

การพยากรณ์อัตราการณะของประชากรไทยโดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์  
ร่วมกับปัจจัยทางเศรษฐกิจและสาเหตุการตาย

นาย ภัทร สุริยภัทรพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)

are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

Forecasting Thai Mortality Rates using Lee-Carter Model  
with Economic Factors and Cause of Death

Mr. Patara Suriyapatarapun

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

Department of Statistic

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University



ภัทร สุริยภัทรพันธ์ : การพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยโดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์  
ร่วมกับปัจจัยทางเศรษฐกิจและสาเหตุการตาย. (Forecasting Thai Mortality Rates using Lee-  
Carter Model with Economic Factors and Cause of Death)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. สุวณี สุรเสียงสังข์, 123 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพยากรณ์ค่าอัตราการมรณะของประชากรไทยในช่วง 20 ปี  
ข้างหน้า(ปีพ.ศ. 2554-2573) โดยใช้การประมาณอัตราการมรณะในตัวแบบที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือตัว  
แบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) นำมาทำการพยากรณ์ร่วมกับ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ  
(Gross Domestic Product : GDP) อัตราการว่างงาน และสาเหตุของการตายที่สำคัญได้แก่ โรคเนื้องอก  
โรคมะเร็งและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตายโรกระบบไหลเวียนโลหิตโรกระบบทางเดิน  
หายใจ

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรทุกตัว ได้แก่ ดัชนีอัตราการมรณะ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตรา  
การว่างงาน และอัตราการมรณะของสาเหตุการตายที่สำคัญ เป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) ระดับ  
ผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน  
เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) กับดัชนีอัตราการมรณะ ได้แก่ อัตราการมรณะจากเนื้องอก อัตราการมรณะ  
จากโรคมะเร็งและปรสิต และ อัตราการมรณะจากโรคไหลเวียนโลหิต สำหรับเพศชาย และ อัตราการมรณะ  
จากเนื้องอก และอัตราการมรณะจากโรคมะเร็งและปรสิต สำหรับเพศหญิง และในส่วนของค่าพยากรณ์  
นั้นพบว่า ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลตามรายอายุ โดยในเพศชาย  
และหญิงจะมีค่าลดลงเล็กน้อยตามจำนวนปีที่เพิ่มขึ้น

ภาควิชา.....สถิติ.....ลายมือชื่อ.....

สาขาวิชา.....การประกันภัย.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2555.....

##5381861026 : MAJOR INSURANCE

KEYWORDS : MORTALITY INDEX / COINTEGRATION / LEE CARTER

PATARA SURIYAPATARAPUN : FORECASTING THAI MORTALITY RATES USING LEE-CARTER MODEL WITH ECONOMIC FACTORS AND CAUSE OF DEATH.

ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK,PH.D., 123pp.

This research aims to forecast the mortality rate of the Thai population in the next 20 years (2011-2030) by using the estimated model generally known as Lee-Carter model, with gross domestic product (GPD), unemployment rate, and the specific cause of death, including neoplasm, certain infectious and parasitic diseases, external cause of morbidity and mortality other accidents, diseases of the circulatory system, and diseases of the respiratory system.

Preliminary results show that all of variables ( $k_t$ , GDP, unemployment rate and specific cause of death ) are stationary data at first difference at significance level 0.01. For males, cointegration is found between mortality index and mortality rate from neoplasms, certain infectious and parasitic diseases , and diseases of the respiratory system. For female, cointegration is found between mortality index and mortality rate from neoplasms, and certain infectious and parasitic diseases. In the case of the forecasting, found that the forecasting mortality rates have increased by the exponential age. For both male and female, the forecasting mortality will be slightly reduced by increasing the number of years.

Department : ..... Statistics ..... Student's Signature .....

Field of Study : ..... Insurance ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : ..... 2012 .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความตั้งใจและความเพียรพยายามอย่างที่สุด รวมทั้งความเมตตา  
กรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.สุวณี สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้การดูแลเอาใจใส่  
และคำแนะนำปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลือไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่าง  
สูง ในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล รองศาสตราจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง  
และรองศาสตราจารย์ จลีพร โกลากุล ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้  
คำแนะนำเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ และขอกราบ  
ขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ที่เป็นประโยชน์ในทางวิชาการแก่  
ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานสถิติแห่งชาติ และ สำนักงานคณะกรรมการ  
พัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่กรุณาให้ข้อมูลเพื่อใช้ในการงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้อง รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ ภาควิชาสถิติ สาขาวิชาประกันภัย ทุก  
ท่าน ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอันดีมา โดยตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้อง ซึ่งคอยส่งเสริม สนับสนุน และ  
เป็นกำลังใจมาโดยตลอด จนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงในที่สุด

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 เงื่อนไขที่สำคัญของการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 วิธีการดำเนินงานโดยย่อ.....	4
1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	26
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
3.2 ขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย.....	26
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.....	28
บทที่ 4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	32
4.1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	32

	หน้า
4.2 การประมาณค่าดัชนีมีระยะ $a_x, b_x, k_t$ ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	33
บทที่ 5 การทดสอบคุณสมบัติลักษณะนิ่ง และการร่วมบูรณาการ.....	37
5.1 การทดสอบคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) โดยใช้ Unit root test.....	37
5.2 ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration).....	45
บทที่ 6 การพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย.....	51
6.1 การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวกับดัชนีอัตราดอกเบี้ย ( $k_t$ ).....	51
6.2 การพยากรณ์ดัชนีอัตราดอกเบี้ยด้วยวิธี ARIMA(p,d,q).....	53
6.3 การหาค่าพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยช่วงปีพ.ศ.2554 – 2557.....	56
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	60
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	60
7.2 อภิปรายผล.....	61
7.3 การนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้.....	62
7.4 ข้อเสนอแนะ.....	63
รายการอ้างอิง.....	65
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553.....	68
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553.....	75
ภาคผนวก ค ค่าอัตราดอกเบี้ยกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553.....	82
ภาคผนวก ง ค่าลอการิทึมอัตราดอกเบี้ยกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553.....	89
ภาคผนวก จ ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย	



## หน้า

โรคระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ ของเพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553.....	100
ภาคผนวก จ อัตราภาระจากโรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วย และตายโรคระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน ของเพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553.....	105
ภาคผนวก ช ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราภาระ $k_t$ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระยะยาว (Cointegration)กับดัชนีอัตราภาระ $k_t$ เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2554-2573....	110
ภาคผนวก ฉ ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราภาระกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2554-2573.....	113
ภาคผนวก ชู ค่าพยากรณ์อัตราภาระ เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2554-2573.....	118
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	123

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รหัสรายการ ICD-10.....	18
2.2 ตารางลำดับกลุ่มสาเหตุการตายตามอัตราณะต่อประชากร 100,000 คน 10 กลุ่มแรก.....	19
4.1 ค่าประมาณ $a_x$ เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter .....	33
4.2 ค่าประมาณ $b_x$ เพศชายของตัวแบบ Lee-Carter .....	34
4.3 ค่าประมาณ $k_t$ เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter.....	36
5.1 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลในระดับเดิม (At Level) เพศชาย.....	38
5.2 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (At first difference) เพศชาย.....	40
5.3 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลในระดับเดิม (At Level) เพศหญิง.....	42
5.4 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ ระดับความต่างอันดับที่ 1 (At first difference) เพศหญิง.....	44
5.5 ผลการทดสอบ Cointegration ของตัวแบบ : เพศชาย.....	46
5.6 ผลการทดสอบ Cointegration ของตัวแบบ : เพศหญิง.....	49
6.1 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราณะ $k_t$ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราณะ $k_t$ เพศชาย.....	54
6.2 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราณะ $k_t$ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราณะ $k_t$ เพศหญิง.....	55
6.3 การเปลี่ยนแปลงของอัตราณะ สำหรับเพศชายและหญิง.....	59

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ค่าลอกการพิมพ์อัตราภาระ เพศชาย ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553	28
3.2 ค่าลอกการพิมพ์อัตราภาระ เพศหญิง ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553	28
3.3 ค่าอัตราภาระ เพศชาย ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553	29
3.4 ค่าอัตราภาระ เพศหญิง ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553	29
3.5 ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ปีพ.ศ. 2506-2553	30
3.6 อัตราการว่างงาน ปีพ.ศ. 2506-2553	30
3.7 อัตราภาระจากสาเหตุการตายที่สำคัญ เพศชาย ปีพ.ศ. 2506-2553	31
3.8 อัตราภาระจากสาเหตุการตายที่สำคัญ เพศหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553	31
4.1 แสดงค่าประมาณ $a_x$ เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter	34
4.2 แสดงค่าประมาณ $b_x$ เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter	35
4.3 แสดงค่าประมาณ $k_t$ เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter	36
5.1 อัตราภาระจากเนื้องอก อัตราภาระจากโรคติดเชื้อและปรสิต และ อัตราภาระจากโรคระบบไหลเวียนโลหิต เพศชาย ปีพ.ศ. 2503-2553	47
5.2 อัตราภาระจากเนื้องอก และ อัตราภาระจากโรคติดเชื้อและปรสิต เพศหญิงปีพ.ศ. 2506-2553	50
6.1 ค่าพยากรณ์ลอกการพิมพ์อัตราภาระเพศชาย ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557	57
6.2 ค่าพยากรณ์ลอกการพิมพ์อัตราภาระเพศหญิง ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557	57
6.3 ค่าพยากรณ์อัตราภาระเพศชาย ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557	58
6.4 ค่าพยากรณ์อัตราภาระเพศหญิง ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557	58

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตายเป็นองค์ประกอบพื้นฐานประการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงประชากร การวิเคราะห์เกี่ยวกับภาวะการตายไม่ว่าจะเป็นรูปแบบแนวโน้ม สาเหตุการตาย หรือความสัมพันธ์ระหว่างการตายกับปัจจัยอื่นๆ ล้วนแต่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษากการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงประชากร ตลอดจนการกำหนดเป้าหมาย นโยบายและแผนงานด้านต่างๆ เช่น การให้บริการด้านการแพทย์ ด้านสาธารณสุข ด้านประชากรศาสตร์ และด้านธุรกิจประกันภัย

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการในหลายๆด้าน โดยเฉพาะด้านการแพทย์ทำให้แนวโน้มการเสียชีวิตของประชากรลดต่ำลง ในทางธุรกิจประกันชีวิตนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาแนวโน้มดังกล่าวให้เข้าใจ ดังนั้นการทราบตัวแปรที่สำคัญต่ออัตราการเสียชีวิตจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในธุรกิจประกันชีวิต นักคณิตศาสตร์ประกันชีวิตต้องใช้อัตราการเสียชีวิตในการสร้างตารางมรณะที่เหมาะสมและแม่นยำ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยและเงินสำรอง รวมทั้งใช้ในการพิจารณาการออกแบบกรรมวิธีประกันชีวิตแบบต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงทางการเงินของบริษัทประกันชีวิตต่อไป

โดยในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาการสร้างตัวแบบและการพยากรณ์อัตราการเสียชีวิตมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ซึ่งตัวแบบต่างๆได้มีการนำเสนอเพื่อที่จะช่วยนักประชากรศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ประกันภัยในการคำนวณความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อัตราการเสียชีวิต ในขณะที่มีงานวิเคราะห์ทางระบาดวิทยาหลายงานได้พบว่าในประเทศอุตสาหกรรมอัตราการมรณะมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงในเศรษฐศาสตร์มหภาคและสาเหตุของการเสียชีวิตที่สำคัญ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีอัตราการมรณะ ( $k_t$ ) โดยการใช้การประมาณตัวแบบที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) กับการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) อัตราการว่างงาน และสาเหตุของการเสียชีวิตที่สำคัญ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์อัตราภาระของประชากรไทยในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) ที่พิจารณาปัจจัยทางเศรษฐกิจและสาเหตุการตายร่วมด้วย
2. เพื่อพยากรณ์อัตราภาระของประชากรไทยตามตัวแบบที่หาได้ในข้อที่ 1. ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2574

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- ช่วงความเชื่อมั่นที่ใช้ในการทดสอบ Unit root และ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square) คือ 90 95 และ 99
- ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

	ชนิดของข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ช่วงปีพ.ศ.
1.	จำนวน ร้อยละและอัตราภาระตามกลุ่มอายุ ต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามเพศ	กระทรวงสาธารณสุข	2506-2553
2.	จำนวนและอัตราภาระต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศและสาเหตุการตายตามบัญชีตารางโรค พื้นฐานของบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ( International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem : ICD)	กระทรวงสาธารณสุข	2506-2553
3.	ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP)	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	2506-2553
4.	อัตราการว่างงาน จำแนกตามเพศ	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	2506-2553

- ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross domestic product: GDP) และ อัตราการว่างงาน
- สาเหตุการตายที่สำคัญ ได้แก่ โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคระบบทางเดินหายใจ

## 1.4 เงื่อนไขที่สำคัญของการวิจัย

- ข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumption)

ข้อมูลอายุของประชากรที่ใช้คำนวณในงานวิจัยกำหนดให้เป็นกลุ่มอายุ 5 ปี โดยเริ่มจาก 0-4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69,  $\geq 70$  ปี

- ข้อจำกัดการวิจัย (Limitation)

จำนวนประชากรของปีพ.ศ. 2506 – 2534 รวบรวมจาก หนังสือคาดประมาณประชากรของประเทศไทย 2503 – 2533 และ 2533 – 2563 ของกองวางแผนทรัพยากรมนุษย์ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และ ปีพ.ศ. 2513 2523 2533 เป็นข้อมูลจากสำมะโนประชากร

- คำจำกัดความของงานวิจัย (Term and definition)

อัตราการณะ (Mortality rate) หมายถึง ความน่าจะเป็นของการตายหรือความน่าจะเป็นที่คนเมื่อครบอายุหนึ่งจะเสียชีวิตไปก่อนที่จะครบอายุถัดไป

อัตราการณะกลางปี (Central death rate) หมายถึง อัตราที่คำนวณ โดยการใช้จำนวนตายที่เกิดขึ้นในปีหนึ่งหารด้วยประชากรกลางปี

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ หรือ ผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้น (Gross domestic product : GDP) หมายถึง มูลค่าตลาดของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ถูกผลิตในประเทศในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยไม่คำนึงว่าผลผลิตนั้นจะผลิตขึ้นมาด้วยทรัพยากรของชาติใด

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ทราบแนวโน้มอัตราการณะของประชากรไทยในอนาคต
- 2.สามารถนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาธุรกิจประกันชีวิต
- 3.สามารถช่วยในการระบุตัวแปรที่สำคัญที่ทำให้เกิดความผันผวนของอัตราการณะ ซึ่งเมื่อทราบตัวแปรที่สำคัญเหล่านี้และแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง จะทำให้สามารถพัฒนาตัวแบบที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 1.6 วิธีการดำเนินงาน โดยย่อ

- 1.ศึกษาและค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัย รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 2.ศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์อัตราระยะของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter) และ การวิเคราะห์การร่วมบูรณาการ(Cointegration)
- 3.เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 4.ประมาณค่าดัชนีอัตราระยะ  $a_x, b_x, k_t$  ในแบบจำลอง Lee-Carter
- 5.ตรวจสอบสาเหตุการตายที่สำคัญ ว่ามีคุณสมบัติความนิ่งหรือไม่
- 6.ตรวจสอบตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) และ อัตราการว่างงานว่ามีคุณสมบัติความนิ่งหรือไม่
- 7.หาความสัมพันธ์ของดัชนีอัตราระยะ  $k_t$  กับตัวแปร GDP อัตราการว่างงาน และอัตราระยะของสาเหตุการตายที่เลือก
- 8.ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงคลยภาพในระยะยาวด้วยวิธีการร่วมบูรณาการ (Cointegration) ของตัวแปร GDP อัตราการว่างงาน และอัตราระยะของสาเหตุการตายที่สำคัญ
- 9.หาค่าพยากรณ์ของอัตราระยะ โดยรวม ตัวแปร GDP อัตราการว่างงาน และสาเหตุการตายที่สำคัญ
10. วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลของการวิจัย
- 11.เขียนรายงานและสรุปผลการวิจัย

## 1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ในเล่มนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 บท โดยบทที่ 1 จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและข้อจำกัดต่างๆ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีและวิธีการต่างๆที่จำเป็นในการพยากรณ์อัตราระยะ รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีดำเนินการวิจัย ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและปรับข้อมูลให้เหมาะสม ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ บทที่ 5 กล่าวถึงการทดสอบคุณสมบัติลักษณะนิ่ง และการร่วมบูรณาการของตัวแปรต่างๆเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ในส่วนต่อไป บทที่ 6 กล่าวถึงการพยากรณ์อัตราระยะ โดยนำตัวแปรที่ได้ทดสอบจากบทที่ 5 มาทำการพยากรณ์หาอัตราระยะ และในบทที่ 7 จะเป็นส่วนของการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะของงานวิจัยในครั้งนี้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้ในการทำการพยากรณ์อัตราณณะด้วยวิธีลีส-คาร์เตอร์ได้แก่ วิธีการแยกด้วยค่าเจาะจง (The Singular Value Decomposition : SVD) ซึ่งจะเป็นกระบวนการหนึ่งในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลีส-คาร์เตอร์ การทดสอบ Unit root ซึ่งจะเป็นการทดสอบตัวแปรที่จะนำมาคำนวณว่ามีคุณสมบัติลักษณะหนึ่งหรือไม่ และใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square) ในการหาตัวแบบและทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพระยะยาว (Cointegration) และในส่วนของกรพยากรณ์ได้ใช้แบบจำลอง Autoregressive integrated moving average model (ARIMA) ในการพยากรณ์

##### 2.1.1 ตัวแบบลีส-คาร์เตอร์ (Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence R. , 1992)

กำหนดให้  $m_{x,t}$  แทนอัตราณณะกลางปีรายอายุ  $x$  ในปีที  $t$  โดยเขียนอยู่รูปของลอการิทึมของอัตราณณะกลางปี ดังนี้

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

หรือ  $m_{x,t} = e^{a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}}$

เมื่อ  $t = 1, 2, \dots, T$  และ  $x = 1, 2, \dots, n$

โดย  $m_{x,t}$  แทน ค่าสังเกตของอัตราณณะกลางปีรายอายุ  $x$  ในปีที  $t$

$k_t$  แทน ดัชนีเวลาของระดับอัตราณณะกลางปี ซึ่งมีค่าลดลงมากหรือน้อย ซึ่งขึ้นกับ

ค่า  $b_x$

$a_x$  แทน ค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราณณะกลางปีของอายุ  $x$

$b_x$  แทน อัตราเลื่อมของดัชนีเวลาในอายุ  $x$

$\varepsilon_{x,t}$  แทน ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

สามารถหา  $m_{x,t}$  ได้จาก  $\hat{m}_{x,t} = \frac{D_{x,t}}{L_{x,t}}$

เมื่อ  $D_{x,t}$  คือ จำนวนการเสียชีวิตกลางปีของประชากรที่อายุ  $x$  ในปีที  $t$

$L_{x,t}$  คือ จำนวนประชากรกลางปีที่อายุ  $x$  ในปีที  $t$



โดยมีเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า  $\sum_t k_t = 0$  และ  $\sum_x b_x = 1$

บางครั้งอาจจะเขียน  $k_t$  ด้วย  $k(t)$  หรือ  $k$  และ  $a_x$  แสดงลักษณะของอัตราณณะกลางปีในแนวนอน (general shape across age of mortality schedule) และคุณสมบัติของ  $b_x$  จะบอกถึงความเร็วในการลดลงของอัตราณณะกลางปีในอายุต่างๆซึ่งมีผลต่อค่า  $k$  ( $d \ln \hat{m}_{x,t} = b_x \frac{dk}{dt}$ )

ในทางทฤษฎี  $b_x$  สามารถมีค่าเป็นลบได้ และจะส่งผลให้อัตราณณะกลางปีที่อายุ  $x$  มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อ  $b_x$  มีค่าลดลง แต่ในทางปฏิบัติเหตุการณ์ในลักษณะนี้จะไม่เกิดขึ้นในระยะยาว เนื่องจากเมื่อ  $k$  เป็นเชิงเส้นตามเวลาการตายของแต่ละอายุจะเปลี่ยนแปลง ณ อัตราเอ็กซ์โพเนนเชียลลงที่ในตัวเอง ดังนั้นเมื่อ  $k$  ลู่เข้าสู่  $-\infty$  แล้ว อัตราณณะรายกลุ่มอายุ จะลู่เข้าสู่ศูนย์ ส่งผลให้อัตราณณะที่เป็นลบไม่สามารถเกิดขึ้นได้

ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์นั้น ใช้การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอัตราณณะจาก 2 ปัจจัยพร้อมกัน คือปัจจัยด้านอายุซึ่งเป็นแนวตั้ง และอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งเป็นแนวนอน ดังนั้นเมื่อกำหนดให้การแจกแจงของความคลาดเคลื่อน  $\epsilon_{x,t}$  มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น  $\sigma_\epsilon^2$  ก็จะทำให้อิทธิพลจากอายุเป็นอิสระกับเวลา

#### 2.1.1.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

ในการประมาณตัวแบบจะกำหนดให้  $m_{x,t}$  เป็นเมตริกซ์ของอัตราณณะ จากการศึกษาผลเฉลยกำลังสองต่ำสุด (the least square solution) ของสมการตัวแบบลี-คาร์เตอร์

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \epsilon_{x,t}$$

สมมติให้เวกเตอร์  $a, b, k$  เป็นผลเฉลยหนึ่งของสมการ ดังนั้นสำหรับค่าคงที่  $c$  ใดๆ

$a-bc, b$  และ  $k+bc$  จะเป็นผลเฉลยของสมการด้วยเช่นกัน ในทำนองเดียวกัน  $a, bc$  และ  $\frac{k}{c}$  ก็จะเป็นผลเฉลยด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นค่า  $k$  สามารถหาได้จากการแปลงเชิงเส้น (linear transformation) เท่านั้น ส่วน  $b$  นั้นหาได้จากการคูณด้วยค่าคงที่ และ  $a$  หาได้จากการบวกด้วยค่าคงที่ ซึ่งตัวแบบนี้ไม่สามารถหาได้จากการวิเคราะห์หาค่าคงที่เชิงเส้นทั่วไป (regression analysis) ดังนั้นในการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงได้กำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติม 2 เงื่อนไข คือ  $\sum_t k_t = 0$  และ  $\sum_x b_x = 1$  ซึ่งจากเงื่อนไขดังกล่าวนี้เองจะทำให้ค่าพารามิเตอร์  $a_x$  คือค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราณณะกลางปีของกลุ่มอายุ  $x$  สำหรับทุกปี ซึ่งคือ

