
39	0.00157	0.00156	0.00150	0.00149	0.00144	0.00126	0.00123	0.00124	0.00125	0.00081
40	0.00165	0.00166	0.00162	0.00157	0.00163	0.00143	0.00138	0.00138	0.00129	0.00118
41	0.00193	0.00186	0.00175	0.00172	0.00177	0.00161	0.00153	0.00144	0.00133	0.00127
42	0.00203	0.00193	0.00185	0.00179	0.00168	0.00160	0.00154	0.00146	0.00136	0.00130
43	0.00208	0.00199	0.00189	0.00180	0.00175	0.00167	0.00162	0.00153	0.00150	0.00143
44	0.00224	0.00213	0.00201	0.00193	0.00188	0.00181	0.00176	0.00167	0.00159	0.00153
45	0.00242	0.00234	0.00226	0.00217	0.00208	0.00197	0.00184	0.00174	0.00163	0.00154
46	0.00252	0.00242	0.00236	0.00230	0.00222	0.00211	0.00202	0.00194	0.00184	0.00175
47	0.00271	0.00262	0.00253	0.00244	0.00235	0.00225	0.00214	0.00202	0.00194	0.00182
48	0.00284	0.00272	0.00264	0.00254	0.00245	0.00234	0.00225	0.00210	0.00194	0.00180
49	0.00286	0.00276	0.00262	0.00254	0.00272	0.00266	0.00265	0.00274	0.00265	0.00266
50	0.00384	0.00374	0.00397	0.00394	0.00385	0.00377	0.00371	0.00361	0.00354	0.00339
51	0.00448	0.00439	0.00432	0.00426	0.00420	0.00418	0.00405	0.00400	0.00388	0.00381
52	0.00486	0.00480	0.00469	0.00458	0.00448	0.00443	0.00434	0.00427	0.00417	0.00407
53	0.00509	0.00501	0.00496	0.00490	0.00481	0.00471	0.00464	0.00459	0.00451	0.00447
54	0.00552	0.00546	0.00540	0.00531	0.00523	0.00515	0.00506	0.00498	0.00486	0.00479
55	0.00589	0.00580	0.00574	0.00565	0.00559	0.00548	0.00541	0.00531	0.00524	0.00517
56	0.00643	0.00633	0.00630	0.00619	0.00613	0.00610	0.00598	0.00588	0.00579	0.00569
57	0.00701	0.00692	0.00680	0.00672	0.00663	0.00651	0.00637	0.00627	0.00620	0.00610
58	0.00749	0.00737	0.00724	0.00718	0.00711	0.00700	0.00692	0.00682	0.00668	0.00656
59	0.00806	0.00796	0.00791	0.00779	0.00770	0.00796	0.00787	0.00783	0.00786	0.00776
60	0.00934	0.00928	0.00911	0.00938	0.00930	0.00919	0.00904	0.00899	0.00889	0.00878
61	0.01037	0.01027	0.01018	0.01011	0.01005	0.00997	0.00997	0.00982	0.00974	0.00965
62	0.01123	0.01115	0.01112	0.01105	0.01096	0.01089	0.01079	0.01071	0.01061	0.01054
63	0.01222	0.01216	0.01207	0.01198	0.01194	0.01186	0.01175	0.01169	0.01163	0.01156