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

และสามารถเขียนตัวแบบใหม่ในรูปของค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการตายปี (the mean log-mortality rate) ได้ดังนี้

$$z_{x,t} = \ln(m_{x,t}) - \hat{a}_x$$

โดยที่ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ  $\varepsilon_{x,t}$  มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น  $\sigma^2$  ดังนั้นสามารถเขียนสมการในรูปของ (Multiplicative fixed effects model) และสามารถเขียนตัวแบบใหม่ในรูปร่างการแจกแจง  $Z_{x,t}$  ได้ดังนี้

$$z_{x,t} = N(\bar{m}_{x,t}, \sigma^2)$$

$$E(z_{x,t}) \equiv \bar{\mu}_x(t) = \beta_x k_t$$

หลังจากนั้นสามารถประยุกต์การแยกเมตริกซ์ด้วยค่าเจาะจง (Singular Value Decomposition:SVD) เข้ากับเมตริกซ์  $z$  สร้างเมตริกซ์

$$UWV^T = \text{SVD}(z_{xt})$$

ตัวประมาณ  $\hat{\beta}_x$  คือคอลัมน์แรกของเมตริกซ์  $U$  และตัวประมาณสำหรับ  $\hat{k}_t$  คือ  $w_1 V_{t1}$  เราสามารถทำ SVD โดยคำนวณเหมือนกับเมตริกซ์เวกเตอร์เฉพาะแบบบรรทัดฐาน (the normalized eigenvector of matrix)  $C = ZZ^T$  ซึ่งสัมพันธ์กับค่าเจาะจง (eigen value) ที่ใหญ่ที่สุดแทนได้

ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จะมี  $X+T$  ตัว โดยที่ ( $\hat{\beta}_x$  มี  $x$  ตัว และ  $\hat{k}_t$  มี  $T$  ตัว)

และ ในการประมาณสมาชิกจำนวน  $X * T$  ตัวของเมตริกซ์  $Z_{x,t}$  ทำได้โดยการคูณพารามิเตอร์ของ  $b$  ด้วย  $k$  เช่น  $z_{0,1} = b_0 k_1$  แสดงดังเมตริกซ์ต่อไปนี้

$$Z = \begin{pmatrix} z_{1,1} & z_{1,2} & z_{1,3} & \dots & z_{1,T-2} & z_{1,T-1} & z_{1,T} \\ z_{2,1} & z_{2,2} & z_{2,3} & \dots & z_{2,T-2} & z_{2,T-1} & z_{2,T} \\ z_{3,1} & z_{3,2} & z_{3,3} & \dots & z_{3,T-2} & z_{3,T-1} & z_{3,T} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{x,1} & z_{x,2} & z_{x,3} & \dots & z_{x,T-2} & z_{x,T-1} & z_{x,T} \end{pmatrix} \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_x \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} k_1 & k_2 & k_3 & \dots & k_{T-2} & k_{T-1} & k_T \end{matrix}$$

จากข้อสมมติความเป็นอิสระของแถว (age groups) และ คอลัมน์ (time periods) ทำให้ไม่เกิดสหสัมพันธ์ระหว่างอายุและเวลา ดังนั้น  $b_x$  จึงถูกกำหนดคงที่ทุกปีสำหรับอายุ  $x$  และ  $k_t$  จะถูกกำหนดให้คงที่ทุกกลุ่มอายุสำหรับปีที่  $t$

การประมาณอัตราการณะกลางปีที่ได้จากวิธีนี้ ไม่ได้นำไปสู่จำนวนการตายที่แท้จริงเพราะ  $k_t$  ที่ได้มานั้นทำให้ลอการิทึมของอัตราการณะกลางปีมีความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด แต่ไม่ได้ทำให้จำนวนการตายที่แท้จริงมีความคลาดเคลื่อนกำลังสองด้วย ดังนั้นลี-คาร์เตอร์จึงได้ทำการหาตัวประมาณ  $k_t$  ซ้ำอีกครั้งโดยอาศัยพารามิเตอร์  $a_x$  และ  $b_x$  ที่หาได้จากครั้งแรกโดยในการหา  $k_t$  ครั้งที่ 2 จะหาได้จาก

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

โดย  $D(t)$  แทนจำนวนการตายรวมในปีที่  $t$

$N(x, t)$  แทนจำนวนประชากรอายุ  $x$  ในปีที่  $t$

#### 2.1.1.2 การหาตัวแบบพยากรณ์ดัชนีเวลา

เพื่อทำการพยากรณ์อัตราการณะกลางปี ลี-คาร์เตอร์ได้สมมติให้  $b_x$  เป็นค่าคงที่ตลอดทุกปี และใช้การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาตัวแปรเดียวเข้ามาช่วย

ในกรณีศึกษาส่วนใหญ่ใช้ตัวแบบของลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) โดยที่  $k_t$  ถูกพบว่าเป็นตัวแบบแวนเดินสุ่มแบบครีฟ (random walk with drift ( $\theta$ )) ซึ่งจะช่วยให้การพยากรณ์เมตริกซ์ของ  $\ln m_{x,t}$  เป็นแวนเดินสุ่ม (random walk) แบบ 1 มิติ ซึ่งมีตัวแบบคือ

$$k_t = k_{t-1} + \theta + \varepsilon_{k,t}$$

โดยที่  $\varepsilon_{x,t}$  แทน ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

#### 2.1.2 การแยกเมตริกซ์ด้วยค่าเจาะจง (The Singular Value Decomposition : SVD)

เมตริกซ์ขนาด  $Z$  ขนาด  $m \times n$  ใดๆ สามารถเขียนในรูปผลคูณของ 3 เมตริกซ์ นั่นคือเมตริกซ์ตั้งฉากแนวตั้ง (column – orthogonal matrix)  $U$  ขนาด  $m \times m$  คูณกับเมตริกซ์ทแยง (diagonal matrix)  $W$  ขนาด  $m \times n$  ที่มีสมาชิกเป็นจำนวนบวกหรือศูนย์เท่านั้น และคูณกับทรานสโพสของเมตริกซ์ตั้งฉากแนวอน (transposed orthogonal matrix)  $V^T$  ขนาด  $n \times n$

$$Z = UWV^T$$

$$\begin{pmatrix} z \\ \vdots \\ z \end{pmatrix}_{m \times n} = \begin{pmatrix} u \\ \vdots \\ u \end{pmatrix}_{m \times m} \begin{pmatrix} w_1 & & 0 & \dots & 0 \\ & \ddots & & & \\ & & w_m & & \\ & & & 0 & \dots & 0 \\ & & & & & \vdots \\ & & & & & 0 \end{pmatrix}_{m \times n} \begin{pmatrix} v^T \\ \vdots \\ v^T \end{pmatrix}_{n \times n}$$

เมตริกซ์  $U$  และ  $V$  มีคุณสมบัติตั้งฉาก ทำให้แต่ละคอลัมน์ต่างตั้งฉากกัน คือ

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

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

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

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

เมื่อ  $V$  เป็นเมตริกซ์จัตุรัสและ  $VV^T=1$

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

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

ทำให้ค่าเฉพาะ (eigenvalue) ของ  $Z^T Z$  เป็นค่าไม่ติดลบ และกำหนดให้ค่าเฉพาะ เหล่านั้น แทนด้วย  $w_1^2, w_2^2, \dots, w_r^2$  มีค่าเป็นบวก และ  $w_{r+1}^2, w_{r+2}^2, \dots, w_n^2$  มีค่าเป็นศูนย์ ให้  $\{v_1^2, v_2^2, \dots, v_n^2\}$  เป็นเซตของเวกเตอร์เฉพาะที่ตั้งฉากปกติ (orthonormal-eigenvectors) สำหรับ  $Z^T Z$

$$\text{ดังนั้นจะได้ว่า } Z^T Z v_i = w_i^2 v_i$$

$$\text{แล้ว } \|Z v_i\|_2^2 = v_i^T Z^T Z v_i = v_i^T w_i^2 v_i = w_i^2$$

แสดงให้เห็นว่า  $Z v_i = 0$  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 คำนึง  $\{u_1, u_2, \dots, u_r\}$  จะเป็น orthonormal base ใน  $C^m$  กำหนดให้  $U$  เป็นเมตริกซ์ขนาด  $m \times r$  ซึ่งคอลัมน์ของ  $U$  คือ  $u_1, u_2, \dots, u_r$  และให้เมตริกซ์  $W$  มีขนาด  $r \times r$  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  $w_1, w_2, \dots, w_r$  เหล่านี้ว่าค่าเอกฐาน (singular value) ของเมตริกซ์  $Z$  ซึ่งมีค่าไม่เป็นลบ เนื่องจากเป็นรากที่สองของค่าเฉพาะจาก  $Z^T Z$

### 2.1.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square)

เป็นการคำนวณ โดยมีแนวคิดที่จะทำให้ผลรวมของกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าแนวโน้มกับค่าของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมามีค่าน้อยที่สุด ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้น ดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + e_t ; t = 1, 2, \dots, T$$

โดย	$Y_t$	คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
	$T$	คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
	$\beta_0$	คือ ส่วนตัดแกน $Y_t$ หรือ คือค่าของ $Y_t$ เมื่อ $t$ มีค่าเป็นศูนย์
	$\beta_1$	คือ ความชัน (Slope) ของเส้นตรง ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ $Y_t$ เมื่อ $t$ เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย
	$e_t$	คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random Error)

โดยมีตัวแบบพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = a + bt$$

โดย  $\hat{Y}_t$  คือค่าพยากรณ์ที่ตำแหน่งเวลา  $t$

$$\hat{\beta}_1 = b = \frac{n \sum TY - \sum T \sum Y}{n \sum T^2 - (\sum T)^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = a = \bar{Y} - b\bar{T}$$

#### 2.1.4 การทดสอบ Unit root (David A. Dickey and Wayne A. Fuller ,1979)

ในการทดสอบแนวโน้มของตัวบ่งชี้ต่างๆจำเป็นต้องทำการตรวจสอบและสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ที่ไม่ถูกต้องระหว่างอัตราระยะและตัวบ่งชี้ นั่นจึงต้องจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบว่าเป็นอนุกรมเวลาประเภทใด

โดยการทดสอบ Unit root เป็นการทดสอบว่าข้อมูลนั้นมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของตัวแปรมีค่าคงที่หรือไม่ ซึ่งก็คือการทดสอบว่าข้อมูลมีความนิ่ง (stationary)หรือไม่ เรียกการทดสอบนี้ว่า การทดสอบ Unit root

เมื่อกำหนด  $Y_t$  เป็น stochastic time series ข้อมูลที่มีการผันแปรแบบ stationary จะมีคุณสมบัติ 3 ประการดังนี้

1. Mean :  $E(Y_t) = E(Y_{t-k}) = \mu$
2. Variance :  $\text{Var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = E(Y_{t-k} - \mu)^2 = \sigma^2$
3. Covariance :  $E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$

และข้อมูลแบบไม่นิ่ง (nonstationary) จะมีคุณสมบัติ 2 ประการดังนี้

1. Mean :  $E(Y_t) = E(Y_{t-k}) = t\mu$
2. Variance :  $\text{Var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = E(Y_{t-k} - \mu)^2 = t\sigma^2$

จากคุณสมบัติทั้ง 2 ข้อ อาจจะสามารถกล่าวได้ว่า อนุกรมเวลาของตัวแปรนั้นมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบ random walk คือค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

การทดสอบ unit root ที่ใช้การทดสอบด้วยวิธีของ Dickey-Fuller โดยวิธี Dickey-Fuller Test (DF) ซึ่งกำหนดโดยสมการ

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t$$

เมื่อ  $X_t$  คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

$\rho$  คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปร  $X_{t-1}$

$\varepsilon_t$  คือ ลำดับของความคาดเคลื่อน โดยที่  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ  $H_0 : \rho = 1$  และ  $H_0 : \rho < 1$  โดย ถ้าหากยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งและในทางตรงกันข้าม ถ้าหากปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่ง

แต่ถ้าหากการทดสอบครั้งแรกพบว่าตัวแปร  $X_t$  มีลักษณะไม่นิ่งสามารถจะทำการทดสอบต่อมาในรูปแบบผลต่าง  $\Delta X_t$  ซึ่งมีลักษณะคล้ายสมการข้างต้นได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{กรณีทั่วไป} & \quad \Delta x_t = \theta x_{t-1} + \varepsilon_t \\ \text{กรณีที่มีค่าคงที่} & \quad \Delta x_t = \alpha + \theta x_{t-1} + \varepsilon_t \\ \text{กรณีที่มีค่าคงที่และแนวโน้ม} & \quad \Delta x_t = \alpha + \beta t + \theta x_{t-1} + \varepsilon_t \\ & \quad \text{โดยที่ } \rho = 1 + \theta \end{aligned}$$

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ  $H_0 : \theta = 0$  และ  $H_0 : \theta < 0$  โดยถ้าหากยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งและในทางตรงกันข้าม ถ้าหากปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่ง

นอกจากนี้ยังมีวิธี และ Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) ซึ่งสามารถหาค่า Unit root ได้ดีกว่าโดยเฉพาะในกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อน  $\varepsilon_t$  มีลักษณะเป็น autocorrelation หรือ มีสหสัมพันธ์ในตัวในลำดับสูงขึ้น ทำให้ต้องมีการปรับสมการใหม่โดยเพิ่ม จำนวนตัวแปรล่าช้า (lag) ของ  $X_t$  ในลำดับที่สูงขึ้น เพื่อขจัดปัญหานี้ โดยสมการที่ปรับใหม่คือ

$$\Delta x_t = \alpha + \beta t + \theta x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t$$

โดยที่  $\rho = 1 + \theta$

โดยที่  $p$  คือจำนวนความล่าช้า (lag) ที่เหมาะสม ณ ระดับที่ทำให้ค่า Akaike Information Criteria (AIC) น้อยที่สุด โดยมีวิธีการดังนี้

$$AIC = -\frac{2l}{n} + \frac{2k}{n}$$

$$l = -\frac{n}{2} \left( 1 + \ln 2\pi + \ln \left( \frac{RSS}{n} \right) \right)$$

โดยที่  $l$  = ค่าฟังก์ชันลอกลิคลิฮูด (loglikelihood function)

$K$  = จำนวนพารามิเตอร์ที่ถูกประมาณค่า

$RSS$  = ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ (Residual Sum of Squares)



สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ  $H_0 : \theta = 0$  และ  $H_0 : \theta < 0$  โดยถ้าหากยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งและในทางตรงกันข้าม ถ้าหากปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่ง

ผลที่ได้จากการทดสอบ unit root จะพบว่าอนุกรมเวลาของตัวแปร  $x$  จะ stationary at level หรือ integrated อันดับ 0 ( $x_t \sim I(0)$ ) ก็ต่อเมื่อปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  แต่ถ้ายอมรับสมมติฐาน  $H_0$  ก็อาจจะมี integrated ในอันดับที่สูงกว่า ซึ่งจะสามารถทดสอบ stationary อันดับที่ 1 โดยใช้แบบจำลองคือ

$$\Delta^2 x_t = \alpha + \beta t + \theta x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta^2 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

### 2.1.5 การร่วมบูรณาการ (Engle and Granger, 1987)

การร่วมบูรณาการ (cointegration) เป็นการทดสอบหาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (long-run equilibrium relationship) โดยทุกตัวแปรต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ

1. ตัวแปรอนุกรมเวลาที่ต้องการทดสอบต้องมีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) หรือถ้าตัวแปรที่ต้องการทดสอบไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว แต่ถ้าหากความต่าง (Difference) ของตัวแปร ณ ลำดับใดๆ (d) มีคุณสมบัติลักษณะนิ่งแล้วกล่าวได้ว่าตัวแปรอนุกรมเวลาดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว

2. ถ้าตัวแปรที่ต้องการทดสอบไม่มีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง แต่ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อน (Error term) ที่ประมาณได้มีคุณสมบัติลักษณะนิ่งก็จะสามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว

โดยความสัมพันธ์ในระยะยาวสามารถประมาณเป็นตัวแทนได้ดังนี้

$$k_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{ind}_{t1} + \beta_2 \text{ind}_{t2} + \dots + \beta_7 \text{ind}_{t7} + \varepsilon_t$$

โดย  $k_t$  คือ ดัชนีอัตราการระงับของลิ-คาร์เตอร์ในปีที่  $t$

$\text{ind}_{ti}$  คือ ตัวแปรที่  $i$  ในปีที่  $t$  ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของดัชนีอัตราการระงับ

โดยที่  $\text{ind}_{t1}$  คือ ค่า GDP ในปีที่  $t$

$\text{ind}_{t2}$  คือ อัตราการว่างงานในปีที่  $t$

$\text{ind}_{t3}$  คือ อัตราการระงับจากโรคเนื้องอกในปีที่  $t$

$\text{ind}_{t4}$  คือ อัตราการระงับจากโรคติดเชื้อและปรสิตในปีที่  $t$

$ind_{t5}$  คือ อัตราภาระจากสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายในปีที่  $t$

$ind_{t6}$  คือ อัตราภาระจากโรกระบบไหลเวียนโลหิตในปีที่  $t$

$ind_{t7}$  คือ อัตราภาระจากโรกระบบทางเดินหายใจในปีที่  $t$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในปีที่  $t$

สำหรับพารามิเตอร์  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  สามารถประมาณค่าได้โดยวิธี กำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares : OLS) และการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนจะสามารถเขียนตัวแบบได้ดังนี้

$$\hat{\varepsilon}_t = k_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 \cdot ind_{t1} - \hat{\beta}_2 ind_{t2} - \dots - \hat{\beta}_7 ind_{t7}$$

### 2.1.6 แบบจำลอง Autoregressive integrated moving average model (ARIMA)

แบบจำลอง ARIMA เป็นแบบจำลองที่ได้รับความนิยม และเป็นวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ในระยะสั้นที่ดี เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ( Mean Square Error : MSE ) ของการพยากรณ์ที่ได้ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์แนวโน้ม หรือ วิธีการถดถอยเชิงพหุ อีกทั้งในการจัดทำสมการและการพยากรณ์ยังมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและซับซ้อนน้อยกว่าแบบมหภาคที่อยู่ในลักษณะของระบบสมการหลายชั้น

แบบจำลอง ARIMA(p,d,q) จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ แบบจำลอง Autoregressive (AR(p)) กระบวนการ Integrated (I(d)) และแบบจำลอง Moving Average (MA(q))

#### 2.1.6.1 แบบจำลอง Auto Regressive (AR(p))

แบบจำลอง Auto Regressive เป็นรูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต  $X_t$  ถูกกำหนดจากค่าของ  $X_{t-1}, \dots, X_{t-p}$  หรือ ค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า  $p$

โดยกระบวนการ หรือระบบ AR(p) คือ Auto Regressive ที่มีอันดับ  $p$  ซึ่งเขียนอยู่ในรูปสมการดังนี้

$$AR(p) \text{ คือ } x_t = \mu + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t$$

โดยที่

$\mu$  คือ ค่าคงที่

$\phi_j$  คือ พารามิเตอร์ตัวที่  $j$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

### 2.1.6.2 แบบจำลอง Moving Average (MA(q))

แบบจำลอง Moving Average เป็นรูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต  $X_t$  ถูกกำหนดจากค่าความคลาดเคลื่อน  $\varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$  หรือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ก่อนหน้า  $q$

โดยกระบวนการ หรือระบบ MA(q) คือ Moving Average ที่มีอันดับ  $q$  ซึ่งเขียนในรูปสมการดังนี้

$$MA(q) \text{ คือ } x_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q\varepsilon_{1-q}$$

โดยที่

$\mu$  คือ ค่าคงที่

$\theta_j$  คือ พารามิเตอร์ตัวที่  $j$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

### 2.1.6.3 แบบจำลอง Auto Regressive Moving Average (ARMA(p,q))

แบบจำลอง Auto Regressive Moving Average (ARMA) เป็นแบบจำลองที่นำเอากระบวนการ Auto Regressive และ Moving Average มาใช้ร่วมกัน

โดยกระบวนการหรือระบบ ARMA(p,q) คือ Auto Regressive ที่มีอันดับ  $p$  และ Moving Average ที่มีอันดับ  $q$  ซึ่งเขียนในรูปสมการดังนี้

$$x_t = \delta + \phi_1x_{t-1} + \phi_2x_{t-2} + \dots + \phi_px_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q\varepsilon_{1-q}$$

โดยที่

$x_t$  คือ ค่าสังเกตในอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$P$  คือ อันดับของ Auto Regressive

$q$  คือ อันดับของ Moving Average

$\delta$  คือ ค่าคงที่

$\phi_j$  คือ พารามิเตอร์ตัวที่  $j$  ของ Auto Regressive

$\theta_j$  คือ พารามิเตอร์ตัวที่  $j$  ของ Moving Average

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

#### 2.1.6.4 กระบวนการ Integrated (I(d))

กระบวนการ Integrated (I(d)) เป็นการหาผลต่างของอนุกรมเวลาระหว่างข้อมูล ณ ปัจจุบัน กับข้อมูลย้อนหลังไป d คาบเวลา โดยสาเหตุที่ต้องทำการหาผลต่างของอนุกรมเวลาเนื่องจากแบบจำลอง ARIMA ต้องใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) เท่านั้น โดยในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) จะต้องทำการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งก่อน โดยการหาผลต่างของข้อมูลอนุกรมเวลาก่อนที่จะนำไปสร้างแบบจำลอง ARIMA ซึ่งสามารถหาผลต่างอันดับที่ d สามารถเขียนในรูปของ I(d) ได้ดังนี้

$$I(d) \text{ คือ } \Delta_d x_t = \Delta_{d-1}(x_t - x_{t-1})$$

โดยที่

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

$\Delta_d$  คือ ผลต่างอันดับที่ d

#### 2.1.6.5 แบบจำลอง Autoregressive integrated moving average model (ARIMA)

เมื่อนำแบบจำลอง Auto Regressive แบบจำลอง Moving Average และกระบวนการ Integrated มาพิจารณาพร้อมกันสามารถนำมากำหนดเป็นรูปแบบทั่วไปของแบบจำลอง ARIMA(p,d,q) ที่ใช้ในการประมาณการคือ

$$\Delta_d x_t = \delta + \phi_1 \Delta_d x_{t-1} + \phi_2 \Delta_d x_{t-2} + \dots + \phi_p \Delta_d x_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