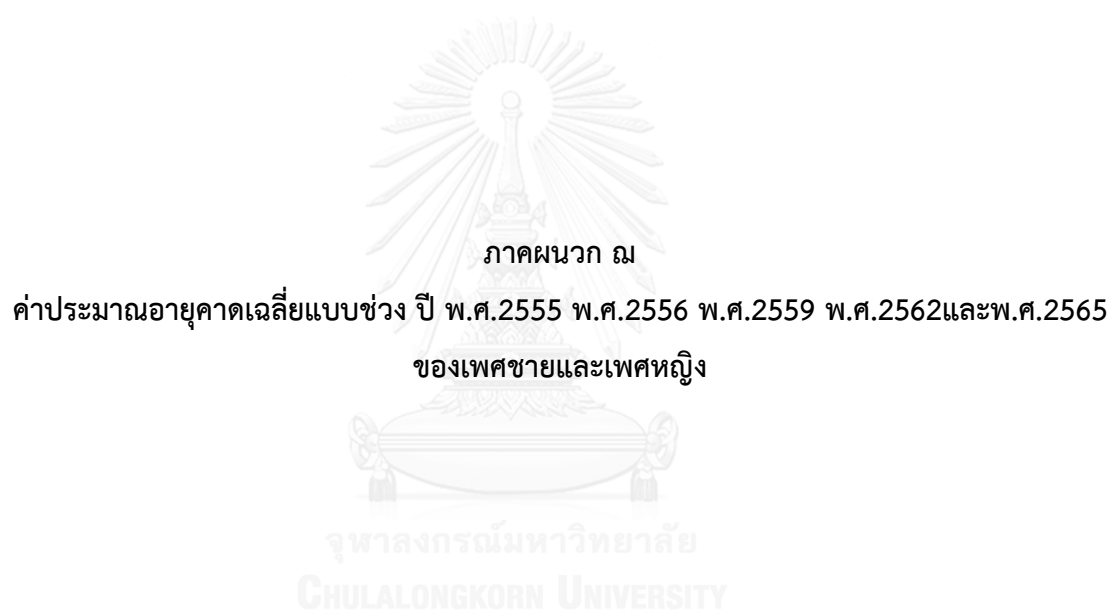
ตารางที่ ซ4 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณึ่งตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำกรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
64	0.01330	0.01322	0.01312	0.01300	0.01291	0.01281	0.01271	0.01265	0.01261	0.01254
65	0.01455	0.01445	0.01438	0.01435	0.01427	0.01418	0.01412	0.01403	0.01394	0.01383
66	0.01606	0.01596	0.01585	0.01578	0.01569	0.01561	0.01557	0.01549	0.01541	0.01531
67	0.01769	0.01761	0.01750	0.01741	0.01733	0.01723	0.01715	0.01704	0.01694	0.01681
68	0.01932	0.01922	0.01912	0.01901	0.01890	0.01884	0.01880	0.01875	0.01868	0.01861
69	0.02126	0.02121	0.02113	0.02109	0.02098	0.02095	0.02097	0.02097	0.02094	0.02094
70	0.02372	0.02365	0.02357	0.02354	0.02355	0.02350	0.02348	0.02325	0.02318	0.02310
71	0.02598	0.02588	0.02587	0.02574	0.02563	0.02552	0.02545	0.02543	0.02530	0.02522
72	0.02858	0.02848	0.02842	0.02832	0.02826	0.02817	0.02808	0.02801	0.02797	0.02790
73	0.03169	0.03157	0.03148	0.03139	0.03134	0.03125	0.03116	0.03107	0.03103	0.03096
74	0.03457	0.03450	0.03443	0.03437	0.03430	0.03422	0.03418	0.03408	0.03396	0.03389
75	0.03805	0.03795	0.03788	0.03779	0.03772	0.03766	0.03757	0.03747	0.03738	0.03729
76	0.04180	0.04173	0.04167	0.04161	0.04156	0.04146	0.04136	0.04124	0.04115	0.04106
77	0.04593	0.04583	0.04575	0.04565	0.04557	0.04552	0.04540	0.04529	0.04519	0.04510
78	0.05081	0.05074	0.05063	0.05050	0.05039	0.05035	0.05028	0.05026	0.05020	0.05017
79	0.05653	0.05647	0.05640	0.05641	0.05638	0.05634	0.05634	0.05622	0.05618	0.05616
80	0.06311	0.06295	0.06285	0.06277	0.06271	0.06254	0.06249	0.06239	0.06221	0.06212
81	0.06999	0.06995	0.06986	0.06979	0.06971	0.06963	0.06952	0.06945	0.06936	0.06931
82	0.07775	0.07764	0.07757	0.07750	0.07742	0.07737	0.07731	0.07723	0.07714	0.07703
83	0.08679	0.08670	0.08663	0.08655	0.08644	0.08634	0.08628	0.08619	0.08613	0.08601
84	0.09575	0.09566	0.09560	0.09554	0.09547	0.09534	0.09524	0.09519	0.09510	0.09504
85	0.10422	0.10412	0.10406	0.10399	0.10394	0.10386	0.10376	0.10370	0.10360	0.10352
86	0.11380	0.11370	0.11365	0.11355	0.11347	0.11338	0.11331	0.11324	0.11312	0.11306
87	0.12412	0.12403	0.12394	0.12387	0.12378	0.12372	0.12365	0.12355	0.12348	0.12340
88	0.13534	0.13530	0.13521	0.13511	0.13502	0.13491	0.13484	0.13473	0.13469	0.13466
89	0.14751	0.14744	0.14738	0.14733	0.14731	0.14724	0.14716	0.14709	0.14731	0.14724
90	0.16108	0.16099	0.16077	0.16061	0.16051	0.16033	0.16051	0.16042	0.16033	0.16212
91	0.17840	0.18095	0.18296	0.19396	0.16835	0.16976	0.17067	0.17128	0.17165	0.17259
92	0.18828	0.19061	0.19052	0.19857	0.19032	0.19021	0.19014	0.19006	0.18998	0.18991
93	0.20763	0.20754	0.20743	0.20737	0.20728	0.20717	0.20711	0.20705	0.20698	0.20691
94	0.22588	0.22578	0.22568	0.22559	0.22554	0.22545	0.22539	0.22531	0.22526	0.22516
95	0.24546	0.24535	0.24523	0.24517	0.24512	0.24501	0.24494	0.24485	0.24480	0.24472

ตารางที่ ซ4 (ต่อ) ค่าพยากรณ์อัตราการณงตัวแบบมีเดียนโพลิชที่นำธรรณีสถิติมาประยุกต์ในเพศหญิง

อายุ(ปี)	ปี2556	ปี2557	ปี2558	ปี2559	ปี2560	ปี2561	ปี2562	ปี2563	ปี2564	ปี2565
96	0.26644	0.26633	0.26627	0.26619	0.26612	0.26602	0.26599	0.26586	0.26574	0.26565
97	0.28883	0.28875	0.28870	0.28866	0.28860	0.28847	0.28839	0.28828	0.28820	0.28810
98	0.31281	0.31271	0.31266	0.31263	0.31252	0.31242	0.31234	0.31231	0.31226	0.31225
99	0.33868	0.33868	0.33864	0.33856	0.33857	0.33856	0.33853	0.33852	0.34062	0.33612
100	0.36585	0.36697	0.36707	0.36655	0.36590	0.36558	0.36549	0.36612	0.36557	0.36550





ตารางที่ ฅ1 ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2555 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
<1	66.322	70.009	72.878	75.615	77.783	78.841
1	66.002	70.376	72.423	75.219	77.295	78.347
2	65.162	69.651	71.499	74.285	76.362	77.381
3	64.296	68.705	70.547	73.367	75.406	76.424
4	63.419	67.749	69.592	72.399	74.439	75.436
5	62.529	66.788	68.632	71.427	73.467	74.445
6	61.630	65.828	67.665	70.490	72.494	73.470
7	60.715	64.867	66.696	69.542	71.520	72.492
8	59.803	63.902	65.725	68.591	70.544	71.514
9	58.895	62.935	64.751	67.642	69.568	70.535
10	57.981	61.965	63.776	66.694	68.592	69.558
11	57.064	60.992	62.795	65.746	67.615	68.581
12	56.148	60.020	61.817	64.767	66.637	67.588
13	55.232	59.051	60.847	63.789	65.659	66.595
14	54.325	58.089	59.881	62.812	64.681	65.603
15	53.435	57.147	58.935	61.865	63.711	64.628
16	52.569	56.223	58.005	60.924	62.744	63.660
17	51.715	55.614	57.088	59.985	61.778	62.694
18	50.883	54.417	56.184	59.047	60.811	61.727
19	50.049	53.525	55.284	58.109	59.844	60.742
20	49.220	52.628	54.381	57.166	58.878	59.775
21	48.368	51.723	53.469	56.217	57.911	58.801
22	47.525	50.817	52.554	55.271	56.946	57.831
23	46.692	49.915	51.648	54.330	55.983	56.862
24	45.858	49.016	50.746	53.391	55.021	55.897
25	45.023	48.119	49.849	52.458	54.060	54.935
26	44.193	47.219	48.947	51.521	53.097	53.970

ตารางที่ ๑1 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2555 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
27	43.361	46.321	48.047	50.584	52.136	53.006
28	42.522	45.425	47.148	49.647	51.178	52.045
29	41.693	44.531	46.255	48.712	50.221	51.085
30	40.853	43.641	45.361	47.779	49.267	50.127
31	40.022	42.756	44.475	46.850	48.317	49.173
32	39.202	41.877	43.596	45.921	47.369	48.220
33	38.384	41.004	42.720	44.993	46.424	47.267
34	37.567	40.138	41.846	44.066	45.482	46.315
35	36.756	39.279	40.977	43.141	44.542	45.365
36	35.951	38.425	40.113	42.219	43.604	44.419
37	35.155	37.577	39.258	41.301	42.670	43.476
38	34.370	36.733	38.412	40.387	41.737	42.538
39	33.594	35.892	37.578	39.475	40.807	41.602
40	32.823	34.059	36.751	38.566	39.878	40.669
41	32.044	34.221	35.921	37.659	38.951	39.739
42	31.244	33.384	35.074	36.757	38.025	38.814
43	30.420	32.546	34.206	35.858	37.104	37.891
44	29.576	31.609	33.320	34.957	36.179	36.967
45	28.736	30.874	32.428	34.049	35.257	36.038
46	27.903	30.042	31.542	33.135	34.337	35.104
47	27.075	29.214	30.671	32.220	33.421	34.170
48	26.272	28.394	29.824	31.317	32.509	33.245
49	25.496	27.581	29.002	30.429	31.603	32.333
50	24.743	26.777	28.203	29.554	30.703	31.433
51	24.003	25.903	27.417	28.687	29.810	30.541
52	23.272	25.199	26.640	27.823	28.923	29.653
53	22.551	24.424	25.871	26.962	28.043	28.769

ตารางที่ ๓1 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2555 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
54	21.844	23.658	25.114	26.107	27.170	27.889
55	21.146	22.900	24.364	25.258	26.304	27.016
56	20.444	22.147	23.614	24.416	25.444	26.149
57	19.723	21.399	22.852	23.581	24.591	25.288
58	18.977	20.465	22.072	22.753	23.745	24.435
59	18.231	19.812	21.275	21.937	22.905	23.592
60	17.474	19.041	20.467	21.132	22.072	22.760
61	16.727	18.462	19.655	20.340	21.246	21.939
62	15.977	17.738	18.846	19.552	20.429	21.122
63	15.233	17.023	18.048	18.761	19.621	20.303
64	14.502	16.322	17.269	17.967	18.824	19.480
65	13.794	15.636	16.519	17.178	18.041	18.662
66	13.125	14.968	15.807	16.405	17.276	17.860
67	12.502	14.320	15.137	15.658	16.531	17.084
68	11.917	13.695	14.509	14.944	15.808	16.338
69	11.358	13.093	13.917	14.262	15.107	15.626
70	10.821	12.512	13.355	13.609	14.428	14.944
71	10.309	11.952	12.812	12.979	13.769	14.286
72	9.834	11.411	12.280	12.364	13.127	13.645
73	9.396	10.885	11.757	11.757	12.500	13.014
74	8.981	10.372	11.247	11.158	11.887	12.393
75	8.572	9.871	10.759	10.570	11.286	11.782
76	8.154	9.380	10.293	9.993	10.695	11.184
77	7.725	8.895	9.846	9.427	10.113	10.598
78	7.285	8.418	9.407	8.867	9.543	10.024
79	6.844	7.949	8.971	8.312	8.985	9.461
80	6.414	7.491	8.537	7.764	8.444	8.903

ตารางที่ ๑1 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2555 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
81	6.007	7.049	8.108	7.223	7.923	8.346
82	5.613	6.625	7.689	6.691	7.428	7.798
83	5.203	6.224	7.285	6.172	6.962	7.278
84	4.740	5.844	6.899	5.666	6.523	6.814
85	4.311	5.485	6.538	5.151	6.070	6.314
86	3.923	5.143	6.206	4.667	5.676	5.838
87	3.574	4.818	5.900	4.214	5.303	5.385
88	3.261	4.508	5.615	3.792	4.949	4.955
89	2.983	4.213	5.346	3.401	4.614	4.549
90	2.737	3.931	5.088	3.039	4.295	4.166
91	2.518	3.661	4.834	2.707	3.991	3.804
92	2.326	3.401	4.574	2.403	3.699	3.462
93	2.155	3.149	4.299	2.126	3.417	3.139
94	2.002	2.900	3.998	1.875	3.138	2.833
95	1.863	2.650	3.657	1.648	2.857	2.538
96	1.729	2.390	3.260	1.442	2.565	2.251
97	1.588	2.107	2.790	1.254	2.247	1.960
98	1.417	1.779	2.255	1.078	1.882	1.648
99	1.171	1.370	1.628	0.894	1.433	1.280
100	0.760	0.814	0.895	0.638	0.841	0.783