โดยที่

$X_t$  คือ ค่าสังเกตในอนุกรมเวลา ณ เวลา t

d คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่าง

P คือ อันดับของ Auto Regressive

q คือ อันดับของ Moving Average

$\delta$  คือ ค่าคงที่

$\Delta_d$  คือ ผลต่างอันดับที่ d

$\phi_j$  คือ พารามิเตอร์ตัวที่ j ของ Auto Regressive

$\theta_j$  คือ พารามิเตอร์ตัวที่ j ของ Moving Average

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

## 2.1.7 International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem (ICD)

ICD คือ บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ปัจจุบันใช้ฉบับปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 10 เป็นระบบการให้รหัสแทนการเรียกชื่อโรค จัดหมวดหมู่โรคในกลุ่มเดียวกันอยู่ในรหัสใกล้เคียงกัน ระบบนี้เป็นระบบสากล โดยองค์การอนามัยโลกใช้เป็นแกนหลักในการให้รหัสการวินิจฉัยโรค ตารางที่ 2.1 รหัสรายการ ICD-10

บทที่	รหัส	หัวข้อ
1	<a href="#">A00-B99</a>	โรคติดเชื้อและโรคปรสิตบางโรค
2	<a href="#">C00-D48</a>	เนื้องอก
3	<a href="#">D50-D89</a>	โรคของเลือดและอวัยวะสร้างเลือดและความผิดปกติบางอย่างของกลไกภูมิคุ้มกัน
4	<a href="#">E00-E90</a>	โรคของต่อมไร้ท่อ โภชนาการ และเมตาบอลิซึม
5	<a href="#">F00-F99</a>	ความผิดปกติทางจิตและพฤติกรรม
6	<a href="#">G00-G99</a>	โรคของระบบประสาท
7	<a href="#">H00-H59</a>	โรคของตาและอวัยวะเชิงลูกตา
8	<a href="#">H60-H95</a>	โรคของหูและปุ่มกระดูกกหู
9	<a href="#">I00-I99</a>	โรคของระบบไหลเวียนโลหิต
10	<a href="#">J00-J99</a>	โรคของระบบหายใจ
11	<a href="#">K00-K93</a>	โรคของระบบย่อยอาหาร
12	<a href="#">L00-L99</a>	โรคของผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง
13	<a href="#">M00-M99</a>	โรคของระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
14	<a href="#">N00-N99</a>	โรคของระบบสืบพันธุ์และระบบปัสสาวะ
15	<a href="#">O00-O99</a>	การตั้งครรภ์ การคลอด และระยะหลังคลอด
16	<a href="#">P00-P96</a>	ภาวะบางอย่างที่เริ่มต้นในระยะปริกำเนิด
17	<a href="#">Q00-Q99</a>	รูปผิดปกติแต่กำเนิด รูปพิการ และความผิดปกติของโครโมโซม
18	<a href="#">R00-R99</a>	อาการ อาการแสดง และความผิดปกติที่พบจากการตรวจทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการ มิได้จำแนกไว้ที่ใด
19	<a href="#">S00-T98</a>	การบาดเจ็บ การเป็นพิษ และผลสืบเนื่องบางอย่างจากสาเหตุภายนอก
20	<a href="#">V01-Y98</a>	สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย
21	<a href="#">Z00-Z99</a>	ปัจจัยที่มีผลต่อสถานะสุขภาพและการรับบริการสุขภาพ
22	<a href="#">U00-U99</a>	รหัสเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

2.1.8 สาเหตุการตายตามอัตราณะต่อประชากร 100,000 คน 10 กลุ่มแรก

กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดอันดับสาเหตุการตาย 10 กลุ่มแรกตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานจากบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ของปีพ.ศ. 2538 2543 2548 และ 2553 ไว้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางลำดับกลุ่มสาเหตุการตายตามอัตราณะต่อประชากร 100,000 คน 10 กลุ่มแรก

กลุ่มสาเหตุ	ลำดับ	2553		ลำดับ	2548		ลำดับ	2543		ลำดับ	2538	
		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา
เนื้องอก (C00-D48) Neoplasms	1	58076	91.2	1	50622	81.4	2	39480	63.9	3	30195	50.9
โรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) Certain infectious and parasitic Disease	2	41369	64.9	3	40989	65.9	4	31957	51.7	5	17567	29.6
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย (V01-Y89) External cause of morbidity and mortality Other accidents,including late effect	3	39926	62.7	2	43160	69.4	1	41032	66.4	2	44295	74.7
โรกระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) Diseases of the circulatory system	4	39459	61.9	4	36771	59.1	3	32331	52.3	1	56318	95
โรคของระบบทางเดินหายใจ(J00-J98) Diseases of the respiratory system	5	29654	46.6	5	24966	40.1	5	21101	34.2	4	22630	38.2
โรคของระบบสืบพันธุ์และทางเดินปัสสาวะ (N00-N99) Diseases of the genitourinary system	6	14705	23.1	6	13004	20.9	7	9432	15.3	8	6685	11.3

ตารางที่ 2.2 ตารางลำดับกลุ่มสาเหตุการตายตามอัตราฆณะต่อประชากร 100,000 คน 10 กลุ่มแรก (ต่อ)

กลุ่มสาเหตุ	ลำดับ	2553		ลำดับ	2548		ลำดับ	2543		ลำดับ	2538	
		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา
โรกระบบย่อยอาหาร(K00-K92) Diseases of the digestive system	7	13484	21.2	7	13072	21	9	9055	14.7	6	10492	17.7
โรคของต่อมไร้ท่อ โภชนาการและเมตะบอลิซึม(E00-E88) Endocrine,nutritional and metabolic diseases	8	7829	12.3	8	8384	13.5	10	8069	13.1	9	4645	7.8
โรกระบบประสาท(G00-G98) Diseases of the nervours system	9	4633	7.3	9	5841	9.4	6	10717	17.3	7	8094	13.7
โรคเลือดและอวัยวะสร้างเลือดและความผิดปกติเกี่ยว กับกลไกของภูมิคุ้มกัน (D50-D89) Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism	10	596	0.9	10	600	1	8	9180	14.9	-	-	-

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าสาเหตุการตายด้วยโรคที่เกิดจากเนื้องอก เช่น โรคมะเร็ง ได้มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งปัจจุบันเป็นสาเหตุที่ทำให้ประชากรเสียชีวิตมากที่สุด รองลงมาคือ โรคที่เกิดจากการติดเชื้อและปรสิต เช่น วัณโรค โรคพยาธิ หรือโรคที่เกิดจากการติดเชื้อต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆเช่นกัน ส่วนโรคที่มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ โรกระบบไหลเวียนโลหิต เช่น โรคหัวใจ หรือ โรคหลอดเลือดต่างๆ ซึ่งในอดีต นั้นเคยเป็นโรคที่ทำให้ประชากรเสียชีวิตสูงที่สุด และโรคอื่นๆส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มที่ไม่แน่นอนมีการปรับขึ้นหรือลงเพียงเล็กน้อย

### 2.1.9 ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ หรือ ผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้น (gross domestic product หรือ GDP) หมายถึง มูลค่าตลาดของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ถูกผลิตในประเทศในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยไม่คำนึงว่าผลผลิตนั้นจะผลิตขึ้นมาด้วยทรัพยากรของชาติใด

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงมาตรฐานการครองชีพของประชากรในประเทศนั้นๆ

การวัดผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศสามารถวัดได้ 2 วิธี ได้แก่

1. การวัดรายจ่าย (Expenditure Approach) ที่จ่ายให้สินค้าและบริการขั้นสุดท้าย

$GDP = \text{รายจ่ายเพื่อบริโภค} + \text{รายจ่ายเพื่อการลงทุน} + \text{รายจ่ายของรัฐบาล} + \text{รายจ่ายสุทธิของต่างประเทศที่ซื้อสินค้าผลิตในประเทศ}$

หรือ  $GDP = \text{Consumption} + \text{Investment} + \text{Government spending} + (\text{exports} - \text{imports})$

2. การวัดรายได้ (Resource Cost – Income Approach) ที่ได้จากการขายสินค้าขั้นสุดท้าย

$GDP = \text{ค่าจ้างและเงินเดือนลูกจ้าง} + \text{รายได้เจ้าของธุรกิจส่วนตัว} + \text{กำไรของบริษัท (รายได้ผู้ถือหุ้น)} + \text{ดอกเบี้ย (รายได้เจ้าหนี้)} + \text{ค่าเช่า (รายได้เจ้าของสินทรัพย์)} + \text{ภาษีธุรกิจทางอ้อม} + \text{ค่าเสื่อมราคา} + \text{รายได้สุทธิของคนต่างชาติในประเทศ}$

สิ่งที่ไม่นับรวมใน GDP

- ไม่นับสินค้าก่อนสินค้าขั้นสุดท้าย (intermediate goods) เพราะจะทำให้เกิดการนับซ้ำ

- ไม่นับการซื้อขายสินค้ามือสอง เพราะไม่ได้เป็นการเพิ่มผลผลิตปัจจุบัน แต่นับค่า

คอมมิชชันจากการขาย เพราะเป็นการให้บริการในช่วงเวลาปัจจุบัน

- ไม่นับรายการทางการเงินและการโอนเงิน เช่น การซื้อขายหุ้น นำเงินให้หลาน

เพราะไม่เป็นการผลิต

ข้อจำกัดของ GDP

- ไม่นับการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนในตลาด เช่น ในอดีตทำกับข้าวทานเองในบ้าน จึงไม่ถูกนับรวม แต่ปัจจุบันเนื่องจากการดำเนินชีวิตเปลี่ยนไปทำให้ต้องทานข้าวนอกบ้าน จึงถูกนับรวม ซึ่งทำให้การเปรียบเทียบ GDP ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันให้มีความหมายลดลง

- ไม่รวมผลผลิตที่ไม่ถูกรายงาน (underground economy) เช่น เป็นการค้าขายที่เป็นเงินสด โดยไม่มีการแจ้งให้ทางการรับทราบ เช่น พนักงานให้บริการรับทิปเป็นเงินสด คนงานทำงานโดยรับเงินสดเพื่อเลี่ยงภาษี



- ไม่รวมการพักผ่อนและต้นทุนมนุษย์ GDP สนใจแต่ผลผลิต ไม่ใช่ใจว่าคนทำงานหนักหรือนานขนาดไหนในการสร้างผลผลิต
- ไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพสินค้าและการเกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ
- ไม่คำนึงถึงผลกระทบด้านลบที่เกิดจากการผลิต บริโภค และการกระทำด้านลบของคนและธรรมชาติ

#### 2.1.10 อัตราการว่างงาน

อัตราการว่างงานจะคำนวณจาก ผู้ว่างงานหารด้วยผู้ที่อยู่ในกำลังแรงงาน ซึ่งหมายถึง ผู้ที่มีงานทำ ผู้ว่างงาน และผู้ที่รอฤดูกาล โดยอัตราว่างงานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับวัฏจักรเศรษฐกิจหากเศรษฐกิจดีมีการขยายตัว อัตราการว่างงานจะลดลง แต่หากเศรษฐกิจถดถอยอัตราการว่างงานก็จะเพิ่มขึ้น

### 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

ในปี ค.ศ.1992 Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence ได้เสนอวิธีการเพื่อใช้ในการพยากรณ์ระดับและรูปแบบของการมรณะของอายุต่างๆในระยะยาว โดยนำเอาพื้นฐานด้านการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) และวิธีการอย่างง่าย (Simple Method) มาประยุกต์รวมกันเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการแจกแจงของอัตรามรณะตามอายุ พบว่าอัตรามรณะจากการพยากรณ์ในอนาคตมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง (Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence; 1992)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2005 Siu-Hang Li และ Wai-Sum Chan ได้ประยุกต์ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) เข้ากับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier analysis) โดยใช้ข้อมูลอัตรามรณะจากประเทศอังกฤษ เวลส์ และ ประเทศในกลุ่มสแกนดิเนเวีย พบว่าผลกระทบของข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) ส่งผลอย่างมากในส่วนของค่าพยากรณ์ที่อายุวัยแรกเกิด (Siu-Hang Li and Wai-Sum Chan ; 2005)

ในปี ค.ศ. 2007 Fedrico Girosi และ Gary King ได้ทำการพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์อัตรา  
 มรณะของลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) เพื่อแก้ปัญหาผลการพยากรณ์ที่มีความเอนเอียง ด้วยวิธี  
 ตัวแบบแนวเดินสุ่มแบบครีฟ (random walk with drift model) และได้ทำการวิเคราะห์ค่าอัตรา  
 มรณะที่พยากรณ์ได้จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) ที่พัฒนาแล้วให้ผลเป็นไปใน  
 ทิศทางเดียวกับตัวแบบปกติ แต่มีลักษณะข้อมูลที่น่าประหลาดใจมากกว่าซึ่งเหมาะกับปัญหาบางประเภท  
 (Fedrico Grosi และ Gary King; 2007)

หลังจากนั้น ในปี ค.ศ. 2008 Heather Booth และ Leonie Tickle ได้ทำการรวบรวมและ  
 สรุปผลเกี่ยวกับตัวแบบในการพยากรณ์อัตราที่เป็นที่รู้จักมาจนถึงปัจจุบัน โดยได้จำแนก  
 รูปแบบของการพยากรณ์เป็น 3 รูปแบบคือ 1. แบบค่าคาดหวัง (Expectation) 2. แบบการบรรยาย  
 (Explanation) และ 3. แบบการอนุมาน (Extrapolative) ซึ่งรูปแบบการอนุมานได้รับความนิยมมาก  
 ที่สุด นอกจากนี้ยังได้แบ่งลักษณะของตัวแบบการพยากรณ์อัตราออกเป็น 4 ประเภท คือ 1.  
 แบบศูนย์แฟกเตอร์ (Zero-factor) 2. แบบหนึ่งแฟกเตอร์ (One-factor) 3. แบบสองแฟกเตอร์ (Two-  
 factor) และ 4. แบบสามแฟกเตอร์ (Three-Factor) และได้เสนอแนะวิธีการประมาณ  
 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบต่างๆไว้ด้วย (Heather Booth and Leonie Tickle ; 2008)

ในปี ค.ศ. 2009 Haidong Wang และ Samuel H. Preston ได้ประยุกต์ใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์  
 (Lee-Carter models) เพื่อพยากรณ์อัตราของกุ่มผู้สูบบุหรี่ในประเทศสหรัฐอเมริกาในกลุ่ม  
 อายุ 50-84ปี เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตเนื่องจากการสูบบุหรี่ พบว่าจากปัจจัยที่ผู้  
 สูบบุหรี่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้อัตราการเสียชีวิตของผู้สูบบุหรี่โดยรวมลดลง (Haidong  
 Wang and Samuel H. Preston; 2009)

และในปีเดียวกัน Katja Hanewald ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสถานะเศรษฐกิจ  
 กับดัชนีอัตรา  $K_t$  ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) ในประเทศ ออสเตรเลีย  
 แคนาดา สหรัฐอเมริกา และ ญี่ปุ่น ในช่วงปี ค.ศ. 1950-2005 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของ  $k_t$  มี  
 ความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) และอัตราการว่างงาน โดยกิจกรรมทาง  
 เศรษฐกิจที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับอัตราที่เพิ่มขึ้น (Katja Hanewald; 2009)

### 2.2.2 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

ในปีพ.ศ.2541 วัฒนา ส.จันเจริญ และ จิตร สิทธิอมร ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องภาระในคนไทยและแนวคิดเพื่อการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคโดยในช่วงประมาณสิบปีก่อนหน้านี้มีรายงานเรื่องภาระโรคของประชากรในประเทศไทยหลายฉบับที่พยายามรวบรวมข้อมูล โดยรายงานเหล่านี้จะมีข้อเสียคือมีข้อมูลไม่ครบถ้วน การระบุสาเหตุการตายคลาดเคลื่อน และการให้คำจำกัดความและการจัดกลุ่มโรคไม่เหมือนกันในแต่ละรายงาน การรวบรวมภาระโรคจึงมีข้อจำกัดเมื่อพิจารณาภาระโรคที่สำคัญอันดับแรกก็จะพบว่าแต่ละรายงานให้ความสำคัญแก่โรคที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยที่ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงข้อมูลที่ขาดหายไป ผลการวิเคราะห์พบว่า โรคติดเชื้อในประเทศไทยซึ่งมีภาระสูงในอดีตมีแนวโน้มลดลงยกเว้นการติดเชื้อเอชไอวี ซึ่งจะทำให้การควบคุมโรคที่เคยควบคุมได้ควบคุมได้ยากขึ้น และภาระจากอุบัติเหตุมีแนวโน้มสูงขึ้น (วัฒนา ส.จันเจริญ และ จิตร สิทธิอมร ; 2541)

ต่อมาในปีพ.ศ. 2547 นันทวัน อินทชาติ ได้ทำการศึกษาแบบแผนและผลของความต่างที่มีต่อความยืนยาวของชีวิตโดยจำแนกเพศและกลุ่มอายุ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลทุติยภูมิของกระทรวงสาธารณสุข 2 แหล่ง ได้แก่ 1.ข้อมูลสาเหตุการตายที่รวบรวมและทำการลงรหัสตามบัญชีจำแนกโรคจากใบมรณะทั่วประเทศระหว่างปีพ.ศ. 2539-2542 และ 2.ข้อมูลการสอบสวนสาเหตุการตายโดยการสัมภาษณ์จากจังหวัดที่เลือกให้เป็นตัวแทนของประเทศ 10 จังหวัด ในปีพ.ศ.2540-2541 โดยเลือกทำการศึกษสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย 3 สาเหตุหลักและ 13 สาเหตุย่อย โดยพบว่าประชากรเสียชีวิตก่อนถึงวัยอันควรด้วยกลุ่มอุบัติเหตุต่างๆและโรคเอดส์ โดยเพศชายจะสูญเสียจำนวนปีที่มีชีวิตอยู่ (Years of Life Lost) มากกว่าเพศหญิงและถ้าสามารถจัดสาเหตุการตายด้วยกลุ่มโรคหัวใจและโรคมะเร็งได้แล้ว อายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยเพศชายจะได้ประโยชน์จากจำนวนปีที่มีชีวิตเพิ่มขึ้นมากกว่าเพศหญิง (Years of Life Gained) ความต่างระหว่างเพศของอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดพบว่าใน 4 สาเหตุหลัก โรคเอดส์ (AIDS) อุบัติเหตุทางจราจร (Transport Accidents) โรคมะเร็งต่างๆ (Neoplasms) และโรคหัวใจ (Heart Disease) ทำให้เพศชายมีอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดต่างจากเพศหญิงร้อยละ 35-50 และผลของแต่ละสาเหตุนั้นพิจารณาจากจำนวนปีที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของอายุขัยเฉลี่ย ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันเมื่อใช้เครื่องมือที่แตกต่างกัน (นันทวัน อินทชาติ ; 2547)

ในปีพ.ศ. 2548 ณิชาราชฤทธิ์ และ รศ.ดร.สุวณี สุรเสียงสังข์ ได้ทำการพยากรณ์อัตรา  
 มรณะของประชากรไทยโดยใช้ตัวแบบพยากรณ์อัตรามรณะของลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models)  
 และพบว่าอัตรามรณะของประชากรไทยในปีพ.ศ.2548-2557 มีแนวโน้มลดลงแบบเอ็กซ์โพเนน  
 เชียลทั้งเพศชายและเพศหญิง แต่ในกลุ่มอายุ 0-4 ปี อัตรามรณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ณิชาราชฤทธิ์ ;  
 2548)

หลังจากนั้นในปีพ.ศ. 2552 ณิชุกร สุรเมธากุล ได้ทำการพยากรณ์อัตรามรณะของประชากร  
 ไทยในอีก 10 ปีข้างหน้าโดยใช้วิธีพยากรณ์ 3 วิธี คือ 1. ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) 2.  
 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์โดยใช้ฟัซซีฟอร์มูเลชั่น (Fuzzy formulation of the Lee-Carter models) และ 3.  
 วิธีการแปลงของ แวง(Wang Transform) และพบว่าอัตรามรณะจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทาง  
 เดียวกันคือมีค่าลดลงอย่างช้าๆ โดยที่แต่ละตัวแบบในการพยากรณ์จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ซึ่ง  
 ผลการวิจัยจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence (ณิชุกร สุรเมธากุล  
 ; 2552)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

แหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

1. จำนวนการตายและสาเหตุการตายตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานของบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศของประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 – 2553 จากสถิติสาธารณสุขสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข โดยข้อมูลการตายในแต่ละปีได้จำแนกออกตาม กลุ่มอายุ เพศ และ สาเหตุการตายที่สำคัญ ในการศึกษานี้สาเหตุการตายที่สำคัญได้แก่ โรคเนื้องอก(C00-D48) โรคติดเชื้อและปรสิต(A00-B99) สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย(V01-Y89) โรกระบบไหลเวียนโลหิต(I00-I99) โรกระบบทางเดินหายใจ(J00-J98)

2. จำนวนประชากรกลางปีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 – 2553 โดย ปีพ.ศ. 2513 2523 2533 เป็นข้อมูลจากสำมะโนประชากร จำนวนประชากรของปีพ.ศ. 2535 – 2553 รวบรวมจากสถิติสาธารณสุขสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข และ หนังสือคาดประมาณประชากรของประเทศไทย 2503 – 2533 และ 2533 – 2563 ของกองวางแผนทรัพยากรมนุษย์ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

3. ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 – 2553 จาก สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

4. อัตราการว่างงาน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 - 2553 จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

#### 3.2 ขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย

ข้อมูลบางส่วนนั้นจำเป็นต้องมีการปรับบางส่วนเพื่อให้มีความสมบูรณ์ และเป็นรูปแบบเดียวกันเพื่อการทำวิจัยต่อไปดังนี้

##### 3.2.1 ข้อมูลที่ไม่ทราบอายุของจำนวนการตาย

เนื่องจากข้อมูลในแต่ละปีจะมีข้อมูลที่ไม่ทราบอายุ ซึ่งจะต้องทำการปรับโดยการกระจายข้อมูลดังกล่าวไปยังกลุ่มอายุต่างๆ ตามน้ำหนักจำนวนการตายในกลุ่มอายุนั้นๆ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

และสามารถคำนวณจำนวนการตายในแต่ละกลุ่มอายุที่ปรับใหม่จากน้ำหนักแต่ละกลุ่มอายุได้ดังนี้

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

โดยที่จำนวนการตายที่ปรับใหม่นั้นจะเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งถ้าหากคำนวณได้เป็นจุดทศนิยมมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม และถ้าเป็นจุดทศนิยมที่น้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลงเป็นจำนวนเต็มเช่นเดียวกัน