ตารางที่ ๓2 ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2556 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
<1	66.499	70.792	72.725	76.100	77.908	79.128
1	66.227	70.414	72.269	75.713	77.464	78.637
2	65.572	69.710	71.343	74.829	76.536	77.705
3	64.702	68.780	70.399	73.869	75.575	76.722
4	63.744	67.821	69.429	72.901	74.607	75.734
5	62.781	66.849	68.455	71.963	73.637	74.764
6	61.849	65.891	67.487	71.019	72.677	73.789
7	60.947	64.941	66.518	70.071	71.704	72.811
8	60.058	63.991	65.547	69.092	70.725	71.817
9	59.145	63.035	64.573	68.112	69.745	70.823
10	58.197	62.069	63.598	67.133	68.763	69.830
11	57.222	61.096	62.625	66.155	67.707	68.836
12	56.253	60.124	61.652	65.177	66.724	67.843
13	55.340	59.155	60.683	64.199	65.712	66.851
14	54.436	58.201	59.725	63.222	64.835	65.859
15	53.550	57.265	58.778	62.274	63.863	64.885
16	52.684	56.347	57.848	61.333	62.796	63.917
17	51.837	55.443	56.931	60.395	61.832	62.951
18	51.004	54.546	56.027	59.455	60.908	61.984
19	50.173	53.651	55.127	58.518	60.003	61.018
20	49.323	52.751	54.223	57.580	59.037	60.051
21	48.476	51.847	53.311	56.633	58.007	59.077
22	47.639	50.941	52.396	55.688	57.000	58.107
23	46.804	50.034	51.459	54.745	56.133	57.139
24	45.949	49.127	50.507	53.806	55.129	56.174
25	45.040	48.219	49.554	52.874	54.181	55.212
26	44.128	47.311	48.601	51.936	53.147	54.248

ตารางที่ ๓2 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2556 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
27	43.217	46.403	47.645	50.997	52.185	53.284
28	42.307	45.498	46.691	50.061	51.232	52.323
29	41.402	44.599	45.745	49.126	50.265	51.363
30	40.500	43.703	44.841	48.194	49.304	50.406
31	39.601	42.810	43.932	47.266	48.364	49.452
32	38.708	41.919	42.994	46.346	47.395	48.499
33	37.855	41.032	42.088	45.421	46.482	47.546
34	37.032	40.154	41.206	44.493	45.543	46.593
35	36.220	39.287	40.334	43.568	44.706	45.643
36	35.398	38.426	39.457	42.648	43.768	44.699
37	34.553	37.586	38.565	41.734	42.703	43.761
38	33.688	36.735	37.659	40.821	41.759	42.822
39	32.824	35.893	36.748	39.899	40.850	41.878
40	31.964	34.986	35.840	38.969	40.018	40.927
41	31.110	34.136	34.945	38.035	39.083	39.975
42	30.280	33.294	34.072	37.112	38.151	39.031
43	29.476	32.458	33.223	36.202	37.222	38.099
44	28.692	31.627	32.394	35.302	36.299	37.176
45	27.916	30.811	31.578	34.402	35.378	36.253
46	27.144	29.995	30.762	33.495	34.459	35.324
47	26.382	29.182	29.954	32.582	33.539	34.391
48	25.640	28.369	29.146	31.666	32.619	33.455
49	24.920	27.566	28.338	30.752	31.702	32.522
50	24.212	26.766	27.533	29.848	30.796	31.598
51	23.500	25.929	26.737	28.957	29.901	30.686
52	22.778	25.181	25.952	28.084	29.012	29.790
53	22.048	24.406	25.178	27.224	28.127	28.906

ตารางที่ ๓2 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2556 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
54	21.319	23.636	24.410	26.372	27.255	28.030
55	20.598	22.876	23.649	25.527	26.390	27.158
56	19.887	22.118	22.892	24.686	25.523	26.292
57	19.183	21.370	22.140	23.854	24.666	25.433
58	18.487	20.483	21.397	23.031	23.820	24.583
59	17.804	19.894	20.665	22.216	22.985	23.741
60	17.135	19.111	19.948	21.410	22.163	22.905
61	16.478	18.456	19.242	20.613	21.353	22.078
62	15.816	17.757	18.533	19.829	20.554	21.262
63	15.132	17.066	17.801	19.060	19.752	20.462
64	14.426	16.387	17.049	18.308	18.974	19.679
65	13.716	15.716	16.294	17.571	18.208	18.911
66	13.034	15.053	15.567	16.847	17.455	18.153
67	12.396	14.404	14.885	16.132	16.718	17.403
68	11.808	13.768	14.250	15.426	15.979	16.663
69	11.260	13.160	13.653	14.731	15.269	15.934
70	10.738	12.583	13.083	14.045	14.572	15.218
71	10.221	12.046	12.530	13.365	13.891	14.509
72	9.691	11.506	11.987	12.688	13.228	13.806
73	9.154	10.961	11.452	12.017	12.581	13.110
74	8.646	10.435	10.929	11.363	11.950	12.431
75	8.214	9.926	10.425	10.741	11.335	11.781
76	7.865	9.432	9.941	10.154	10.735	11.166
77	7.558	8.952	9.473	9.596	10.152	10.579
78	7.227	8.486	9.011	9.050	9.584	10.010
79	6.842	8.036	8.549	8.510	9.007	9.450
80	6.417	7.560	8.088	7.973	8.448	8.891

ตารางที่ ๓2 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2556 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
81	5.995	7.078	7.629	7.444	7.939	8.332
82	5.590	6.617	7.174	6.925	7.455	7.783
83	5.178	6.199	6.728	6.422	6.969	7.262
84	4.768	5.833	6.292	5.938	6.536	6.795
85	4.353	5.491	5.846	5.449	6.128	6.293
86	3.979	5.169	5.437	4.987	5.740	5.816
87	3.642	4.867	5.065	4.551	5.373	5.363
88	3.341	4.533	4.725	4.143	5.023	4.933
89	3.073	4.262	4.416	3.762	4.691	4.527
90	2.835	3.974	4.133	3.406	4.374	4.143
91	2.624	3.691	3.873	3.075	4.072	3.781
92	2.437	3.410	3.630	2.769	3.771	3.440
93	2.270	3.155	3.398	2.486	3.474	3.118
94	2.120	2.925	3.169	2.224	3.190	2.813
95	1.980	2.635	2.932	1.981	2.903	2.520
96	1.842	2.385	2.671	1.754	2.604	2.234
97	1.690	2.089	2.367	1.537	2.278	1.946
98	1.500	1.767	1.992	1.318	1.904	1.637
99	1.225	1.363	1.509	1.067	1.446	1.273
100	0.778	0.812	0.868	0.707	0.847	0.781

ตารางที่ ๓ ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2559 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
<1	67.556	70.808	73.426	75.645	77.807	78.938
1	67.272	70.536	72.976	75.252	77.366	78.445
2	66.573	69.787	72.052	74.372	76.435	77.513
3	65.624	68.836	71.077	73.454	75.487	76.556
4	64.664	67.857	70.100	72.523	74.518	75.568
5	63.782	66.899	69.141	71.586	73.548	74.598
6	62.886	65.976	68.173	70.654	72.581	73.622
7	61.986	65.058	67.204	69.708	71.625	72.645
8	61.069	64.129	66.233	68.759	70.660	71.667
9	60.171	63.182	65.260	67.809	69.685	70.688
10	59.260	62.092	64.285	66.862	68.789	69.711
11	58.355	61.158	63.314	65.903	67.724	68.717
12	57.409	60.285	62.342	64.945	66.745	67.724
13	56.471	59.333	61.384	63.995	65.768	66.747
14	55.565	58.372	60.418	63.048	64.793	65.772
15	54.670	57.436	59.472	62.101	63.824	64.797
16	53.811	56.510	58.543	61.160	62.856	63.830
17	52.961	55.610	57.626	60.217	61.889	62.845
18	52.132	54.550	56.724	59.277	60.925	61.878
19	51.307	53.832	55.825	58.327	59.958	60.893
20	50.482	52.839	54.923	57.386	59.150	59.925
21	49.639	52.039	54.012	56.437	58.026	58.952
22	48.769	51.134	53.098	55.492	57.064	57.981
23	47.865	50.222	52.169	54.549	56.102	57.013
24	46.959	49.312	51.215	53.612	55.139	56.047
25	46.052	48.401	50.262	52.659	54.170	55.065
26	45.147	47.491	49.307	51.692	53.197	54.082

ตารางที่ ๓ (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2559 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
27	44.237	46.580	48.353	50.727	52.224	53.099
28	43.329	45.669	47.393	49.773	51.259	52.118
29	42.426	44.760	46.449	48.838	50.299	51.159
30	41.522	43.854	45.500	47.905	49.342	50.201
31	40.625	42.949	44.532	46.975	48.389	49.247
32	39.735	42.044	43.601	46.048	47.438	48.294
33	38.835	41.138	42.661	45.120	46.489	47.341
34	37.936	40.235	41.719	44.192	45.546	46.389
35	37.053	39.341	40.791	43.266	44.603	45.439
36	36.206	38.462	39.893	42.344	43.661	44.493
37	35.396	37.599	39.029	41.426	42.722	43.550
38	34.605	36.748	38.183	40.513	41.792	42.611
39	33.804	35.899	37.330	39.604	40.868	41.676
40	32.977	35.047	36.456	38.698	39.946	40.745
41	32.128	34.188	35.564	37.792	39.251	39.815
42	31.272	33.330	34.669	36.888	38.163	38.887
43	30.422	32.483	33.780	35.985	37.190	37.961
44	29.578	31.643	32.897	35.084	36.276	37.037
45	28.735	30.811	32.016	34.189	35.365	36.118
46	27.895	29.978	31.138	33.300	34.455	35.205
47	27.068	29.158	30.270	32.415	33.548	34.297
48	26.266	28.336	29.421	31.534	32.642	33.392
49	25.494	27.529	28.596	30.655	31.741	32.491
50	24.748	26.724	27.794	29.778	30.840	31.592
51	24.014	25.937	27.006	28.906	29.945	30.698
52	23.286	25.153	26.227	28.041	29.057	29.808
53	22.562	24.372	25.454	27.181	28.173	28.925