3.2.2 การหาอัตราการณะกลางปี ลอการิทึมอัตราการณะกลางปี และ อัตราการณะ  
อัตราการณะกลางปีสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

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

โดย  $D_{x,t}$  คือ จำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ  $x$  ปี ในปีที่  $t$   
 $L_{x,t}$  คือ จำนวนประชากรกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ  $x$  ปี ในปีที่  $t$   
 $m_{x,t}$  คือ อัตราการณะกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ  $x$  ปี ในปีที่  $t$

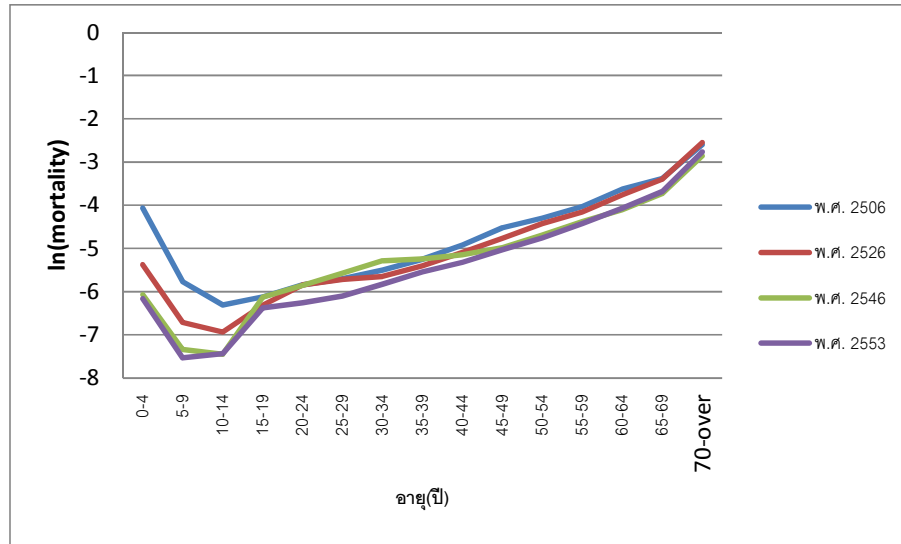
ซึ่งจะได้ค่าลอการิทึมอัตราการณะกลางปีเป็น

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

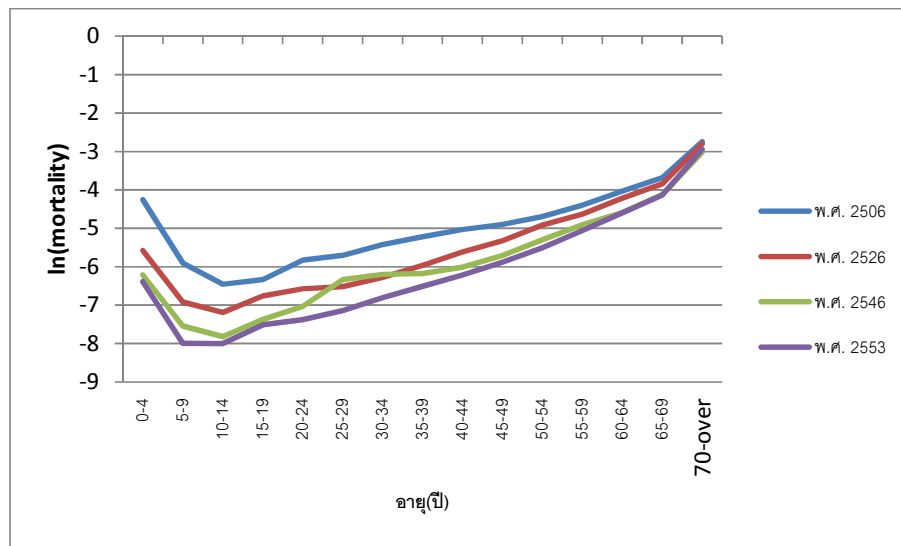
และจากสมมติฐานการตายในแต่ละช่วงอายุมีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอตลอดช่วงระยะเวลา (uniform distribution of death: UDD) จะได้

$$q_{x,t} = \frac{m_{x,t}}{\frac{1}{5}\left(1 + \frac{5}{2}m_{x,t}\right)} = \frac{10m_{x,t}}{2 + 5m_{x,t}}$$

### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

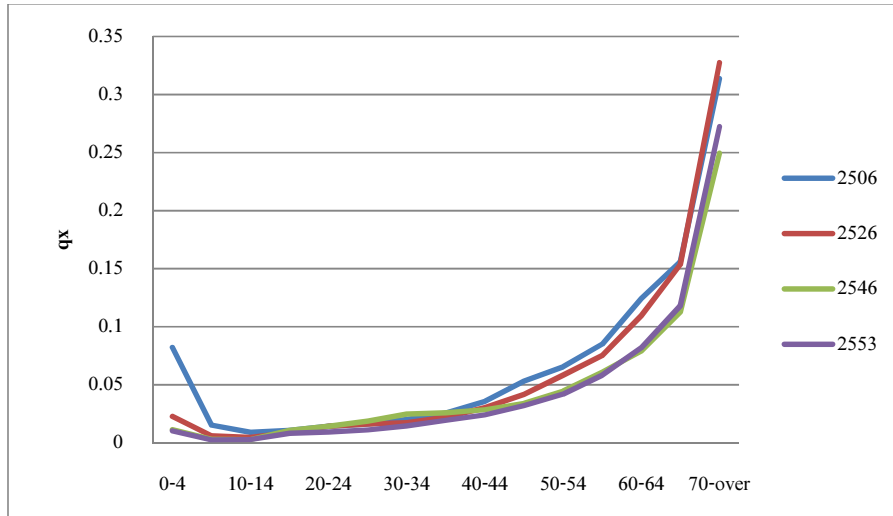


รูปที่ 3.1 ค่าลอการิทึมอัตราการณะ เพศชาย ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553

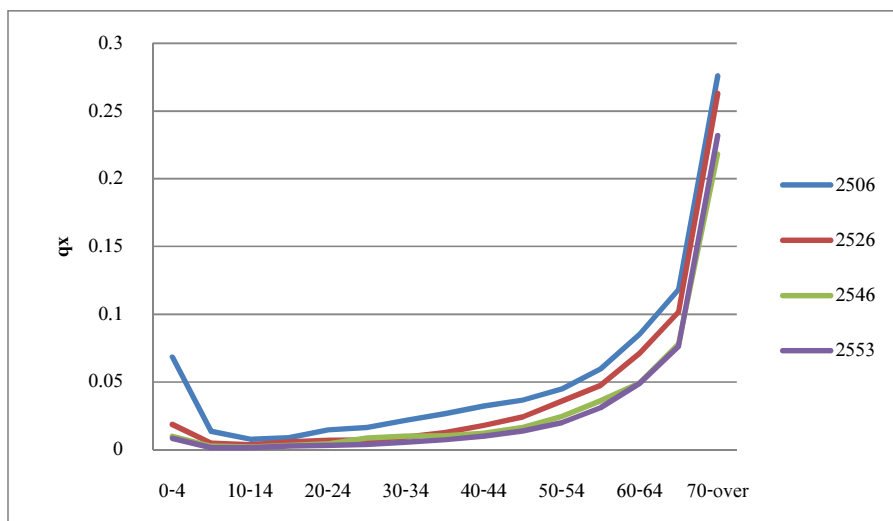


รูปที่ 3.2 ค่าลอการิทึมอัตราการณะ เพศหญิง ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553

จากรูปที่ 3.1 และ 3.2 พบว่าค่าลอการิทึมอัตราการณะกลางปีสำหรับเพศชาย จะมีแนวโน้มลดลงในช่วง 0-9 ปี และหลังจากนั้นจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามรายอายุ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตามจำนวนปีที่เพิ่มขึ้น ทั้งเพศชายและหญิง



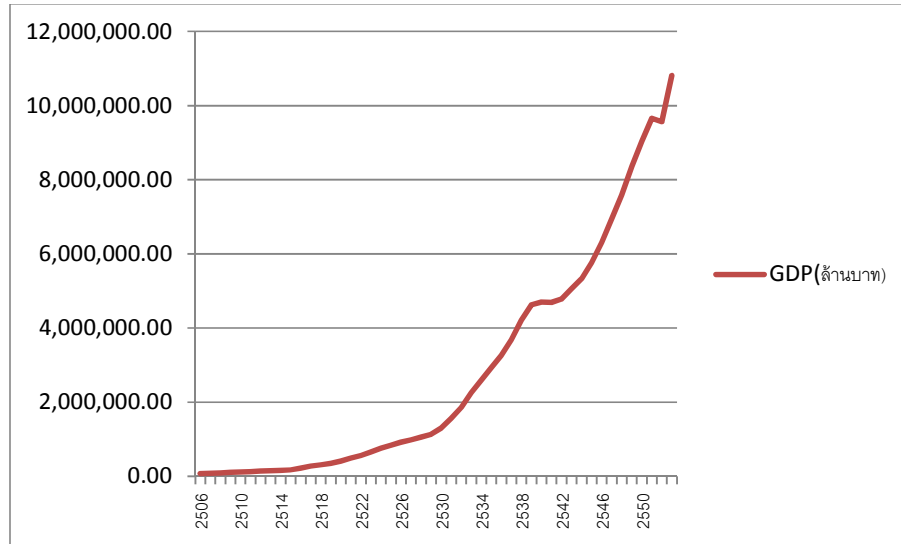
รูปที่ 3.3 ค่าอัตราการณะ เพศชาย ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553



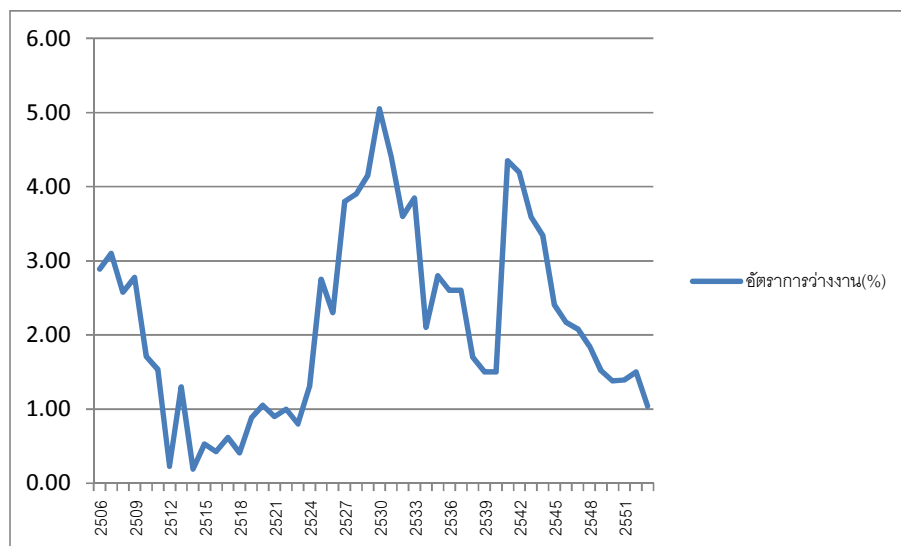
รูปที่ 3.4 ค่าอัตราการณะ เพศหญิง ปีพ.ศ. 2506 พ.ศ. 2526 พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2553

จากรูปที่ 3.3 และ 3.4 พบว่าอัตราการณะ ของเพศชายและหญิง มีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลตามรายอายุ และจำนวนปีที่เพิ่มขึ้นอัตราการณะจะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ



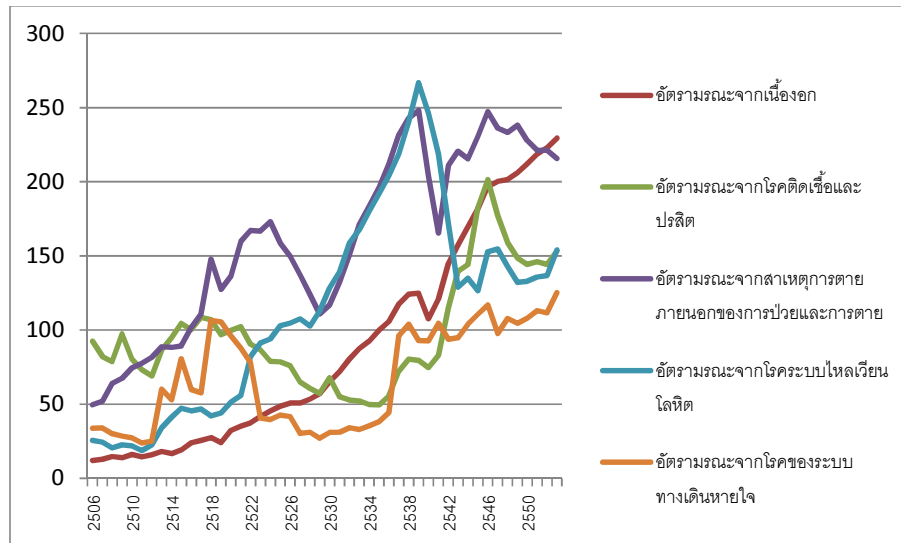


รูปที่ 3.5 ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ปีพ.ศ. 2506-2553

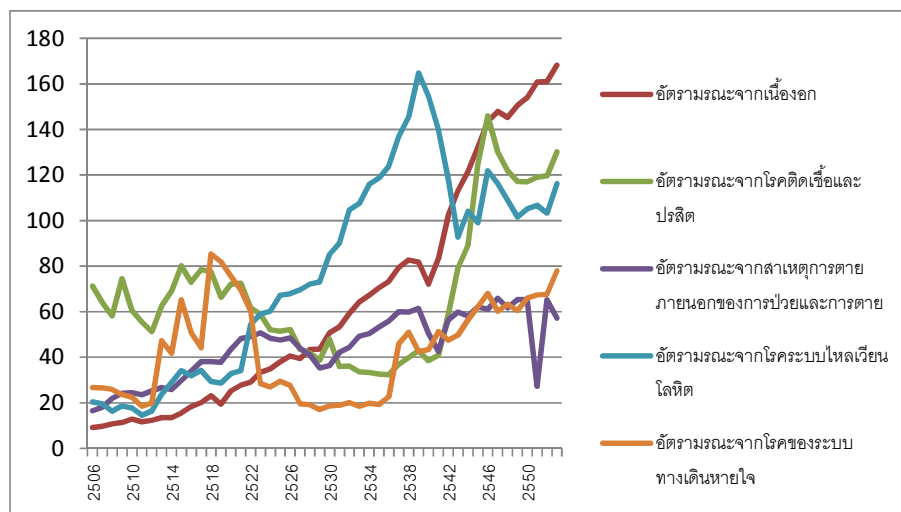


รูปที่ 3.6 อัตราการว่างงาน ปีพ.ศ. 2506-2553

จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) จะมีลักษณะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง แต่ในส่วนของอัตราการว่างงานจะมีความผันผวนสูงขึ้นและต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 3.7 อัตราการณะจากสาเหตุการตายที่สำคัญ เพศชาย ปีพ.ศ. 2506-2553



รูปที่ 3.8 อัตราการณะจากสาเหตุการตายที่สำคัญ เพศหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

จากรูปที่ 3.7 และ 3.8 พบว่า อัตราการณะจากสาเหตุการตายที่สำคัญนั้น จะมีความผันผวนสูง ยกเว้นอัตราการณะจากเนื้องอก ที่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆอย่างชัดเจน ทั้งเพศชายและหญิง

## บทที่ 4

### การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

#### 4.1 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence R. , 1992)

กำหนดให้  $m_{x,t}$  แทนอัตราการมรณะกลางปีรายอายุ  $x$  ในปีที่  $t$  โดยเขียนอยู่รูปของลอการิทึมของอัตราการมรณะกลางปี ดังนี้

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

หรือ  $m_{x,t} = e^{a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}}$

เมื่อ  $t = 1, 2, \dots, T$  และ  $x = 1, 2, \dots, n$

โดย  $m_{x,t}$  แทน ค่าสังเกตของอัตราการมรณะกลางปีรายอายุ  $x$  ในปีที่  $t$

$k_t$  แทน ดัชนีเวลาของระดับอัตราการมรณะกลางปี ซึ่งมีค่าลดลงมากหรือน้อย ซึ่งขึ้นกับ

ค่า  $b_x$

$a_x$  แทน ค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการมรณะกลางปีของอายุ  $x$

$b_x$  แทน อัตราเสื่อมของดัชนีเวลาในอายุ  $x$

$\varepsilon_{x,t}$  แทน ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ

สามารถหา  $m_{x,t}$  ได้จาก  $\hat{m}_{x,t} = \frac{D_{x,t}}{L_{x,t}}$

เมื่อ  $D_{x,t}$  คือ จำนวนกลุ่มคนที่เสียชีวิตอายุ  $x$  ปีในปีที่  $t$

$L_{x,t}$  คือ จำนวนประชากรกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ  $x$  ปีในปีที่  $t$

โดยมีเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า  $\sum_t k_t = 0$  และ  $\sum_x b_x = 1$

การประมาณ  $a_x$   $b_x$  และ  $k_t$  ทำโดยใช้วิธีการแยกด้วยค่าเจาะจง (SVD) มีขั้นตอนดังนี้

1.) ประมาณค่าพารามิเตอร์  $a_x$  จากค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการมรณะกลางปีรายกลุ่มอายุของข้อมูลในทุกปี

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

2.) จัดรูปตัวแบบเพื่อประมาณพารามิเตอร์  $b_x$  และ  $k_t$

$$z_{x,t} = \ln(m_{x,t}) - \hat{a}_x = b_x k_t$$

3.) ใช้วิธีการแยกด้วยค่าเจาะจง (SVD) กับเมตริกซ์  $Z_{x,t}$  โดยผลลัพธ์จะได้ออกมาอยู่ในรูปของเมตริกซ์  $U$   $W$  และ  $V$

$$SVD(z_{x,t}) = UWV^T$$

ในขั้นตอนของการแยกด้วยค่าเฉพาะจาง(SVD)สามารถคำนวณได้โดยใช้โปรแกรม R โดยใช้คำสั่ง

```
>Zsvd=svd(x)
>bx=Zsvd$u[,1]
>kt=Zsvd$d[1]Zsvd$v[,1]
>bx=data.frame(bx)
>kt=data.frame(kt)
```

ซึ่งได้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์  $b_x$  และ  $k_t$  ออกมาเป็น

$\hat{b}_x$  = คอลัมน์แรกของเมตริกซ์ U สำหรับทุกค่า x (กลุ่มอายุ)

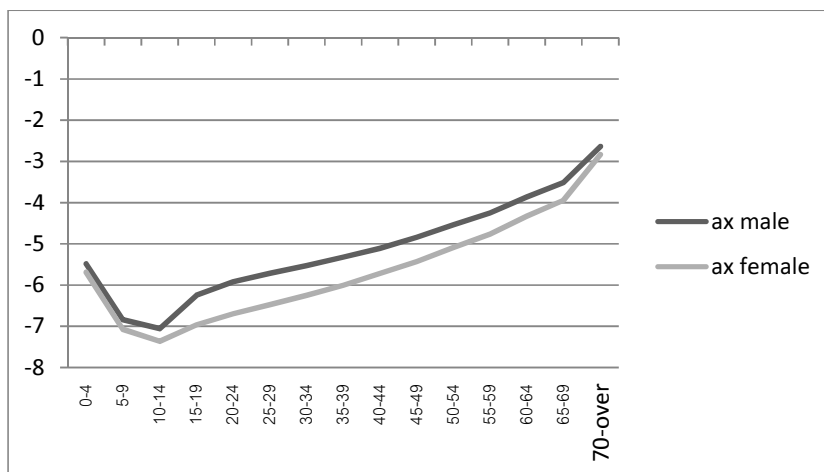
และ  $k_t = W_{1,1} V_{t,1}$  สำหรับทุกค่าของ t (ปี)

#### 4.2 การประมาณค่าดัชนีมรณะ $a_x$ , $b_x$ , $k_t$ ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model)

การประมาณค่าดัชนีมรณะ  $a_x$ ,  $b_x$ ,  $k_t$  ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เมื่อใช้ข้อมูลสถิติการตาย ช่วงปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณ  $a_x$  เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter

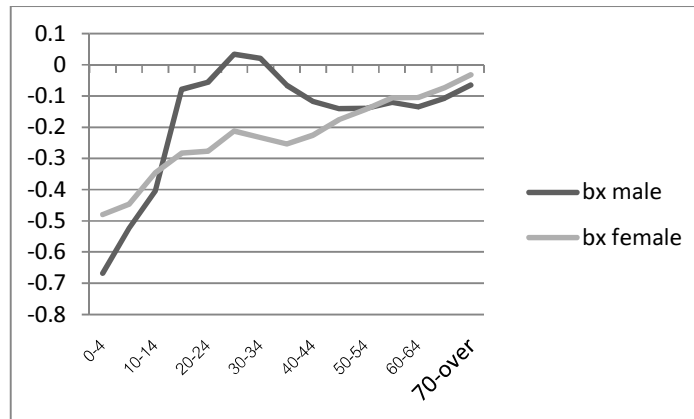
อายุ	$a_x$ male	$a_x$ female
0-4	-5.482384989	-5.687584470
5-9	-6.842783652	-7.075487082
10-14	-7.055217238	-7.367599542
15-19	-6.246905649	-6.962743220
20-24	-5.917874811	-6.693475836
25-29	-5.717797864	-6.475219165
30-34	-5.525928005	-6.246219545
35-39	-5.322755994	-6.004995332
40-44	-5.107605238	-5.717587349
45-49	-4.842692873	-5.431559167
50-54	-4.540914941	-5.086283418
55-59	-4.248374342	-4.762394562
60-64	-3.866394728	-4.333366423
65-69	-3.515483945	-3.946087160
70-over	-2.638760882	-2.831423226



รูปที่ 4.1 แสดงค่าประมาณ  $a_x$  เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าค่าประมาณ  $a_x$  มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกและต่ำสุดที่ช่วงอายุที่ 10-14 ปี หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงอายุในช่วง 70 ปีขึ้นไป โดยค่าประมาณ  $a_x$  ของเพศชายจะสูงกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณ  $b_x$  เพศชายของตัวแบบ Lee-Carter

อายุ	$b_x$ male	$b_x$ female
0-4	-0.668202847	-0.479884770
5-9	-0.523363751	-0.446367216
10-14	-0.403609025	-0.345906422
15-19	-0.078571198	-0.283733985
20-24	-0.055517648	-0.276346665
25-29	0.033984756	-0.211955924
30-34	0.020874916	-0.232850031
35-39	-0.065772923	-0.253265260
40-44	-0.117202409	-0.225538944
45-49	-0.140842966	-0.175770843
50-54	-0.139319679	-0.142462099
55-59	-0.120621991	-0.105760200
60-64	-0.135333334	-0.105274865
65-69	-0.107341440	-0.073027106
70-over	-0.064440430	-0.031556905



รูปที่ 4.2 แสดงค่าประมาณ  $b_x$  เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter

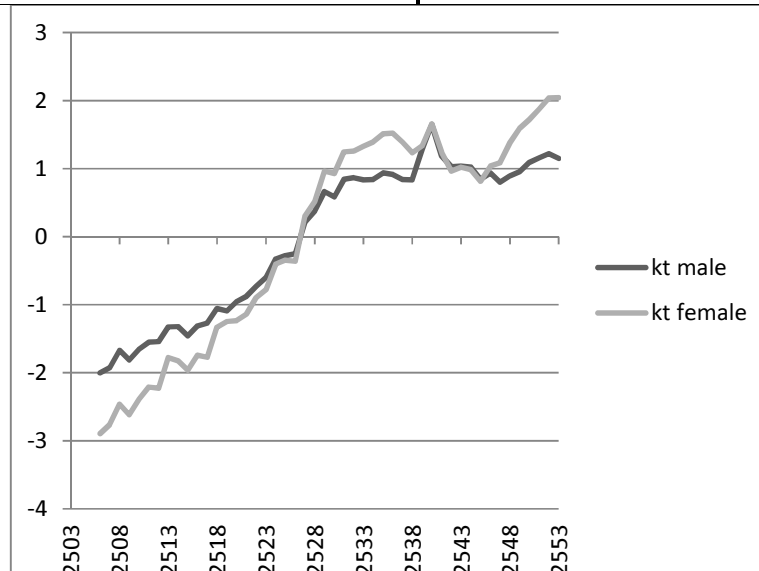
จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าค่าประมาณ  $b_x$  เพศชายจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงช่วงอายุที่ 20-29 และจะค่อยๆ มีแนวโน้มลดลง หลังจากนั้นในช่วงอายุ 55-59 ปี จะมีแนวโน้มผันผวนขึ้นและลงเพียงเล็กน้อยสลับกันไป ในส่วนของเพศหญิงนั้น จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงอายุที่ 35-39 ปี จะมีค่าลดลงเล็กน้อย ก่อนที่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจะเห็นได้อีกว่า  $b_x$  เพศชาย จะมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 10-14 ปีไปจนถึงช่วงอายุ 50-54 ปี

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณ  $k_t$  เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter

ปี	$k_t$ male	$k_t$ female	ปี	$k_t$ male	$k_t$ female
2506	-2.002994228	-2.894757380	2530	0.584626912	0.929477244
2507	-1.926993036	-2.763100382	2531	0.843945935	1.244794061
2508	-1.671775472	-2.464142111	2532	0.866160998	1.258794699
2509	-1.812329354	-2.618762292	2533	0.835856319	1.332444777
2510	-1.653207319	-2.387440252	2534	0.840872177	1.391771444
2511	-1.551867763	-2.209037021	2535	0.937107005	1.510915313
2512	-1.540461451	-2.228115329	2536	0.913169164	1.520043647
2513	-1.324594696	-1.775845257	2537	0.840619926	1.386521947
2514	-1.321140751	-1.825091568	2538	0.833436519	1.235444830
2515	-1.459529677	-1.963618023	2539	1.286456770	1.333714281
2516	-1.310719355	-1.743329333	2540	1.649106582	1.656776662
2517	-1.267386275	-1.774374452	2541	1.184469999	1.236114337
2518	-1.057706593	-1.329518133	2542	1.031464499	0.962167676
2519	-1.091042794	-1.247557547	2543	1.039751475	1.019888947
2520	-0.953922820	-1.232371717	2544	1.023346377	0.983595562

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณ  $k_t$  เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter (ต่อ)

ปี	$k_t$ male	$k_t$ female	ปี	$k_t$ male	$k_t$ female
2521	-0.873752019	-1.137948531	2545	0.841825326	0.812634969
2522	-0.727872024	-0.896661392	2546	0.936836600	1.040530550
2523	-0.602952011	-0.777969275	2547	0.801291385	1.088133413
2524	-0.328671331	-0.401093295	2548	0.893719742	1.383044861
2525	-0.277151299	-0.342870413	2549	0.955154645	1.593018248
2526	-0.253892872	-0.364348999	2550	1.091799606	1.720940488
2527	0.209020624	0.301691869	2551	1.158113976	1.874667662
2528	0.376812293	0.516921118	2552	1.222201352	2.039671124
2529	0.664993103	0.964242232	2553	1.147803834	2.039990738



รูปที่ 4.3 แสดงค่าประมาณ  $k_t$  เพศชายและหญิงของตัวแบบ Lee-Carter

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าประมาณ  $k_t$  ของทั้งเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่ง  $k_t$  ของทั้งเพศชายและหญิงนั้นผลรวมจะมีค่าเท่ากับ 0

## บทที่ 5

### การทดสอบคุณสมบัติลักษณะนิ่ง และ การร่วมบูรณาการ

#### 5.1 การทดสอบคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) โดยใช้ Unit root test

การทดสอบว่าข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) หรือไม่นั้น ได้ใช้ Unit root test โดยพิจารณาจากตัวแปรทั้ง 8 ตัว ได้แก่ ดัชนีอัตราการณะ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน และอัตราการณะของสาเหตุการตายที่สำคัญ ได้แก่ เนื้องอก โรคมดเชื้อ และปรีสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและการตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิต และโรคของระบบทางเดินหายใจ การศึกษาได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มของเพศชาย และเพศหญิง ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 5.1 และ 5.2 สำหรับเพศชาย และ ตารางที่ 5.3 และ 5.4 สำหรับเพศหญิง



ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ระดับเดิม (At Level) เพศชาย

Variable	ADF Test at Level (Test of I(0))															I(d)
	Without trend and intercept					With intercept					With trend and intercept					
	Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			
			1%	5%	10%			1%	5%	10%			1%	5%	10%	
$k_{tm}$	0	-1.547229	-2.615093	-1.947975	-1.612408	0	-1.594170	-3.577723	-2.925169	-2.600658	0	-0.965794	-4.165756	-3.508508	-3.184230	I(0)
$ind_{t1}$	5	3.001945	-2.621185	-1.948886	-1.611932	5	3.046577	-3.596616	-2.933158	-2.604867	9	1.264497	-4.219126	-3.533083	-3.198312	I(0)
$ind_{t2}$	0	-1.291485	-2.615093	-1.947975	-1.612408	0	-1.926859	-3.577723	-2.925169	-2.600658	0	-1.944776	-4.165756	-3.508508	-3.184230	I(0)
$ind_{t3}$	2	3.343325	-2.617364	-1.948313	-1.612229	2	1.916671	-3.584743	-2.928142	-2.602225	2	-1.586870	-4.175640	-3.513075	-3.186854	I(0)
$ind_{t4}$	1	0.199879	-2.616203	-1.948140	-1.612320	9	-3.333171	-3.615588	-2.941145	-2.609066	9	-3.240023	-4.219126	-3.533083	-3.198312	I(0)
$ind_{t5}$	0	0.817757	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-1.693760	-3.581152	-2.926622	-2.601424	3	-3.095330	-4.180911	-3.515523	-3.188259	I(0)
$ind_{t6}$	5	-0.014910	-2.621185	-1.948886	-1.611932	5	-1.725120	-3.596616	-2.933158	-2.604867	5	-1.793035	-4.192337	-3.520787	-3.191277	I(0)
$ind_{t7}$	0	0.237208	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-1.255764	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-1.933499	-4.170538	-3.510740	-3.185512	I(0)

- หมายเหตุ เมื่อ  $k_{tm}$  คือ คำนวณอัตราส่วนของเพศชาย  
 $ind_{t1}$  คือ ค่า GDP ในปีที่ t  
 $ind_{t2}$  คือ อัตราการว่างงานในปีที่ t  
 $ind_{t3}$  คือ อัตราการเกษียณอายุในปีที่ t  
 $ind_{t4}$  คือ อัตราการเกษียณอายุจากโรคติดเชื้อและปรสิตในปีที่ t  
 $ind_{t5}$  คือ อัตราการเกษียณอายุจากสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายในปีที่ t  
 $ind_{t6}$  คือ อัตราการเกษียณอายุจากระบบไหลเวียนโลหิตในปีที่ t  
 $ind_{t7}$  คือ อัตราการเกษียณอายุจากระบบทางเดินหายใจในปีที่ t

จากตารางที่ 5.1 พบว่า ในการทดสอบสมมติฐานหลัก ( $H_0 : \theta = 0$ ) หากไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักแสดงว่า ข้อมูลมี Unit Root หรือ มีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลักแสดงว่า ข้อมูลไม่มี unit root หรือ มีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) โดยพิจารณาจากค่าสัมบูรณ์ของ ADF-statistic เปรียบเทียบกับค่าสัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ Unit root ของข้อมูลที่ระดับเดิม (at level) จากสมการทั้งสามรูปแบบคือ กรณีไม่มีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (without trend and intercept) กรณีมีค่าคงที่ (with intercept) และกรณีมีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (with trend and intercept) พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีค่าสัมบูรณ์ของ ADF-Statistic น้อยกว่าค่า สัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 กล่าวคือไม่ปฏิเสธ สมมติฐานหลัก แสดงว่า ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) ที่ระดับเดิมของข้อมูล (at level) เนื่องจากตัวแปรทุกตัวที่ระดับเดิม (at level) มีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) จึงต้องแก้ปัญหาด้วยการหาผลต่างอันดับที่ 1 (first difference) หรือ  $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$  แล้วจึงทำการทดสอบ unit root อีกครั้งหนึ่ง หากตัวแปรดังกล่าวผ่านการหาผลต่างอันดับที่ 1 แล้วมีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) แสดงว่าตัวแปรมีอันดับการ Integration ที่อันดับที่ 1 หรือ  $X_t \sim I(1)$

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (At first difference) เพศชาย

Variable	ADF Test at Level (Test of I(1))															I(d)
	Without trend and intercept					With intercept					With trend and intercept					
	Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			
			1%	5%	10%			1%	5%	10%			1%	5%	10%	
$k_{tm}$	0	-5.869792	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-6.670513	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-6.870233	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t1}$	9	2.294273	-2.628961	-1.950117	-1.611339	9	0.791885	-3.621023	-2.943427	-2.610263	4	-3.185512	-4.192337	-3.520787	-3.191277	I(1)
$Ind_{t2}$	0	-7.361495	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-7.306343	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-7.222793	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t3}$	0	-3.282472	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-4.592299	-3.581152	-2.926622	-2.601424	1	-5.329327	-4.175640	-3.513075	-3.186854	I(1)
$Ind_{t4}$	0	-4.816635	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-4.828273	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-4.823058	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t5}$	0	-5.430928	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-5.586914	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-5.617580	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t6}$	4	-2.180520	-2.621185	-1.948886	-1.611932	3	-3.942563	-3.592462	-2.931404	-2.603944	0	-3.596812	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t7}$	0	-6.813824	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-6.855202	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-6.795419	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)

- หมายเหตุ เมื่อ  $k_{tm}$  คือ คำนวณอัตราส่วนของเพศชาย
- $ind_{t1}$  คือ ค่า GDP ในปี  $t$
- $ind_{t2}$  คือ อัตราการว่างงานในปี  $t$
- $ind_{t3}$  คือ อัตราการว่างงานนอกในปี  $t$
- $ind_{t4}$  คือ อัตราการว่างงานโรคติดเชื้อและปรสิตในปี  $t$
- $ind_{t5}$  คือ อัตราการว่างงานสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายในปี  $t$
- $ind_{t6}$  คือ อัตราการว่างงานโรคระบบไหลเวียนโลหิตในปี  $t$
- $ind_{t7}$  คือ อัตราการว่างงานโรคระบบทางเดินหายใจในปี  $t$

จากตารางที่ 5.2 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) จากสมการทั้งสามรูปแบบคือ กรณีไม่มีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (without trend and intercept) กรณีมีค่าคงที่ (with intercept) และกรณีมีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (with trend and intercept) พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีค่าสัมบูรณ์ของ ADF-Statistic มากกว่าค่า สัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 กล่าวคือปฏิเสธ สมมติฐานหลัก แสดงว่า ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะนิ่ง (stationary) ที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ดังนั้น สรุปได้ว่าตัวแปรทุกตัวที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) มีลักษณะ stationary แสดงว่าตัวแปรมีอันดับการ Integration ที่อันดับที่ 1 หรือ  $x_t \sim I(1)$

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ระดับเดิม (At Level) เพศหญิง

Variable	ADF Test at Level (Test of I(0))															I(d)
	Without trend and intercept					With intercept					With trend and intercept					
	Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			
			1%	5%	10%			1%	5%	10%			1%	5%	10%	
$k_{tf}$	4	-0.968262	-2.619851	-1.948686	-1.612036	0	-1.452518	-3.577723	-2.925169	-2.600658	0	-1.212014	-4.165756	-3.508508	-3.184230	I(0)
$Ind_{t1}$	5	3.001945	-2.621185	-1.948886	-1.611932	5	3.046577	-3.596616	-2.933158	-2.604867	9	1.264497	-4.219126	-3.533083	-3.198312	I(0)
$Ind_{t2}$	0	-1.291485	-2.615093	-1.947975	-1.612408	0	-1.926859	-3.577723	-2.925169	-2.600658	0	-1.944776	-4.165756	-3.508508	-3.184230	I(0)
$Ind_{t3}$	6	3.525825	-2.622585	-1.949097	-1.611824	6	2.789963	-3.600987	-2.935001	-2.605836	1	-1.436196	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(0)
$Ind_{t4}$	1	0.470778	-2.616203	-1.948140	-1.612320	1	-0.643876	-3.581152	-2.926622	-2.601424	1	-1.165025	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(0)
$Ind_{t5}$	9	1.579430	-2.627238	-1.949856	-1.611469	9	-2.601424	-3.615588	-2.941145	-2.609066	9	-1.781753	-4.219126	-3.533083	-3.198312	I(0)
$Ind_{t6}$	5	0.400521	-2.621185	-1.948886	-1.611932	5	-1.538503	-3.596616	-2.933158	-2.604867	5	-1.442789	-4.192337	-3.520787	-3.191277	I(0)
$Ind_{t7}$	0	-0.042931	-2.615093	-1.947975	-1.612408	0	-1.540455	-3.577723	-2.925169	-2.600658	0	-1.770822	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(0)

- หมายเหตุ เมื่อ  $k_{tf}$  คือ คำนี้อัตราการของเพศหญิง  
 $ind_{t1}$  คือ ค่า GDP ในปีที่ t  
 $ind_{t2}$  คือ อัตราการว่างงานในปีที่ t  
 $ind_{t3}$  คือ อัตราการจากเนื้องอกในปีที่ t  
 $ind_{t4}$  คือ อัตราการจากโรคติดเชื้อและปรสิตในปีที่ t  
 $ind_{t5}$  คือ อัตราการจากสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายในปีที่ t  
 $ind_{t6}$  คือ อัตราการจากโรกระบบไหลเวียนโลหิตในปีที่ t  
 $ind_{t7}$  คือ อัตราการจากโรกระบบทางเดินหายใจในปีที่ t

จากตารางที่ 5.3 พบว่า ในการทดสอบสมมติฐานหลัก ( $H_0 : \theta = 0$ ) หากไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักแสดงว่า ข้อมูลมี Unit Root หรือ มีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลักแสดงว่า ข้อมูลไม่มี Unit root หรือ มีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) โดยพิจารณาจากค่าสัมบูรณ์ของ ADF-statistic เปรียบเทียบกับค่าสัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ Unit root ของข้อมูลที่ระดับเดิม (at level) จากสมการทั้งสามรูปแบบคือ กรณีไม่มีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (without trend and intercept) กรณีมีค่าคงที่ (with intercept) และกรณีมีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (with trend and intercept) พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีค่าสัมบูรณ์ของ ADF-Statistic น้อยกว่าค่า สัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 กล่าวคือไม่ปฏิเสธ สมมติฐานหลัก แสดงว่า ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) ที่ระดับเดิมของข้อมูล (at level) เนื่องจากตัวแปรทุกตัวที่ระดับเดิม (at level) มีลักษณะไม่นิ่ง (non-stationary) จึงต้องแก้ปัญหาด้วยการหาผลต่างอันดับที่ 1 (first difference) หรือ  $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$  แล้วจึงทำการทดสอบ Unit root อีกครั้งหนึ่ง หากตัวแปรดังกล่าวผ่านการหาผลต่างอันดับที่ 1 แล้วมีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) แสดงว่าตัวแปรมีอันดับการ Integration ที่อันดับที่ 1 หรือ  $X_t \sim I(1)$

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบ Unit Root ของข้อมูลที่ระดับความต่างอันดับที่ 1 (At first difference) เพศหญิง

Variable	ADF Test at Level (Test of I(1))														I(d)	
	Without trend and intercept					With intercept					With trend and intercept					
	Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			Lag	ADF Test Statistic	Critical Value			
			1%	5%	10%			1%	5%	10%			1%	5%		10%
$k_{tf}$	1	-3.390180	-2.617364	-1.948313	-1.612229	0	-6.969529	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-7.080317	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t1}$	9	2.294273	-2.628961	-1.950117	-1.611339	9	0.791885	-3.621023	-2.943427	-2.610263	4	-3.185512	-4.192337	-3.520787	-3.191277	I(1)
$Ind_{t2}$	0	-7.361495	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-7.306343	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-7.222793	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t3}$	0	-3.395452	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-4.686035	-3.581152	-2.926622	-2.601424	5	-4.540491	-4.198503	-3.523623	-3.192902	I(1)
$Ind_{t4}$	0	-5.089048	-2.616203	-1.948140	-1.612320	0	-5.125606	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-5.278917	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t5}$	1	-6.276133	-2.617364	-1.948313	-1.612229	5	-3.233345	-3.600987	-2.935001	-2.605836	5	-3.462541	-4.198503	-3.523623	-3.192902	I(1)
$Ind_{t6}$	1	-3.138330	-2.617364	-1.948313	-1.612229	0	-5.210329	-3.581152	-2.926622	-2.601424	0	-5.171643	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)
$Ind_{t7}$	2	-3.367033	-2.618579	-1.948495	-1.612135	2	-3.412478	-3.588509	-2.929734	-2.603064	0	-6.982903	-4.170583	-3.510740	-3.185512	I(1)

- หมายเหตุ เมื่อ  $k_{tf}$  คือ ดัชนีอัตราการระงับของเพศหญิง  
 $ind_{t1}$  คือ ค่า GDP ในปีที่ t  
 $ind_{t2}$  คือ อัตราการว่างงานในปีที่ t  
 $ind_{t3}$  คือ อัตราการระงับจากเนื้องอกในปีที่ t  
 $ind_{t4}$  คือ อัตราการระงับจากโรคติดเชื้อและปรสิตในปีที่ t  
 $ind_{t5}$  คือ อัตราการระงับจากสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายในปีที่ t  
 $ind_{t6}$  คือ อัตราการระงับจากโรกระบบไหลเวียนโลหิตในปีที่ t  
 $ind_{t7}$  คือ อัตราการระงับจากโรกระบบทางเดินหายใจในปีที่ t

จากตารางที่ 5.4 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ Unit root ของข้อมูลที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) จากสมการทั้งสามรูปแบบคือ กรณีไม่มีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (without trend and intercept) กรณีมีค่าคงที่ (with intercept) และกรณีมีค่าคงที่และแนวโน้มเวลา (with trend and intercept) พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีค่าสัมบูรณ์ของ ADF-Statistic มากกว่าค่า สัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 กล่าวคือปฏิเสธ สมมติฐานหลัก แสดงว่า ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะนิ่ง (stationary) ที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ดังนั้น สรุปได้ว่าตัวแปรทุกตัวที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) มีลักษณะนิ่ง (stationary) แสดงว่าตัวแปรมีอันดับการ Integration ที่อันดับที่ 1 หรือ  $X_t \sim I(1)$

## 5.2 ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration)

การศึกษานี้จะใช้วิธีการของ Engle and Granger ซึ่งเป็นการทดสอบลักษณะ non-stationary Process ของตัวแปร โดยวิธี ADF Test มีขั้นตอนคือ นำส่วนเหลือ (residual : e) จากสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ที่กำหนดระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาทดสอบว่าค่าคลาดเคลื่อนว่ามีคุณสมบัติความเป็น stationary หรือไม่ ซึ่งก็คือ  $I(0)$  หรือไม่ ขั้นตอนนี้สามารถทำได้โดยใช้การทดสอบแบบ ADF แบบ without intercept and trend โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มเพศชาย และเพศหญิง ผลการทดสอบสรุปได้ดังนี้

1. การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) ของเพศชาย ผลลัพธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 k_{im} &= -1.353245 & -1.86E-07Ind_{t1} & + 0.101418I_{nd2} + 0.019748I_{nd3} \\
 & (-3.667345)*** & (-1.440393)^{ns} & (1.657323)^{ns} & (2.568141)** \\
 & -0.010912I_{nd4} & + 0.001888I_{nd5} & + 0.004226 I_{nd6} + 0.003024I_{nd7} \\
 & (-3.055959)** & (0.618991)^{ns} & (2.341010)** & (1.075723)^{ns} \\
 & & & & \dots(1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 &= 0.950883 & Adjusted R^2 &= 0.942287 \\
 F\text{-Statistic} &= 110.6256 & Durbin-Watson &= 0.799243 \\
 Prob. (F-statistic) &= 0.0000
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่า t-statistic  
 \*\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01  
 \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05  
 ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



จากสมการที่ 1 เมื่อพิจารณาค่า Adjusted R<sup>2</sup> ของตัวแบบปรากฏว่า มีค่าเท่ากับ 0.942287 แสดงว่าตัวแปรอิสระทุกตัวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ถึงร้อยละ 94.2287 ส่วนอีกร้อยละ 5.7719 เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นๆ ที่มีได้นำมาวิเคราะห์ในตัวแบบ โดย F-statistic มีค่าเท่ากับ 110.2339 พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กำหนดขึ้นในตัวแบบนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าสถิติ Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 0.799243 ซึ่งเมื่อนำค่าสถิติดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่าค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้ตกในช่วงที่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการทดสอบ cointegration ดังนั้นจึงยังไม่ต้องแก้ปัญหอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) เพราะจะทำให้ค่าส่วนเหลือ (residual) ที่ได้ไม่ได้เกิดจากความสัมพันธ์ที่แท้จริงของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ส่วนค่า t-statistic พบว่า อัตราฆาตกรรมของสาเหตุการตายที่สำคัญ ได้แก่ โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต และโรกระบบไหลเวียนโลหิต มีความสัมพันธ์กับดัชนีอัตราฆาตกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน และสาเหตุภายนอกของการป่วยและการตาย ไม่มี ความสัมพันธ์กับดัชนีอัตราฆาตกรรม