ตารางที่ ๓ (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2559 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
54	21.844	23.597	24.688	26.328	27.296	28.046
55	21.133	22.833	23.927	25.481	26.428	27.173
56	20.429	22.080	23.173	24.640	25.567	26.307
57	19.730	21.332	22.424	23.806	24.716	25.449
58	19.037	20.488	21.684	22.981	23.890	24.599
59	18.359	19.850	20.956	22.166	23.073	23.757
60	17.702	19.125	20.246	21.363	22.251	22.922
61	17.061	18.409	19.547	20.572	21.438	22.095
62	16.418	17.699	18.842	19.796	20.630	21.279
63	15.746	17.001	18.112	19.034	19.835	20.479
64	15.047	16.318	17.359	18.285	19.050	19.696
65	14.350	15.647	16.610	17.549	18.278	18.928
66	13.699	14.986	15.904	16.822	17.517	18.171
67	13.105	14.335	15.250	16.104	16.772	17.421
68	12.543	13.695	14.624	15.395	16.043	16.681
69	11.968	13.068	13.987	14.698	15.325	15.952
70	11.362	12.457	13.324	14.011	14.623	15.235
71	10.746	11.863	12.656	13.331	13.937	14.525
72	10.162	11.287	12.024	12.652	13.268	13.820
73	9.629	10.729	11.449	11.992	12.615	13.121
74	9.144	10.193	10.925	11.339	11.979	12.440
75	8.684	9.672	10.435	10.721	11.359	11.789
76	8.233	9.163	9.960	10.141	10.752	11.175
77	7.786	8.664	9.492	9.591	10.160	10.590
78	7.342	8.175	9.027	9.051	9.584	10.023
79	6.909	7.698	8.564	8.512	9.025	9.464
80	6.494	7.232	8.102	7.975	8.485	8.906

ตารางที่ ๓ (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2559 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
81	6.105	6.782	7.644	7.447	7.968	8.348
82	5.733	6.354	7.190	6.933	7.479	7.799
83	5.344	5.950	6.744	6.437	7.017	7.280
84	4.901	5.568	6.309	5.959	6.584	6.814
85	4.514	5.210	5.865	5.470	6.150	6.314
86	4.164	4.871	5.458	5.007	5.701	5.837
87	3.849	4.550	5.086	4.571	5.329	5.385
88	3.568	4.247	4.747	4.163	4.977	4.955
89	3.317	3.961	4.439	3.780	4.642	4.549
90	3.094	3.692	4.156	3.424	4.324	4.166
91	2.895	3.437	3.896	3.092	4.021	3.804
92	2.717	3.188	3.654	2.785	3.718	3.463
93	2.556	2.955	3.421	2.501	3.434	3.140
94	2.406	2.727	3.191	2.238	3.153	2.833
95	2.258	2.499	2.951	1.994	2.870	2.539
96	2.101	2.265	2.688	1.766	2.576	2.252
97	1.918	2.010	2.381	1.548	2.255	1.961
98	1.678	1.715	2.002	1.326	1.887	1.648
99	1.335	1.340	1.515	1.072	1.436	1.280
100	0.815	0.818	0.869	0.709	0.841	0.784

ตารางที่ ๓4 ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2562 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
<1	66.864	70.965	73.509	76.702	78.288	79.849
1	66.586	70.725	73.058	76.318	77.888	79.363
2	65.758	69.802	72.134	75.384	76.948	78.397
3	64.926	68.950	71.190	74.464	75.991	77.425
4	63.966	67.977	70.201	73.497	75.022	76.437
5	63.002	67.001	69.209	72.562	74.060	75.467
6	62.099	66.043	68.241	71.616	73.108	74.492
7	61.197	65.083	67.272	70.669	72.150	73.515
8	60.292	64.114	66.301	69.721	71.179	72.537
9	59.382	63.234	65.302	68.769	70.200	71.543
10	58.475	62.156	64.304	67.804	69.216	70.550
11	57.569	61.190	63.333	66.846	68.237	69.557
12	56.661	60.221	62.362	65.898	67.261	68.573
13	55.778	59.349	61.381	64.948	66.284	67.594
14	54.925	58.293	60.423	63.998	65.307	66.602
15	54.042	57.453	59.477	63.050	64.334	65.620
16	53.167	56.421	58.548	62.100	63.364	64.642
17	52.295	55.611	57.626	61.160	62.399	63.676
18	51.429	54.595	56.694	60.210	61.432	62.709
19	50.570	53.685	55.752	59.273	60.467	61.744
20	49.715	52.874	54.812	58.332	59.500	60.777
21	48.872	52.086	53.900	57.383	58.531	59.804
22	48.028	51.200	52.986	56.440	57.561	58.834
23	47.195	50.053	52.082	55.498	56.593	57.866
24	46.366	49.415	51.180	54.542	55.624	56.882
25	45.540	48.426	50.284	53.579	54.657	55.901
26	44.701	47.536	49.384	52.616	53.689	54.918