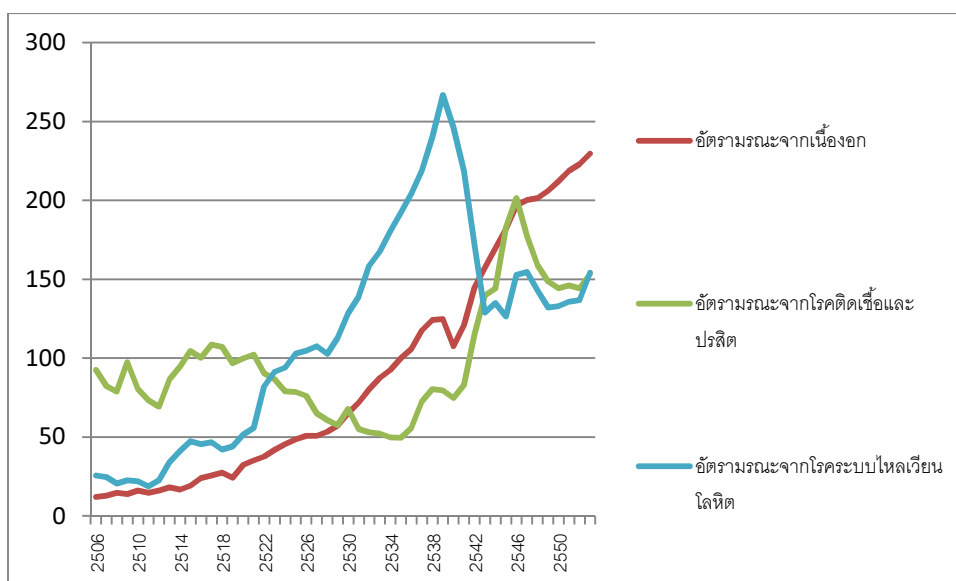
โดยอัตราฆาตกรรมจากเนื้องอก และอัตราฆาตกรรมจากระบบไหลเวียนโลหิต พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับดัชนีอัตราฆาตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.019748 และ 0.001888ตามลำดับ และอัตราฆาตกรรมจากโรคติดเชื้อและปรสิต พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับดัชนีอัตราฆาตกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.010912

สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาว cointegrated ของตัวแปรอนุกรมใดๆ สามารถทดสอบโดยการนำค่า ส่วนเหลือ(residual) ที่ได้จากการประมาณจากการคำนวณของสมการที่ (1) โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H<sub>0</sub> หากค่าสัมบูรณ์ของ ADF Test มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับเดิมของข้อมูล (at level) ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ผลการทดสอบ Cointegration ของตัวแบบ : เพศชาย

Variables	ADF Test Statistic	McKinnon Critical Value at			ผลการทดสอบ
		1%	5%	10%	
Residual	-3.769641	-2.615093	-1.947975	-1.612408	Stationary

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดสอบความนิ่งของค่าความคลาดเคลื่อน โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ที่ order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) แบบกรณีไม่มีค่าคงที่และแนวโน้มของเวลา (level without Trend and Intercept) พบว่า ค่าสัมบูรณ์ของ ADF t-statistic มากกว่าค่า สัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 0.05 และ 0.10 กล่าวคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าค่าส่วนเหลือ (residual) ที่ทดสอบมีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) ของข้อมูลในระดับเดิม (at level) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 0.05 และ 0.10 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) กับดัชนีอัตราমনะ ได้แก่ อัตราโมนะจากเนือองอก อัตราโมนะจากโรคติดเชื้อและปรลิต และ อัตราโมนะจากโรคระบบไหลเวียนโลหิต



รูปที่ 5.1 อัตราโมนะจากเนือองอก อัตราโมนะจากโรคติดเชื้อและปรลิต และอัตราโมนะจากโรคระบบไหลเวียนโลหิต เพศชาย ปีพ.ศ. 2503-2553

2. การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) ของ  
พหุคูณผลลัพธ์ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 k_{if} = & -0.922734 & -2.47E-07I & -0.019159I & +0.047522I \\
 & (-1.777380)** & (-1.787444)^{ns} & (-0.243382)^{ns} & (4.175963)*** \\
 & -0.030500I & +0.000514Ind_5 & +0.005328I & +0.006086I \\
 & (-4.919410)*** & (0.051732)^{ns} & (1.251244)^{ns} & (1.282931)^{ns} \\
 & & & & \dots(2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 & = & 0.942454 & \text{Adjusted } R^2 & = & 0.932384 \\
 \text{F-Statistic} & = & 93.58583 & \text{Durbin-Watson} & = & 0.555967 \\
 \text{Prob. (F-statistic)} & = & 0.0000 & & & 
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่า t-statistic  
 \*\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01  
 \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05  
 ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากสมการที่ 2 เมื่อค่า Adjusted R<sup>2</sup> ของตัวแบบปรากฏว่า มีค่าเท่ากับ 0.932384 แสดงว่าตัวแปรอิสระทุกตัวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ถึงร้อยละ 93.2384 ส่วนอีกร้อยละ 6.7616 เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นๆ ที่มีได้นำมาวิเคราะห์ในตัวแบบ โดย F-statistic มีค่าเท่ากับ 93.58583 พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กำหนดขึ้นในตัวแบบนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าสถิติ Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 0.555967 ซึ่งเมื่อนำค่าสถิติดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่าค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้ตกในช่วงที่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการทดสอบ cointegration ดังนั้นจึงยังไม่ต้องแก้ปัญหอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) เพราะจะทำให้ค่าส่วนเหลือ (residual) ที่ได้ไม่เกิดจากความสัมพันธ์ที่แท้จริงของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ส่วนค่า t-statistic พบว่า อัตราฆณะของสาเหตุการตายที่สำคัญ ได้แก่ โรคเนื้องอก และ โรคติดเชื้อและปรลิต มีความสัมพันธ์กับดัชนีอัตราฆณะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วน อัตราการว่างงาน และ

สาเหตุภายนอกของการป่วยและการตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิต และโรคของระบบทางเดินหายใจ ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีอัตราภาระ

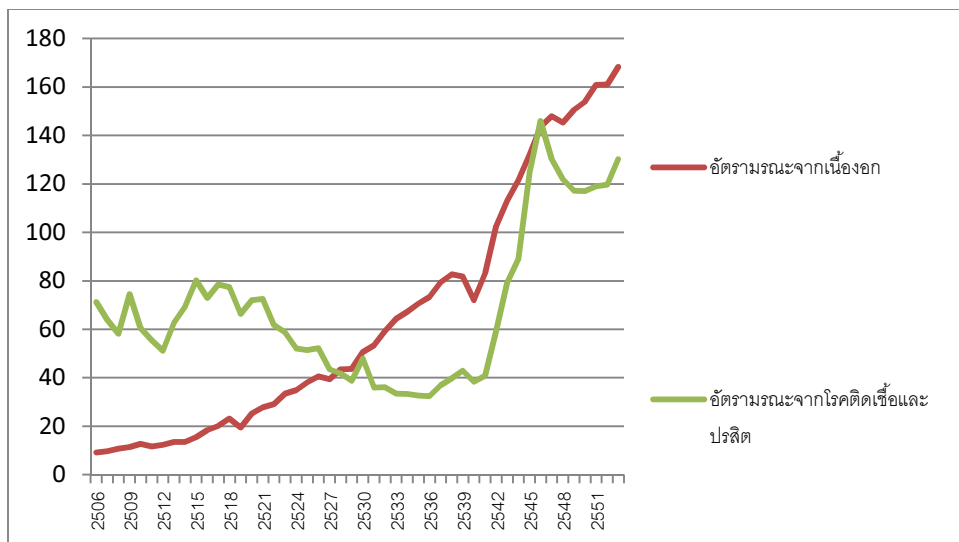
โดยอัตราภาระจากเนื้องอก พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับดัชนีอัตราภาระ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.047522 และ อัตราภาระจากโรคติดเชื้อ และปรสิต พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับดัชนีอัตราภาระ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ - 0.030500

สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ cointegrated ของตัวแปรอนุกรมใดๆ สามารถทดสอบโดยการนำค่า residual ที่ได้จากการประมาณจากการคำนวณของสมการที่ (2) โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0$  หากค่าสัมบูรณ์ของ ADF Test มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ระดับเดิมของข้อมูล (at level) ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ผลการทดสอบ Cointegration ของตัวแบบ : เพศหญิง

Variables	ADF Test Statistic	McKinnon Critical Value at			ผลการทดสอบ
		1%	5%	10%	
Residual	-2.837095	-2.616203	-1.948140	-1.612320	Stationary

จากตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดสอบความนิ่งของค่าความคลาดเคลื่อน โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ที่ order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) แบบกรณีไม่มีค่าคงที่และแนวโน้มของเวลา (level without trend and intercept) พบว่า ค่าสัมบูรณ์ของ ADF t-statistic มากกว่าค่า สัมบูรณ์ของ MacKinnon Critical Value ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 0.05 และ 0.10 กล่าวคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าค่า ส่วนเหลือ (residual) ที่ทดสอบมีคุณสมบัติลักษณะนิ่ง (stationary) ของข้อมูลที่ระดับเดิม (at level) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 0.05 และ 0.10 ดังนั้น ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) กับดัชนีอัตราภาระ ได้แก่ อัตราภาระจากเนื้องอก และอัตราภาระจากโรคติดเชื้อและปรสิต



รูปที่ 5.2 อัตราภาระจากเนื้องอก และ อัตราภาระจากโรคติดเชื้อและปรสิต เพศหญิงปีพ.ศ. 2506-2553

## บทที่ 6

### การพยากรณ์อัตราภาระ

จากบทที่ 5 พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงคุณภาพระยะยาวกับดัชนีอัตราภาระ ได้แก่ อัตราภาระจากเนื้องอก อัตราภาระจากโรคติดเชื้อและปรสิต และ อัตราภาระจากโรคไหลเวียนโลหิต สำหรับเพศชาย และ อัตราภาระจากเนื้องอก และอัตราภาระจากโรคติดเชื้อและปรสิต สำหรับเพศหญิง ซึ่งงานวิจัยในปีค.ศ. 2009 Katja Hanewald ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ของดัชนีอัตราภาระกับเศรษฐกิจและสาเหตุการตาย พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระยะยาวกับดัชนีอัตราภาระ สำหรับเพศชาย ได้แก่ GDP ในประเทศญี่ปุ่น แคนาดา อังกฤษ และอเมริกา อัตราภาระจากระบบไหลเวียนโลหิตในประเทศญี่ปุ่น และอัตราภาระจากโรคไข้วัดใหญ่ในประเทศแคนาดา ในส่วนของเพศหญิง ได้แก่ GDP ในประเทศญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์และอังกฤษ อัตราภาระจากเนื้องอก ในประเทศญี่ปุ่นและประเทศเนเธอร์แลนด์ อัตราภาระจากโรคเบาหวานในประเทศญี่ปุ่น อัตราภาระจากโรคไข้วัดใหญ่ในประเทศแคนาดา และ อัตราภาระจากสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย ในประเทศ แคนาดา อังกฤษ และอเมริกา

#### 6.1 การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระยะยาวกับดัชนีอัตราภาระ ( $k_t$ )

สมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) ของเพศชาย ผลลัพธ์ได้ดังนี้

$$k_{tm} = -1.074954 + 0.011256I_{nd_3} - 0.007809I_{nd_4} + 0.007456I_{nd_6} \\ (-4.342886)^{***} \quad (6.284114)^{***} \quad (-3.050952)^{**} \quad (5.389935)^{***} \\ \dots(3)$$

$$R^2 = 0.927382 \quad \text{Adjusted } R^2 = 0.922431 \\ F\text{-Statistic} = 187.3046 \quad \text{Durbin-Watson} = 0.389631 \\ \text{Prob. (F-statistic)} = 0.0000$$

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่า t-statistic

\*\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อ	$k_{tm}$	คือ ดัชนีอัตราการระดมของเพศชาย
	$ind_{t3}$	คือ อัตราการระดมจากเนื้องอกในปีที่ t
	$ind_{t4}$	คือ อัตราการระดมจากโรคติดเชื้อและปรสิตในปีที่ t
	$ind_{t6}$	คือ อัตราการระดมจากโรกระบบไหลเวียนโลหิตในปีที่ t

จากสมการที่ 3 อัตราการระดมจากเนื้องอก และอัตราการระดมจากระบบไหลเวียนโลหิต พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับดัชนีอัตราการระดม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.011256 และ 0.007456 ตามลำดับ และอัตราการระดมจากโรคติดเชื้อและปรสิต พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับดัชนีอัตราการระดม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.007809

สมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) ของเพศหญิง ผลลัพธ์ได้ดังนี้

$$k_{tf} = -0.182799 + 0.038423I nd_3 - 0.032918I nd_4$$

$$(-1.187882)** \quad (23.56104)*** \quad (-12.86712)***$$

...(4)

$R^2$	=	0.926239	Adjusted $R^2$	=	0.922961
F-Statistic	=	282.5412	Durbin-Watson	=	0.462898
Prob. (F-statistic)	=	0.0000			

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่า t-statistic  
 \*\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01  
 \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อ	$k_{tf}$	คือ ดัชนีอัตราการระดมของเพศหญิง
	$ind_{t3}$	คือ อัตราการระดมจากเนื้องอกในปีที่ t
	$ind_{t4}$	คือ อัตราการระดมจากโรคติดเชื้อและปรสิตในปีที่ t

จากสมการที่ 4 อัตราการกระจายจากเบื้องอก พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับดัชนีอัตราณณะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.038423 และ อัตราการกระจายจากโรคติดเชื้อและปรสิต พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับดัชนีอัตราณณะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.032918 ตามลำดับ

## 6.2 การพยากรณ์ดัชนีอัตราณณะด้วยวิธี ARIMA(p,d,q)

การเลือกแบบจำลอง ARIMA(p,d,q) สามารถเลือกได้จากการใช้ฟังก์ชัน Automatic ARIMA Selection ในโปรแกรม Eviews ซึ่งจะทำการเลือกแบบจำลอง ARIMA(p,d,q) ที่มีค่า Akaike Information Criteria (AIC) น้อยที่สุด ซึ่งจะทำได้แบบจำลองดังนี้

### 6.2.1 กรณีการพยากรณ์ดัชนีอัตราณณะของเพศชาย

ขั้นตอนที่ 1: พยากรณ์ตัวแปร  $Ind_3$ ,  $Ind_4$  และ  $Ind_6$  ตั้งแต่พ.ศ. 2554 ถึง 2573 ด้วยวิธี

ARIMA(p,d,q)

จะได้ผลดังนี้

ตัวแปร  $Ind_3$  ใช้แบบจำลอง ARIMA (1,1,2)

ตัวแปร  $Ind_4$  ใช้แบบจำลอง ARIMA (1,1,2)

ตัวแปร  $Ind_6$  ใช้แบบจำลอง ARIMA (1,1,3)

ขั้นตอนที่ 2: พยากรณ์ตัวแปร  $k_m$  ตั้งแต่พ.ศ. 2554 ถึง 2573 ด้วยสมการถดถอยและแบบจำลองที่พยากรณ์ ได้ดังแสดงในตารางที่ 6.1



ตารางที่ 6.1 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราภาระ  $k_t$  และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราภาระ  $k_t$  เพศชาย

ปี	$k_t$ male	อัตราภาระจากเนื้อ งอก ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจาก โรคติดเชื้อและ ปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจาก โรคระบบ ไหลเวียนโลหิต ต่อประชากร 100,000 คน
2554	1.5732	235.32	158.01	165.41
2555	1.6737	240.16	159.79	173.44
2556	1.7370	245.00	161.52	176.44
2557	1.8014	249.85	163.23	179.54
2558	1.8664	254.70	164.93	182.71
2559	1.9316	259.56	166.63	185.91
2560	1.9969	264.41	168.32	189.13
2561	2.0624	269.26	170.02	192.36
2562	2.1278	274.11	171.72	195.59
2563	2.1933	278.96	173.41	198.83
2564	2.2588	283.81	175.11	202.07
2565	2.3244	288.66	176.81	205.31
2566	2.3899	293.51	178.50	208.55
2567	2.4554	298.37	180.20	211.79
2568	2.5209	303.22	181.89	215.03
2569	2.5865	308.07	183.59	218.27
2570	2.6520	312.92	185.29	221.51
2571	2.7175	317.77	186.98	224.75
2572	2.7830	322.62	188.68	227.99
2573	2.8486	327.47	190.38	231.23

### 6.2.2 กรณีการพยากรณ์ดัชนีอัตราการระของเพศหญิง

ขั้นตอนที่ 1: พยากรณ์ตัวแปร  $Ind_3$ ,  $Ind_4$  และ  $Ind_6$  ตั้งแต่พ.ศ. 2554 ถึง 2573 ด้วยวิธี ARIMA

(p,d,q)

จะได้ผลดังนี้

ตัวแปร  $Ind_3$  ใช้แบบจำลอง ARIMA (0,1,1)

ตัวแปร  $Ind_4$  ใช้แบบจำลอง ARIMA (1,1,1)

ขั้นตอนที่ 2: พยากรณ์ตัวแปร  $k_t$  ตั้งแต่พ.ศ. 2554 ถึง 2573 ด้วยสมการถดถอยและแบบจำลองที่พยากรณ์ได้ ได้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราการระ  $k_t$  และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราการระ  $kt$  เพศหญิง

ปี	$k_t$ female	อัตราการระจาก เนื่องอก ต่อ ประชากร 100,000 คน	อัตราการระจาก โรคติดเชื้อและ ประสิทธิ ต่อประชากร 100,000 คน
2554	1.998366	173.45	133.94
2555	2.048028	176.87	136.38
2556	2.114164	180.28	138.32
2557	2.186542	183.69	140.08
2558	2.261285	187.11	141.76
2559	2.336924	190.52	143.42
2560	2.412903	193.94	145.07
2561	2.48901	197.35	146.72
2562	2.565166	200.76	148.36
2563	2.641341	204.18	150.01
2564	2.717522	207.59	151.65
2565	2.793706	211.01	153.29

ตารางที่ 6.2 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราการมรณะ  $k_t$  และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงคลุยกภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราการมรณะ  $k_t$  เพศหญิง

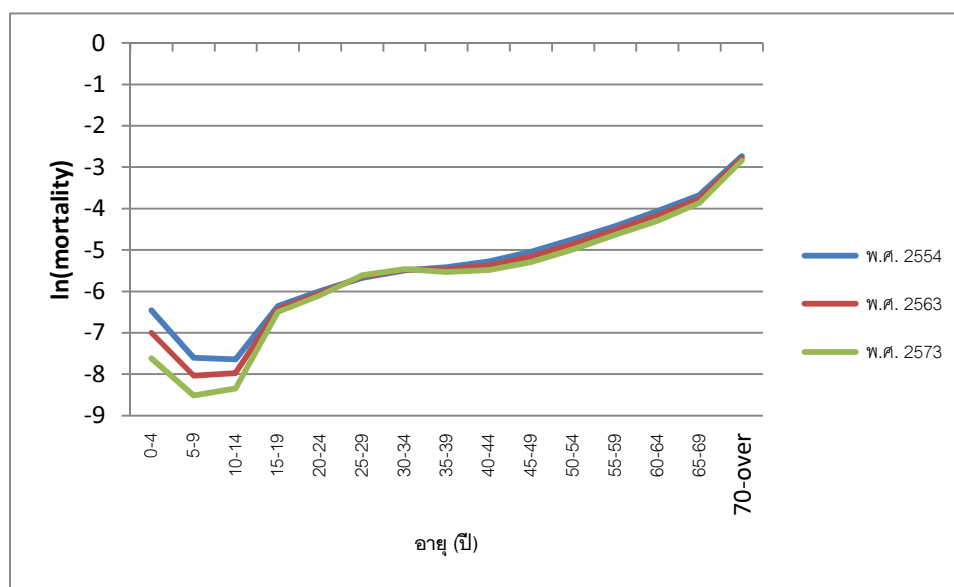
ปี	$k_t$ female	อัตราการมรณะจาก เนื้องอก ต่อ ประชากร 100,000 คน	อัตราการมรณะจาก โรคติดเชื้อและ ปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน
2566	2.869892	214.42	154.93
2567	2.946077	217.83	156.58
2568	3.022263	221.25	158.22
2569	3.098449	224.66	159.86
2570	3.174635	228.08	161.51
2571	3.25082	231.49	163.15
2572	3.327006	234.91	164.79
2573	3.403192	238.32	166.44

### 6.3 การหาค่าพยากรณ์อัตราการมรณะช่วงปีพ.ศ.2554 – 2557

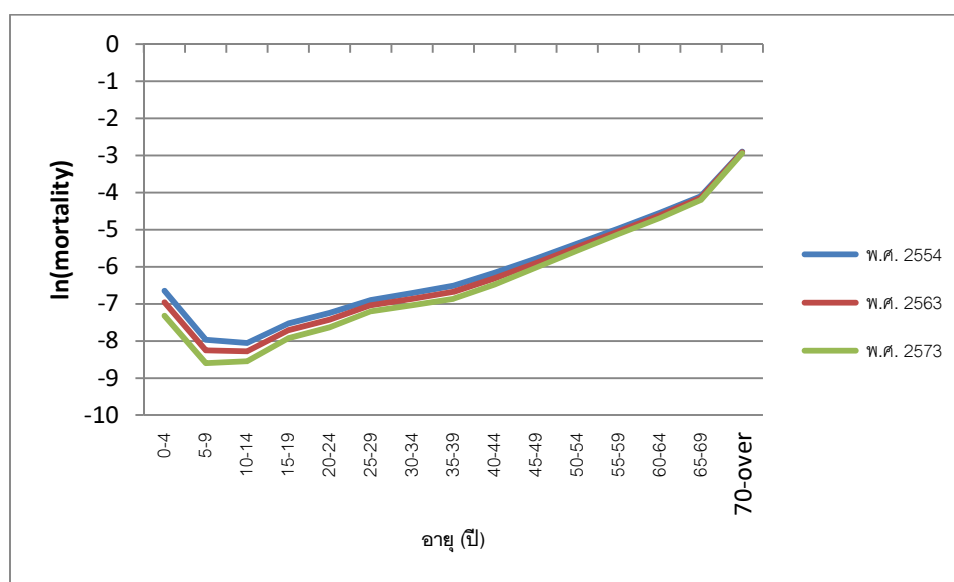
จากค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราการมรณะที่ได้ในช่วงต้นนั้น สามารถนำมาคำนวณหาค่าพยากรณ์อัตราการมรณะกลางปี ด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ได้ทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยอาศัยค่าประมาณ  $a_x$  และ  $b_x$  ที่คำนวณได้จากบทที่ 4 ดังนี้

$$\ln m_{x,2553+t} = a_x + b_x k_{2553+t}$$

รูปที่ 6.1 และ 6.2 แสดงค่าลอการิทึมอัตราการมรณะกลางปีของเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ เฉพาะในพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557 ที่ได้จากการพยากรณ์