ตารางที่ ๓4 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2562 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1 - \alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1 - \alpha) = 0.975$
27	43.869	46.595	48.484	51.651	52.720	53.935
28	43.035	45.559	47.586	50.688	51.752	52.955
29	42.202	44.867	46.694	49.727	50.783	51.977
30	41.373	43.790	45.801	48.768	49.816	50.999
31	40.541	42.952	44.917	47.812	48.849	50.025
32	39.728	42.044	44.039	46.857	47.891	49.052
33	38.883	41.173	43.121	45.913	46.941	48.087
34	38.014	40.298	42.173	44.979	45.992	47.131
35	37.131	39.420	41.214	44.054	45.045	46.182
36	36.250	38.538	40.266	43.137	44.103	45.239
37	35.377	37.657	39.340	42.224	43.163	44.301
38	34.515	36.783	38.433	41.312	42.226	43.363
39	33.658	35.918	37.535	40.393	41.288	42.422
40	32.805	35.061	36.638	39.467	40.348	41.475
41	31.955	34.205	35.742	38.535	39.410	40.523
42	31.109	33.347	34.850	37.601	38.474	39.571
43	30.265	32.485	33.964	36.670	37.540	38.621
44	29.420	31.659	33.081	35.743	36.607	37.676
45	28.569	30.792	32.196	34.822	35.674	36.734
46	27.727	29.960	31.311	33.905	34.741	35.798
47	26.899	29.129	30.439	32.993	33.810	34.865
48	26.117	28.308	29.596	32.085	32.881	33.937
49	25.381	27.500	28.781	31.179	31.971	33.011
50	24.666	26.804	27.980	30.276	31.067	32.086
51	23.926	25.989	27.166	29.374	30.163	31.164
52	23.147	25.095	26.332	28.476	29.265	30.245
53	22.347	24.305	25.492	27.586	28.375	29.334

ตารางที่ ๓4 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2562 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
54	21.563	23.523	24.672	26.711	27.495	28.437
55	20.819	22.758	23.887	25.854	26.620	27.556
56	20.111	22.110	23.132	25.015	25.754	26.692
57	19.420	21.244	22.392	24.192	24.898	25.841
58	18.737	20.496	21.657	23.378	24.056	24.999
59	18.061	19.858	20.929	22.566	23.219	24.160
60	17.400	19.171	20.216	21.750	22.392	23.316
61	16.748	18.322	19.513	20.927	21.569	22.467
62	16.089	17.685	18.807	20.111	20.756	21.616
63	15.402	16.980	18.080	19.301	19.948	20.770
64	14.690	16.290	17.334	18.507	19.158	19.937
65	13.985	15.611	16.594	17.724	18.378	19.124
66	13.331	14.945	15.893	16.971	17.612	18.337
67	12.733	14.291	15.242	16.247	16.861	17.577
68	12.158	13.646	14.618	15.547	16.126	16.839
69	11.553	13.014	13.981	14.858	15.402	16.116
70	10.911	12.396	13.319	14.176	14.695	15.403
71	10.279	11.803	12.654	13.499	14.003	14.698
72	9.731	11.219	12.024	12.832	13.330	14.005
73	9.291	10.656	11.449	12.177	12.674	13.322
74	8.927	10.112	10.926	11.529	12.032	12.645
75	8.572	9.586	10.435	10.897	11.405	11.972
76	8.184	9.072	9.960	10.292	10.792	11.306
77	7.757	8.568	9.492	9.701	10.191	10.657
78	7.313	8.069	9.027	9.108	9.607	10.041
79	6.873	7.581	8.564	8.547	9.038	9.460
80	6.453	7.102	8.103	8.012	8.489	8.901

ตารางที่ ๓4 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2562 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
81	6.061	6.639	7.644	7.493	7.962	8.350
82	5.687	6.200	7.190	6.984	7.464	7.806
83	5.297	5.784	6.744	6.487	6.994	7.287
84	4.851	5.394	6.309	6.008	6.554	6.819
85	4.447	5.029	5.865	5.522	6.107	6.320
86	4.082	4.688	5.458	5.063	5.653	5.844
87	3.754	4.368	5.086	4.631	5.277	5.392
88	3.460	4.067	4.747	4.224	4.920	4.963
89	3.198	3.786	4.439	3.844	4.580	4.558
90	2.965	3.524	4.157	3.488	4.259	4.174
91	2.758	3.279	3.897	3.157	3.952	3.813
92	2.574	3.023	3.654	2.849	3.676	3.471
93	2.409	2.800	3.422	2.564	3.394	3.148
94	2.258	2.585	3.191	2.299	3.117	2.841
95	2.114	2.372	2.952	2.052	2.838	2.547
96	1.966	2.156	2.689	1.820	2.549	2.258
97	1.799	1.922	2.381	1.595	2.234	1.967
98	1.585	1.649	2.002	1.365	1.872	1.653
99	1.276	1.297	1.515	1.099	1.425	1.283
100	0.792	0.794	0.869	0.719	0.836	0.785

ตารางที่ ๓5 ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2565 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
<1	67.855	71.237	74.153	77.199	78.453	80.107
1	67.565	70.845	73.708	76.827	78.087	79.623
2	66.735	69.989	72.785	75.894	77.144	78.655
3	65.787	69.033	71.796	74.935	76.186	77.673
4	64.827	68.060	70.806	73.968	75.218	76.685
5	63.864	67.085	69.808	73.034	74.249	75.715
6	62.960	66.127	68.841	72.090	73.280	74.740
7	62.057	65.174	67.872	71.157	72.303	73.763
8	61.152	64.221	66.901	70.186	71.324	72.769
9	60.245	63.258	65.929	69.220	70.343	71.775
10	59.331	62.291	64.954	68.242	69.364	70.781
11	58.428	61.316	63.957	67.283	68.387	69.798
12	57.529	60.342	62.961	66.305	67.407	68.805
13	56.636	59.367	61.966	65.340	66.423	67.812
14	55.748	58.411	61.009	64.393	65.449	66.837
15	54.869	57.487	60.063	63.447	64.477	65.863
16	54.009	56.573	59.135	62.478	63.505	64.876
17	53.165	55.662	58.220	61.510	62.533	63.892
18	52.327	54.753	57.311	60.542	61.560	62.906
19	51.518	53.857	56.413	59.576	60.589	61.920
20	50.684	52.964	55.512	58.607	59.618	60.935
21	49.843	52.099	54.602	57.659	58.647	59.962
22	49.020	51.234	53.689	56.714	57.678	58.992
23	48.188	50.354	52.785	55.744	56.709	58.007
24	47.351	49.455	51.885	54.778	55.739	57.023
25	46.511	48.550	50.980	53.814	54.770	56.042
26	45.674	47.647	50.082	52.849	53.801	55.058