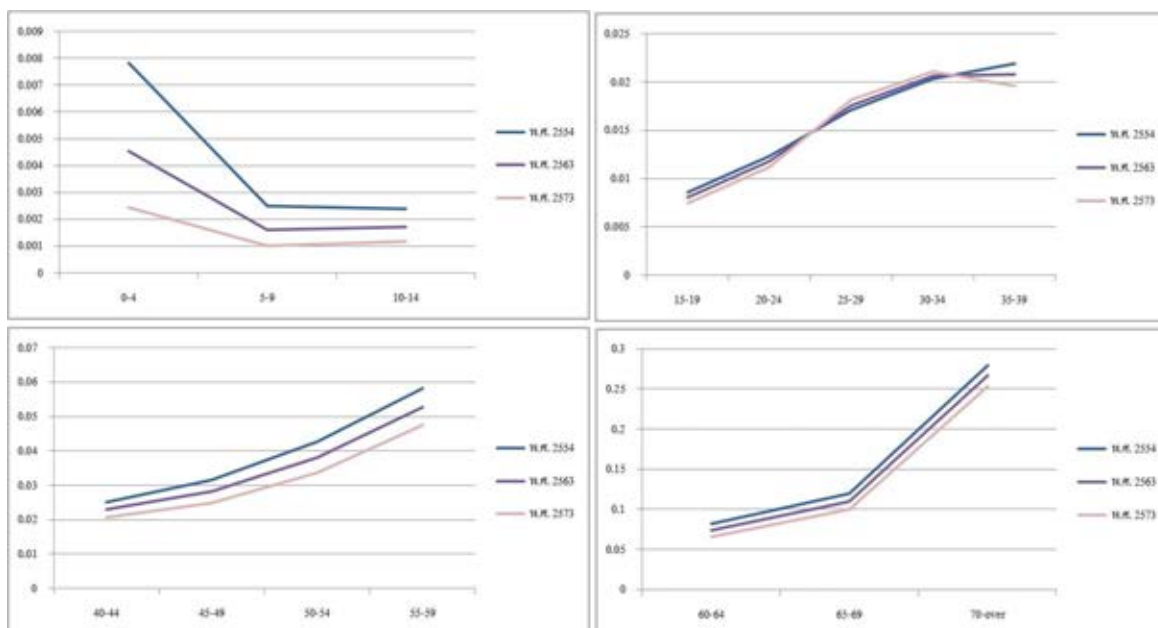


รูปที่ 6.1 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณะเพศชาย ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557

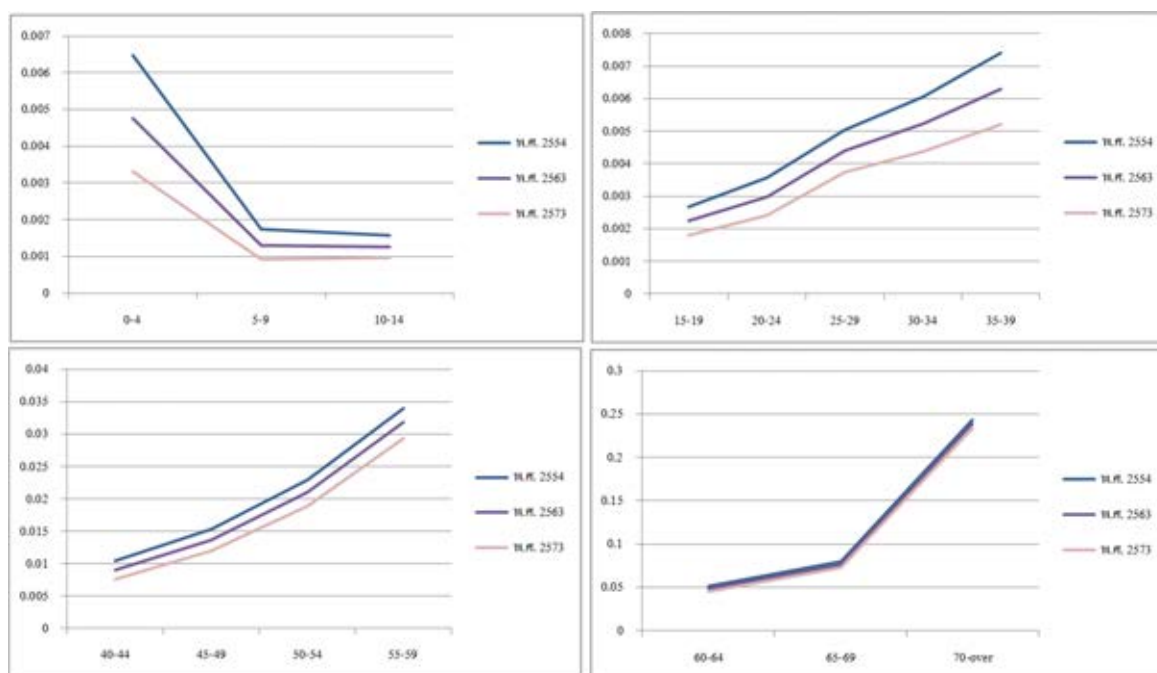


รูปที่ 6.2 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณะเพศหญิง ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2557

จากผลการพยากรณ์ค่าลอการิทึมของอัตราณะกลางปีในช่วงปีพ.ศ.2554-2573พบว่า มีค่าลอการิทึมอัตราณะกลางปีของแต่ละปีจะมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มอายุแล้วจะเห็นได้ว่าช่วงอายุตั้งแต่ 0-14 ปี ค่าลอการิทึมอัตราณะกลางปีจะลดลงอย่างช้าๆ โดยหลังจากนั้นค่าลอการิทึมอัตราณะกลางปีจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะให้เห็นได้ว่าค่าลอการิทึมอัตราณะกลางปีของเพศชายจะมีความผันผวนมากกว่าเพศหญิงเล็กน้อย แต่จะมีลักษณะของกราฟเป็นไปในลักษณะเดียวกัน และจากค่าลอการิทึมอัตราณะจะได้ค่าอัตราณะดังรูปที่ 6.3 และ 6.4



รูปที่ 6.3 ค่าพยากรณ์อัตรามรณะเพศชาย ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2573



รูปที่ 6.4 ค่าพยากรณ์อัตรามรณะเพศหญิง ปีพ.ศ. 2554 พ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2573

จากรูปที่ 6.3 และ 6.4 พบว่าค่าอัตรามรณะจากการพยากรณ์ของเพศชายและเพศหญิง มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันคือมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลตามรายอายุ และอัตรามรณะในแต่ละปีจะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตามจำนวนปีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในแต่ละกลุ่มอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 การเปลี่ยนแปลงของอัตราภาระ สำหรับเพศชายและหญิง

อายุ (ปี) เพศชาย	การเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2554 และ 2563	การเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2563 และ 2573	อายุ (ปี) เพศหญิง	การเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2554 และ 2563	การเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2563 และ 2573
0-4	-42.11%	-45.90%	0-4	-26.55%	-30.62%
5-9	-34.83%	-38.20%	5-9	-24.95%	-28.83%
10-14	-28.12%	-31.00%	10-14	-19.94%	-23.17%
15-19	-6.23%	-6.97%	15-19	-16.68%	-19.44%
20-24	-4.44%	-4.98%	20-24	-16.28%	-18.98%
25-29	2.82%	3.17%	25-29	-12.74%	-14.91%
30-34	1.72%	1.94%	30-34	-13.90%	-16.26%
35-39	-5.24%	-5.87%	35-39	-15.03%	-17.55%
40-44	-9.14%	-10.22%	40-44	-13.50%	-15.79%
45-49	-10.88%	-12.15%	45-49	-10.69%	-12.53%
50-54	-10.77%	-12.02%	50-54	-8.75%	-10.29%
55-59	-9.40%	-10.50%	55-59	-6.57%	-7.74%
60-64	-10.48%	-11.70%	60-64	-6.54%	-7.71%
65-69	-8.41%	-9.40%	65-69	-4.59%	-5.41%
70-over	-5.14%	-5.75%	70-over	-2.01%	-2.38%

## บทที่ 7

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 7.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาตัวแบบพยากรณ์อัตราฆาตกรรมของประชากรไทยในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อดัชนีอัตราฆาตกรรม ( $k_t$ ) คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน และอัตราฆาตกรรมของสาเหตุการตายที่สำคัญ และหาค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมของปีพ.ศ.2554 – 2573

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือ

1. จำนวนการตายและสาเหตุการตายตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานของบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศของประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 – 2553 โดยจำแนกออกตาม กลุ่มอายุ เพศ และ สาเหตุการตายที่สำคัญ ในการศึกษาสาเหตุการตายที่สำคัญได้แก่ โรคเนื้องอก(C00-D48) โรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย(V01-Y89) โรคระบบไหลเวียนโลหิต(I00-I99) โรคระบบทางเดินหายใจ(J00-J98)
2. จำนวนประชากรกลางปีตั้งแต่ปีจำแนกตามกลุ่มอายุแบ่งเป็นเพศชายหญิงตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 – 2553
3. ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 – 2553
4. อัตราการว่างงาน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 - 2553

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบและทดสอบคุณสมบัติของตัวแปรต่างๆ ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปหลายโปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม R i386 2.15.1, Eview 7.2 และ Microsoft Excel 2010 เมื่อได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ต้องการ และทำการทดสอบตัวแปรที่เกี่ยวข้องแล้ว จึงได้ทำการหาค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมของปีพ.ศ.2554 – 2573

ก่อนที่จะนำตัวแปรต่างๆ ไปใช้ในการพยากรณ์ค่าอัตราฆาตกรรมนั้น ได้ทำการทดสอบด้วยวิธี Unit root ว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่ง (stationary) หรือไม่ โดยผลของการทดสอบพบว่าตัวแปรทุกตัว ได้แก่ ดัชนีอัตราฆาตกรรม ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน และอัตราฆาตกรรมของสาเหตุการ

ตายที่สำคัญ เป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (at first difference) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และ จากนั้น ได้ทำการทดสอบเพื่อหาว่าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) กับดัชนีอัตราการมรณะ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพระยะยาวได้แก่ อัตราการมรณะจากเนื้องอก อัตราการมรณะจากโรคติดเชื้อและปรสิต และ อัตราการมรณะจากโรคไหลเวียนโลหิต สำหรับเพศชาย และอัตราการมรณะจากเนื้องอก และอัตราการมรณะจากโรคติดเชื้อและปรสิต สำหรับเพศหญิง

การพยากรณ์ค่าลอการิทึมของอัตราการมรณะกลางปีในปีพ.ศ.2554 – 2573 ทำได้โดยการใช้แบบจำลอง ARIMA พยากรณ์ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับดัชนีอัตราการมรณะ และนำไปแทนค่าในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ผลการศึกษาพบว่าช่วงอายุตั้งแต่ 0-14 ปี ค่าลอการิทึมอัตราการมรณะกลางปีจะลดลงอย่างช้าๆ โดยหลังจากนั้นค่าลอการิทึมอัตราการมรณะกลางปีจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งค่าลอการิทึมอัตราการมรณะกลางปีของเพศชายจะมีความผันผวนมากกว่าเพศหญิงเล็กน้อย แต่จะมีทิศทางแบบเดียวกัน และ ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลตามรายอายุ โดยในเพศชายจะมีค่าลดลงตามจำนวนปีที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ในเพศหญิงยังไม่เห็นความแตกต่างในแต่ละปีชัดเจน

## 7.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยนี้พบว่าตัวแปร ดัชนีอัตราการมรณะ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ(GDP) อัตราการว่างงาน และอัตราการมรณะของสาเหตุการตายที่สำคัญ ได้แก่ เนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุการตายภายนอกของการป่วยและการตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิต และโรคของระบบทางเดินหายใจ ทั้งเพศชายและหญิง เมื่อนำมาทดสอบ unit root โดยใช้วิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) สรุปได้ว่าเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งที่ระดับความต่างอันดับที่ 1 (At first difference) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 หรือ เรียกได้ว่ามีอันดับการ integration ที่อันดับที่ 1 ( $X_t \sim I(1)$ ) และเมื่อนำไปทดสอบ cointegration แล้วพบว่า ในเพศชายตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) กับดัชนีอัตราการมรณะ ได้แก่ อัตราการมรณะจากเนื้องอก อัตราการมรณะจากโรคติดเชื้อและปรสิต และ อัตราการมรณะจากโรคไหลเวียนโลหิต และ ในกลุ่มเพศหญิงตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) ได้แก่ อัตราการมรณะจากเนื้องอก และอัตราการมรณะจากโรคติดเชื้อและปรสิต โดยค่าดัชนีอัตราการมรณะ ( $K_t$ ) ที่ได้จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งผลการศึกษานี้จะแตกต่างกับงานวิจัยเรื่องการคาด



ประมาณอัตราการระเหยไทย (ณัฐกร สุรเมธากุล, 2552) ที่พบว่าดัชนีอัตราการระเหย ( $K_t$ ) มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนข้อมูลสถิติที่นำมาใช้ในการสร้างตัวแบบนั้นแตกต่างกันคือ ในงานวิจัยของณัฐกร สุรเมธากุล ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2541-2551 แต่ผู้วิจัยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2506 – 2553 ซึ่งโดยหลักการแล้วหากใช้ข้อมูลสถิติในอดีตที่มีจำนวนมากขึ้นจะทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมได้ชัดเจนมากกว่า อีกทั้งการคำนวณดัชนีอัตราการระเหย ( $K_t$ ) อาจจะมีการคลาดเคลื่อนเนื่องจากข้อมูลประชากรไทยกลางปีในอดีตที่นำมาคำนวณเป็นประชากรไทยกลางปีที่ได้จากการคาดประมาณ เนื่องจากข้อมูลมีความไม่ครบถ้วน

ในส่วนของการทดสอบความสัมพันธ์เชิงฤดูกาลระยะยาว ในปีค.ศ. 2009 Katja Hanewald ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ของดัชนีอัตราการระเหยกับเศรษฐกิจและสาเหตุการตาย โดยได้ทำการทดสอบความสัมพันธ์ในหลายประเทศพบว่า ดัชนีอัตราการระเหยของประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆที่ใกล้เคียงกับประเทศไทย คือตัวแปร ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการระเหยจากเนื้ออกและอัตราการระเหยจากโรคไหลเวียนโลหิต และการพยากรณ์ค่าลอการิทึมอัตราการระเหยกลางปี และอัตราการระเหยที่ได้จากตัวแบบลิ-คาร์เตอร์จากการวิจัยในครั้งนี้ สรุปได้ว่าค่าพยากรณ์ของทั้งเพศชายและเพศหญิงเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลตามอายุ โดยเพศชายจะมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆตามจำนวนปีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของอัตราการระเหยได้จากตารางที่ 6.3 ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับงานวิจัยเรื่องการคาดประมาณอัตราการระเหยไทย (ณัฐกร สุรเมธากุล, 2552) และ งานวิจัยเรื่องการพยากรณ์อัตราการระเหยในต่างประเทศตัวแบบลิ-คาร์เตอร์ (Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence R. , 1992) ซึ่งใช้ข้อมูลของประชากรของประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังพบว่าค่าอัตราการระเหยที่ได้จากการพยากรณ์มีความสอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางด้านการแพทย์ของประเทศไทยที่มีความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการในทางนี้มากขึ้น ทำให้อัตราการเสียชีวิตของประชากรลดต่ำลง (หนังสือพิมพ์ มติชน, 2551)

### 7.3 การนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางด้านการประกันชีวิตได้ โดยสามารถนำอัตราการระเหยที่พยากรณ์ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยง หรือการกำหนดเบี้ยประกันภัยในกรมธรรม์แบบต่างๆ ที่มีความคุ้มครองระยะยาวมาก ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการระเหยที่ใช้ในการ

กำหนดเบี้ยประกันภัยกับอัตราภาระที่เกิดขึ้นจริงมักจะมี ความแตกต่างต่างกัน ดังนั้นถ้าหากนัก คณิตศาสตร์ประกันภัยสามารถพยากรณ์อัตราภาระได้อย่างแม่นยำแล้ว จะทำให้สามารถวิเคราะห์ ความเสี่ยง และกำหนดเบี้ยประกันภัย หรือมูลค่าเวนคืนของกรมธรรม์แบบต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และมี ประสิทธิภาพมากขึ้น อันจะทำให้บริษัทประกันชีวิตสามารถป้องกันความเสี่ยงต่างๆที่จะเกิดขึ้นได้ แต่ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลของประชากร ไม่ใช่ข้อมูลประสบการณ์ของผู้เอาประกันชีวิต ใน การนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้โดยตรงนั้น ย่อมมีข้อบกพร่อง นักคณิตศาสตร์ประกันภัยควรที่จะ ทำการศึกษาหาค่าพยากรณ์อัตราภาระของผู้เอาประกันภัยโดยตรง หรือหาวิธีการในการเชื่อมโยงอัตรา ภาระที่พยากรณ์ได้จากประชากรกับอัตราภาระของผู้เอาประกันชีวิตต่อไป

#### 7.4 ข้อเสนอแนะ

1. จากข้อมูลประชากรรายปีที่นำมาใช้ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ พบปัญหาเรื่องการ ขาดแคลนข้อมูลในอดีต ซึ่งในช่วงปีพ.ศ. 2503 – 2533 ได้นำข้อมูลมาจากหนังสือคาดประมาณ ประชากรของประเทศไทย 2503 – 2533 และ 2533 – 2563 ของกองวางแผนทรัพยากรมนุษย์ สำนักงาน คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการ คำนวณได้ เพราะฉะนั้นในการทำการวิจัยต่อไป ควรจะหาข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนนี้เพื่อให้มีความแม่นยำ มากขึ้น

2. จากข้อมูลสาเหตุการตายต่างๆ พบปัญหาเรื่องบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ซึ่ง ปัจจุบันใช้ฉบับปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD-10) เนื่องจากในอดีตนั้นประเทศไทยมีการใช้ทั้ง ICD-7 ไปจนถึง ICD-9 โดยในทุกครั้งที่มีการปรับปรุงแก้ไข จะมีการจำแนกโรคที่ละเอียดมากขึ้น ทำให้ข้อมูล ที่นำมาคำนวณในอดีตมีโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อน อีกทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตยังไม่ได้ มีการจัดเก็บอยู่ภายในระบบคอมพิวเตอร์ทำให้ใช้เวลานานในการนำข้อมูลมาใช้ ซึ่งในการรวบรวม ข้อมูลการตายจำแนกตามสาเหตุการตายในการทำวิจัยต่อไป ควรจะศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องการตก จดทะเบียน การจำแนกโรคที่ผิดพลาดเพื่อให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด

3. ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ที่นำมาใช้คำนวณไม่ได้เป็น ผลิตภัณฑ์ มวลรวมในประเทศ ต่อประชากร (GDP per capita) ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการ

คำนวณ โดยในการทำการวิจัยต่อไปควรจะนำข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ต่อประชากร (GDP per capita) มาใช้ในการคำนวณเพื่อให้เกิดความถูกต้องและเป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับตัวแปรอื่น

4. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะนำตัวแปรอื่นๆที่คาดว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับ อัตราภาระ มาทำการทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ และทำการพยากรณ์อัตราภาระจากตัวแบบเพื่อหาแนวโน้มในอนาคต นอกจากนี้ควรจะมีการเปรียบเทียบกับการพยากรณ์อัตราภาระด้วยวิธีอื่นเพื่อให้หาตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- ณิชา ราชฤทธิ์ และ รศ.ดร.สุวณี สุรเสียงสังข์. ตัวแบบพยากรณ์อัตราณณะของประชากรไทยโดยวิธีของถึและคาร์เตอร์. วรสารประชากรศาสตร์ 22 (กันยายน 2549): 25-43.
- ณัฐกร สุรเมธากุล. การคาดประมาณอัตราณณะไทย: การเปรียบเทียบ 3 วิธีการ(ถึ-คาร์เตอร์ พืซซีถึ-คาร์เตอร์ และ การเปลงของแวง). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ ประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- นันทวัน อินทชาติ. แบบแผนและความแตกต่างของสาเหตุการตายในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ประชากรศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล, 2547.
- วัฒนา ส.จันเจริญ และ จิตร สิทธิอมร. ภาวะโรคในคนไทยและแนวคิดเพื่อการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค. วิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- เสาวรส ใหญ่สว่าง. เอกสารประกอบคำสอน วิชา 2603681 คณิตศาสตร์ประกันชีวิต 1. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- อัครพงค์ อ้นทอง. คู่มือการใช้โปรแกรม EViews เบื้องต้น: สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ. สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.
- อัครพงค์ อ้นทอง. คู่มือการใช้โปรแกรม EViews เพื่อการวิเคราะห์ Unit Root, Cointegration และ Error Correction Model (ตามวิธีการของ Engel and Granger). สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

### ภาษาอังกฤษ

- David A. Dickey and Wayne A. Fuller. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time series With a Unit Root. Journal of the American Statistical Association 74 (1979): 427-431
- Engle, R. F., and C. W. J. Granger. Cointegration and Error Correction : Representation, Estimation, and Testing. Econometrica 55 (1987): 251-276.
- Fedrio Giroso and Gary King . Understanding the Lee-Carter Mortality Forecasting Method [Online]. 2007. Available from : <http://gking.harvard.edu/files/abs/lc-abs.shtml> [2012, March 13]