ตารางที่ ๓5 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2565 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1 - \alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1 - \alpha) = 0.975$
27	44.849	46.750	49.184	51.884	52.833	54.075
28	44.016	45.857	48.288	50.921	51.866	53.095
29	43.193	44.963	47.392	49.960	50.902	52.113
30	42.371	44.067	46.497	49.002	49.939	51.136
31	41.540	43.169	45.603	48.046	48.978	50.162
32	40.651	42.274	44.669	47.091	48.018	49.189
33	39.765	41.384	43.732	46.137	47.057	48.216
34	38.881	40.500	42.793	45.184	46.097	47.244
35	38.001	39.621	41.859	44.232	45.136	46.273
36	37.128	38.745	40.934	43.283	44.176	45.306
37	36.262	37.873	40.021	42.338	43.221	44.343
38	35.404	37.002	39.119	41.398	42.271	43.384
39	34.551	36.132	38.223	40.460	41.327	42.428
40	33.702	35.264	37.330	39.526	40.387	41.474
41	32.856	34.396	36.439	38.594	39.450	40.522
42	32.011	33.532	35.549	37.664	38.513	39.571
43	31.168	32.671	34.663	36.734	37.581	38.622
44	30.328	31.817	33.781	35.808	36.654	37.676
45	29.493	30.964	32.905	34.886	35.731	36.734
46	28.664	30.119	32.036	33.969	34.810	35.798
47	27.842	29.279	31.170	33.058	33.889	34.866
48	27.022	28.452	30.303	32.149	32.971	33.937
49	26.204	27.635	29.433	31.242	32.056	33.009
50	25.384	26.820	28.561	30.339	31.147	32.085
51	24.570	26.014	27.691	29.446	30.254	31.165
52	23.770	25.221	26.830	28.553	29.355	30.250
53	22.975	24.435	25.995	27.664	28.460	29.337

ตารางที่ ๓5 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2565 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$	$\alpha = 0.025$	0.5	$(1-\alpha) = 0.975$
54	22.223	23.652	25.199	26.777	27.573	28.427
55	21.512	22.881	24.439	25.894	26.691	27.520
56	20.815	22.118	23.691	25.021	25.820	26.623
57	20.095	21.363	22.919	24.165	24.967	25.742
58	19.342	20.614	22.116	23.331	24.127	24.882
59	18.582	19.866	21.305	22.517	23.284	24.041
60	17.862	19.232	20.529	21.720	22.464	23.216
61	17.194	18.409	19.802	20.934	21.643	22.401
62	16.553	17.691	19.101	20.150	20.829	21.588
63	15.894	16.983	18.387	19.362	20.022	20.771
64	15.203	16.285	17.649	18.571	19.226	19.951
65	14.510	15.600	16.910	17.789	18.440	19.139
66	13.863	14.927	16.213	17.031	17.668	18.349
67	13.278	14.266	15.569	16.305	16.912	17.587
68	12.725	13.618	14.951	15.604	16.168	16.850
69	12.154	12.980	14.314	14.916	15.438	16.125
70	11.550	12.358	13.647	14.235	14.726	15.408
71	10.941	11.754	12.982	13.560	14.031	14.699
72	10.379	11.164	12.373	12.895	13.352	14.002
73	9.878	10.594	11.832	12.241	12.689	13.317
74	9.406	10.045	11.327	11.596	12.042	12.640
75	8.910	9.512	10.798	10.954	11.409	11.968
76	8.369	8.993	10.222	10.319	10.788	11.303
77	7.825	8.479	9.626	9.698	10.180	10.656
78	7.291	7.973	9.061	9.104	9.587	10.041
79	6.811	7.475	8.552	8.541	9.007	9.460
80	6.385	6.985	8.089	8.003	8.447	8.902

ตารางที่ ๓5 (ต่อ) ค่าประมาณอายุคาดเฉลี่ยแบบช่วง ปี พ.ศ.2565 ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ(ปี)	เพศชาย			เพศหญิง		
	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975	$\alpha =0.025$	0.5	$(1-\alpha)$ =0.975
81	5.996	6.510	7.646	7.481	7.910	8.351
82	5.616	6.057	7.202	6.972	7.399	7.807
83	5.212	5.631	6.757	6.476	6.917	7.287
84	4.802	5.232	6.320	5.997	6.466	6.820
85	4.399	4.863	5.877	5.516	6.021	6.320
86	4.035	4.518	5.471	5.061	5.619	5.844
87	3.708	4.198	5.101	4.632	5.239	5.392
88	3.415	3.901	4.763	4.228	4.880	4.964
89	3.154	3.626	4.456	3.850	4.540	4.558
90	2.922	3.372	4.174	3.497	4.219	4.174
91	2.716	3.125	3.915	3.168	3.910	3.813
92	2.534	2.865	3.672	2.862	3.634	3.471
93	2.370	2.653	3.440	2.578	3.354	3.148
94	2.221	2.451	3.208	2.314	3.080	2.841
95	2.079	2.254	2.968	2.068	2.804	2.547
96	1.935	2.056	2.702	1.835	2.519	2.258
97	1.773	1.846	2.392	1.610	2.209	1.966
98	1.565	1.603	2.010	1.377	1.851	1.653
99	1.265	1.287	1.519	1.108	1.410	1.283
100	0.790	0.795	0.871	0.722	0.836	0.785