- Haidong Wang and Samuel H. Preston. Forecasting United States mortality using cohort smoking histories. PNAS 106 (January 2009): 393-398.
- Heather Booth and Leonie Tickle. Mortality Modeling and Forecasting : A Review of Methods. ADSRI Working Paper 3 (2008): 1-41.
- Heather Booth and Leonie Tickle. Demographic Forecasting: 1980 to 2005 in Review. International Journal of Forecasting 22 (2006): 547-581
- James G. MacKinnon. Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests. Journal of Applied Econometrics 11 (1996): 601-618
- Katja Hanewald. Mortality modeling: Lee-Carter and the macroeconomy. Longevity 5: The Fifth International Longevity Risk and Capital Markets Solutions Conference in New York (2009).
- Katja Hanewald , Explaining Mortality Dynamics : The Role of Macroeconomic Fluctuations and Cause of Death Trends. The North American Actuarial Journal (NAAJ)–Volume 15, Number 2 (2011).
- Lee, Ronald D. and Carter ,Lawrence. Modeling and Forecasting U.S. Mortality. Journal of the American Statistical Association 87 (September 1992): 659-675.
- Siu-Hang Li and Wai-Sum Chan. Outlier analysis and mortality forecasting : The United Kingdom and Scandinavian countries. Scandinavian Actuarial Journal 3 (May 2005): 187-211.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้ว เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ ก1 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2506-2523

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514
0-4	44575	44893	38483	43291	36778	36866	35816	32137	30925
5-9	7006	7022	6004	7185	6516	6215	6689	5816	6042
10-14	3538	3618	3554	3674	3752	3637	3603	3447	3782
15-19	3138	3444	3696	3812	3925	3895	3935	4334	4681
20-24	3239	3575	3741	3607	3914	3982	3934	4303	4889
25-29	3445	3626	3737	3675	3755	3667	3647	3861	3845
30-34	3652	3779	4145	4004	4190	4202	4212	4204	4245
35-39	4097	4396	4432	4553	4856	4883	4808	4821	5034
40-44	4389	4533	4721	4743	5087	5050	5554	5459	5487
45-49	5471	5132	5127	5016	5477	5492	5621	5743	5829
50-54	6195	5867	5789	6024	6382	6512	6599	6446	6488
55-59	6547	6365	6139	6358	6941	6944	7402	6955	7054
60-64	7297	6981	6795	7342	7738	8039	8295	8066	8056
65-69	6417	6244	6160	6508	7166	7443	8535	8048	8000
70-over	16706	16071	15952	17546	19150	19378	22935	20726	21499
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523
0-4	34609	32007	31758	29194	29503	20799	20083	18225	17000
5-9	6586	5995	5763	5107	5536	5825	5416	4980	4901
10-14	3832	3929	3885	3352	3745	4020	3890	3655	3552
15-19	4845	5082	5029	5120	5191	5781	6176	5894	5989
20-24	4698	5219	5549	5666	5972	6630	7580	7836	7776
25-29	4208	4288	4725	4511	4868	5465	6340	6380	6541
30-34	4365	4497	4761	4844	4601	4790	5438	5525	5645
35-39	5052	5115	5537	5834	5469	5760	5771	5797	5793
40-44	5710	5894	6364	6582	6339	6700	6997	7193	7306
45-49	6131	6411	6678	7086	6842	7357	7894	8145	8539
50-54	6532	6693	7041	7241	7005	7808	8260	8802	9415
55-59	7661	7445	7414	7586	7141	7925	8251	8644	8967
60-64	8655	8503	8996	8931	8949	9717	9895	9933	10298
65-69	10787	8824	8865	8518	8813	9797	9703	10041	10542
70-over	23896	23727	25398	23800	25465	27272	27960	29068	31501



ตารางที่ ก2 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ. 2524-2541

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532
0-4	12084	11720	11617	9097	8352	7089	7152	6018	5383
5-9	3109	3063	3039	2519	2414	1909	2126	1643	1509
10-14	2337	2159	2277	1835	1765	1484	1536	1339	1281
15-19	3426	3319	3304	2718	2391	2096	2168	2074	2170
20-24	3314	3220	3429	2830	2510	2372	2298	2204	2350
25-29	2807	2944	3117	2594	2374	2187	2110	2101	2244
30-34	2832	3038	3172	2684	2561	2420	2346	2356	2476
35-39	2986	3125	3320	2845	2864	2630	2720	2733	2953
40-44	4068	4040	4065	3432	3400	3317	3210	3147	3546
45-49	4948	5002	5074	4521	4583	4166	4330	4045	4407
50-54	5572	6070	6242	5594	5833	5690	5796	5883	5882
55-59	5672	6161	6544	5980	6275	5842	6604	6547	7060
60-64	6564	7038	7358	6921	6982	6951	7516	7453	8132
65-69	7227	7938	8269	7503	7923	7468	8349	8112	8934
70-over	31494	34420	36843	33301	35847	37267	41494	41814	45052
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541
0-4	5155	5300	4857	4752	4780	4967	2266	2315	7609
5-9	1558	1365	1265	1173	1161	1166	1176	1128	1092
10-14	1244	1177	1142	1158	1182	1179	1201	919	782
15-19	2070	2104	2011	2107	2111	2013	2242	1864	1437
20-24	2278	2190	2229	2269	2548	2954	3720	3386	3253
25-29	2260	2315	2354	2477	2758	3417	4368	4697	5103
30-34	2577	2595	2592	2697	3034	3508	4274	4328	4638
35-39	2878	3085	3117	3204	3641	3922	4451	4032	4209
40-44	3602	3816	3929	3971	4420	4648	5152	4628	4629
45-49	4377	4482	4499	4695	4859	5387	5963	5335	5258
50-54	6059	6140	6254	6096	6275	6331	6652	5975	5823
55-59	6994	7602	7613	8054	8102	8023	8866	7654	7347
60-64	8503	8643	9423	9671	10204	10667	11712	10181	9893
65-69	9080	9660	10238	10597	11425	11955	12664	11228	11716
70-over	45956	48655	51220	52037	54515	56274	58069	51744	58835

ตารางที่ ก3 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ. 2542-2553

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
0-4	5054	3938	4403	4149	3985	4013	3836	3513	3448
5-9	1251	1310	1397	1513	1272	1103	952	855	801
10-14	873	866	914	1004	962	1012	968	934	945
15-19	1663	1604	1416	1478	1502	1584	1337	1300	1240
20-24	3579	3423	2936	2827	2379	2238	1831	1710	1547
25-29	6042	6526	6161	6131	4969	4188	3423	2962	2620
30-34	5883	6230	6548	6702	5964	5474	4514	3935	3761
35-39	5290	5816	6010	6106	6008	5652	5207	4907	4689
40-44	5965	5964	6059	6270	6274	6261	6055	6067	5879
45-49	6496	6745	6895	7174	7153	7347	7183	7179	7166
50-54	7019	7419	7756	8131	8413	8776	8741	8939	8876
55-59	8595	8582	8579	8688	8857	9939	10172	10165	10504
60-64	11518	11529	11359	11573	11041	11964	11843	11647	11599
65-69	14110	14269	14743	14944	15165	15849	15957	15584	15261
70-over	65815	67608	71018	74190	78223	83164	87730	88616	92749
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553						
0-4	3402	3244	3201						
5-9	695	624	666						
10-14	867	878	764						
15-19	1303	1253	1309						
20-24	1475	1377	1435						
25-29	2356	2128	2011						
30-34	3455	3171	2972						
35-39	4462	4211	4147						
40-44	5657	5563	5606						
45-49	7217	6956	7209						
50-54	8850	8616	8887						
55-59	10794	10455	10953						
60-64	11886	12059	12687						
65-69	15074	14651	14861						
70-over	95744	95914	101831						

ตารางที่ ก4 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ. 2506-2523

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514
0-4	35232	35811	30852	35644	30425	30143	29224	25669	25593
5-9	5977	5985	5096	6320	5731	5181	6090	4814	5371
10-14	2835	2945	2773	3113	2810	2795	2851	2609	2948
15-19	2537	2797	2827	3040	3021	3014	2887	3005	3350
20-24	3429	3312	3230	3174	3347	3191	3290	3050	3223
25-29	3526	3570	3450	3481	3256	2982	2937	2745	2690
30-34	4045	3871	3796	3802	3779	3630	3590	3180	3280
35-39	4207	3924	3990	4008	3951	3906	4118	3706	3801
40-44	3943	3816	3832	3746	3946	3981	4187	3991	3833
45-49	3780	3483	3480	3669	3830	3848	3981	3807	3729
50-54	4135	3906	3769	4011	4214	4282	4521	4165	4215
55-59	4486	4262	4117	4129	4221	4463	4848	4360	4694
60-64	4932	4737	4681	5198	5222	5619	5967	5352	5326
65-69	4852	4856	4570	4934	5160	5410	6355	5837	5738
70-over	18513	17047	16660	19091	20389	21303	24640	21313	22078
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523
0-4	28160	24691	24285	21887	21304	16516	15766	14293	13224
5-9	5916	5287	5094	4827	4582	5033	4547	4077	3886
10-14	3076	3071	3235	2760	2706	3013	3011	2755	2630
15-19	3500	3409	3565	3333	3344	3594	3822	3562	3611
20-24	3411	3462	3795	3281	3334	3644	3638	3598	3663
25-29	2912	2826	3126	2645	2699	2984	3115	2981	3052
30-34	3469	3177	3340	2690	2865	2793	2982	2878	2933
35-39	3882	3835	3980	3405	3452	3415	3391	3193	3212
40-44	4391	4199	4458	3984	4211	4237	4359	4323	4328
45-49	4119	4212	4452	4158	4327	4760	4911	4888	5097
50-54	4621	4556	4658	4501	4573	4884	5008	5309	5815
55-59	4868	4962	5118	5060	4700	5112	5129	5454	5819
60-64	5918	5665	6052	5981	6028	6621	6390	6487	6905
65-69	4412	6259	6660	6451	6515	6807	6753	6959	7335
70-over	25515	24946	26403	26043	26699	27572	28470	30072	32569

ตารางที่ ก5 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2524-2541

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532
0-4	12084	11720	11617	9097	8352	7089	7152	6018	5383
5-9	3109	3063	3039	2519	2414	1909	2126	1643	1509
10-14	2337	2159	2277	1835	1765	1484	1536	1339	1281
15-19	3426	3319	3304	2718	2391	2096	2168	2074	2170
20-24	3314	3220	3429	2830	2510	2372	2298	2204	2350
25-29	2807	2944	3117	2594	2374	2187	2110	2101	2244
30-34	2832	3038	3172	2684	2561	2420	2346	2356	2476
35-39	2986	3125	3320	2845	2864	2630	2720	2733	2953
40-44	4068	4040	4065	3432	3400	3317	3210	3147	3546
45-49	4948	5002	5074	4521	4583	4166	4330	4045	4407
50-54	5572	6070	6242	5594	5833	5690	5796	5883	5882
55-59	5672	6161	6544	5980	6275	5842	6604	6547	7060
60-64	6564	7038	7358	6921	6982	6951	7516	7453	8132
65-69	7227	7938	8269	7503	7923	7468	8349	8112	8934
70-over	31494	34420	36843	33301	35847	37267	41494	41814	45052
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541
0-4	5155	5300	4857	4752	4780	4967	2266	2315	7609
5-9	1558	1365	1265	1173	1161	1166	1176	1128	1092
10-14	1244	1177	1142	1158	1182	1179	1201	919	782
15-19	2070	2104	2011	2107	2111	2013	2242	1864	1437
20-24	2278	2190	2229	2269	2548	2954	3720	3386	3253
25-29	2260	2315	2354	2477	2758	3417	4368	4697	5103
30-34	2577	2595	2592	2697	3034	3508	4274	4328	4638
35-39	2878	3085	3117	3204	3641	3922	4451	4032	4209
40-44	3602	3816	3929	3971	4420	4648	5152	4628	4629
45-49	4377	4482	4499	4695	4859	5387	5963	5335	5258
50-54	6059	6140	6254	6096	6275	6331	6652	5975	5823
55-59	6994	7602	7613	8054	8102	8023	8866	7654	7347
60-64	8503	8643	9423	9671	10204	10667	11712	10181	9893
65-69	9080	9660	10238	10597	11425	11955	12664	11228	11716
70-over	45956	48655	51220	52037	54515	56274	58069	51744	58835

ตารางที่ 6 ข้อมูลจำนวนการตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2542-2553

อายุ(ปี) หญิง	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
0-4	5054	3938	4403	4149	3985	4013	3836	3513	3448
5-9	1251	1310	1397	1513	1272	1103	952	855	801
10-14	873	866	914	1004	962	1012	968	934	945
15-19	1663	1604	1416	1478	1502	1584	1337	1300	1240
20-24	3579	3423	2936	2827	2379	2238	1831	1710	1547
25-29	6042	6526	6161	6131	4969	4188	3423	2962	2620
30-34	5883	6230	6548	6702	5964	5474	4514	3935	3761
35-39	5290	5816	6010	6106	6008	5652	5207	4907	4689
40-44	5965	5964	6059	6270	6274	6261	6055	6067	5879
45-49	6496	6745	6895	7174	7153	7347	7183	7179	7166
50-54	7019	7419	7756	8131	8413	8776	8741	8939	8876
55-59	8595	8582	8579	8688	8857	9939	10172	10165	10504
60-64	11518	11529	11359	11573	11041	11964	11843	11647	11599
65-69	14110	14269	14743	14944	15165	15849	15957	15584	15261
70-over	65815	67608	71018	74190	78223	83164	87730	88616	92749
อายุ(ปี) หญิง	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553						
0-4	3402	3244	3201						
5-9	695	624	666						
10-14	867	878	764						
15-19	1303	1253	1309						
20-24	1475	1377	1435						
25-29	2356	2128	2011						
30-34	3455	3171	2972						
35-39	4462	4211	4147						
40-44	5657	5563	5606						
45-49	7217	6956	7209						
50-54	8850	8616	8887						
55-59	10794	10455	10953						
60-64	11886	12059	12687						
65-69	15074	14651	14861						
70-over	95744	95914	101831						

ภาคผนวก ข

ข้อมูลจำนวนการประชารกตางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ ข1 ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2506-2523

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514
0-4	2596897	2677401	2758000	2844050	2933068	3025372	3120974	3243000	3224000
5-9	2254076	2323953	2282000	2353198	2426854	2503227	2582329	2746000	2866000
10-14	1941923	2002122	2021000	2084055	2149286	2216924	2286979	2316000	2395000
15-19	1426048	1470256	1745000	1799444	1855767	1914168	1974655	2003000	2052000
20-24	1113895	1148426	1280000	1319936	1361250	1404089	1448458	1702000	1755000
25-29	1036130	1068250	998000	1029138	1061350	1094750	1129344	1279000	1367000
30-34	895935	923709	923000	951798	981589	1012479	1044474	985000	1029000
35-39	782026	806269	795000	819804	845464	872071	899628	892000	890000
40-44	601306	619947	687000	708434	730608	753601	777414	770000	791000
45-49	500541	516057	517000	533130	549817	567120	585041	649000	666000
50-54	455634	469759	430000	443416	457295	471686	486591	493000	519000
55-59	369108	380550	382000	393918	406248	419033	432274	402000	407000
60-64	274914	283436	304000	313485	323297	333471	344009	303000	314000
65-69	189483	195357	216000	222739	229711	236940	244427	215000	222000
70-over	224531	231492	254000	261925	270123	278624	287429	253000	261000
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523
0-4	3210000	3201000	3196000	3196000	3219000	3238000	3251000	3260000	3231000
5-9	2968000	3052000	3118000	3165000	3147000	3135000	3127000	3124000	3184000
10-14	2475000	2556000	2637000	2719000	2839000	2941000	3024000	3090000	3120000
15-19	2104000	2162000	2224000	2291000	2370000	2449000	2530000	2611000	2687000
20-24	1808000	1861000	1916000	1971000	2019000	2072000	2129000	2191000	2296000
25-29	1450000	1528000	1601000	1670000	1721000	1774000	1827000	1882000	1877000
30-34	1077000	1131000	1189000	1251000	1338000	1420000	1497000	1570000	1455000
35-39	896000	909000	931000	960000	1003000	1051000	1104000	1161000	1185000
40-44	810000	829000	847000	864000	862000	868000	882000	903000	1069000
45-49	684000	702000	719000	737000	758000	777000	796000	813000	889000
50-54	544000	567000	590000	611000	628000	645000	662000	679000	736000
55-59	415000	425000	437000	452000	477000	500000	522000	543000	555000
60-64	325000	335000	345000	354000	359000	366000	376000	387000	419000
65-69	229000	236000	244000	252000	261000	270000	279000	287000	323000
70-over	271000	280000	290000	299000	311000	321000	332000	344000	402000

ตารางที่ ข2 ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2524-2541

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532
0-4	3219000	3206000	3190000	3173000	3153000	3128000	3102000	3076000	3050000
5-9	3189000	3192000	3192000	3189000	3184000	3175000	3164000	3150000	3135000
10-14	3132000	3143000	3151000	3158000	3164000	3170000	3173000	3174000	3172000
15-19	2798000	2895000	2977000	3044000	3097000	3110000	3121000	3130000	3138000
20-24	2364000	2435000	2507000	2581000	2657000	2768000	2864000	2946000	3014000
25-29	1957000	2036000	2114000	2190000	2266000	2334000	2405000	2477000	2551000
30-34	1535000	1614000	1693000	1772000	1850000	1930000	2008000	2086000	2163000
35-39	1222000	1265000	1314000	1369000	1430000	1509000	1588000	1667000	1745000
40-44	1074000	1086000	1104000	1128000	1158000	1195000	1238000	1287000	1342000
45-49	923000	954000	983000	1010000	1035000	1041000	1054000	1072000	1096000
50-54	756000	777000	799000	823000	848000	881000	912000	940000	967000
55-59	583000	610000	636000	661000	685000	704000	725000	746000	769000
60-64	432000	446000	461000	479000	498000	524000	548000	572000	596000
65-69	326000	331000	338000	346000	355000	366000	379000	393000	408000
70-over	416000	431000	445000	460000	474000	487000	500000	515000	531000
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541
0-4	3024000	2970925	2939785	2909077	2754833	2735627	2726189	2712610	2693738
5-9	3117000	3072240	3048004	3020125	2797951	2766599	2740579	2731620	2728121
10-14	3167000	3136804	3125446	3108369	2928385	2897406	2868182	2837653	2807889
15-19	3144000	3129851	3131403	3129191	2970794	2959920	2943321	2937891	2923090
20-24	3067000	3060321	3069847	3076641	2895369	2899567	2906822	2924861	2920372
25-29	2627000	2718629	2813695	2891230	2715463	2736679	2756741	2787352	2814447
30-34	2238000	2290522	2358977	2428197	2474771	2499156	2520269	2552002	2589959
35-39	1823000	1889234	1965814	2039526	2209948	2250472	2286393	2320683	2349032
40-44	1402000	1470066	1546837	1622103	1832369	1904498	1966700	2029711	2089511
45-49	1126000	1154201	1196367	1242356	1409480	1460212	1525741	1600653	1685572
50-54	991000	990308	1001771	1018276	1190153	1209672	1230544	1262579	1300935
55-59	793000	819463	847881	874508	1056304	1067464	1080793	1093640	1107599
60-64	618000	631731	650307	669266	826450	857670	866996	892363	925675
65-69	425000	444000	465640	485838	547846	588570	609628	635907	665925
70-over	548000	560215	578823	596886	768916	782277	796932	814924	841851



ตารางที่ ข3 ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2542-2553

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
0-4	2654330	2609093	2585196	2216328	2135667	2081195	2056396	2052128	2056613
5-9	2717478	2686100	2660868	2583402	2568629	2488700	2391579	2307484	2218705
10-14	2772110	2727864	2703556	2494040	2533652	2521784	2501873	2518433	2533530
15-19	2892981	2847216	2811838	2583159	2514361	2444565	2403722	2415390	2455389
20-24	2921187	2893292	2878924	2801153	2767812	2694174	2612500	2556391	2493415
25-29	2826281	2820307	2831826	2873201	2848712	2787875	2743691	2732417	2707630
30-34	2614588	2624185	2649389	2918377	2896737	2830760	2776845	2752851	2736915
35-39	2362235	2377168	2400336	2755005	2791945	2773737	2737307	2752057	2765000
40-44	2127974	2156239	2185314	2386633	2462286	2498935	2522495	2566963	2599575
45-49	1758196	1821532	1879295	1950168	2019315	2072878	2126722	2182097	2238123
50-54	1339268	1385578	1448237	1489348	1567885	1614389	1660737	1745107	1820124
55-59	1114202	1123818	1146835	1060733	1109491	1158610	1220292	1301905	1370622
60-64	948209	964901	952248	983588	983806	956330	940392	952137	957834
65-69	693704	737745	749992	781977	796797	796949	790804	796514	793409
70-over	878163	912574	935413	1149454	1200404	1215191	1232355	1281389	1305036
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553						
0-4	2059998	2049110	2027419						
5-9	2156667	2112537	2091519						
10-14	2525515	2476262	2405251						
15-19	2499825	2519716	2529185						
20-24	2441424	2394941	2375846						
25-29	2686350	2646702	2590799						
30-34	2725157	2710730	2702622						
35-39	2746946	2724932	2709394						
40-44	2629250	2649031	2646802						
45-49	2298572	2366100	2417038						
50-54	1867372	1941726	2013293						
55-59	1431049	1493371	1549424						
60-64	978674	1036150	1105494						
65-69	780073	782318	792400						
70-over	1316615	1370879	1415981						

ตารางที่ ข4 ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2506-2523

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514
0-4	2490656	2568364	2661000	2744023	2829911	2919619	3011879	3113000	3095000
5-9	2178502	2246471	2193000	2261422	2332204	2406135	2482169	2664000	2772000
10-14	1805013	1861330	1961000	2022183	2085478	2151587	2219577	2235000	2319000
15-19	1434810	1479576	1620000	1670544	1722832	1777446	1833613	1935000	1981000
20-24	1164277	1200603	1294000	1334373	1376139	1419762	1464627	1631000	1687000
25-29	1056940	1089917	1039000	1071417	1104952	1139979	1176002	1248000	1325000
30-34	917841	946477	945000	974484	1004985	1036843	1069608	1013000	1044000
35-39	775455	799649	817000	842490	868860	896403	924730	935000	934000
40-44	603497	622326	692000	713590	735926	759255	783247	798000	825000
45-49	507112	522934	532000	548598	565770	583704	602149	676000	694000
50-54	451253	465332	444000	457853	472184	487152	502546	518000	546000
55-59	364727	376106	395000	407324	420073	433390	447085	428000	435000
60-64	277105	285750	307000	316578	326487	336837	347481	327000	341000
65-69	192768	198783	226000	233051	240346	247965	255800	241000	249000
70-over	289153	298174	307000	316579	326487	336837	347481	357000	364000
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523
0-4	3081000	3071000	3066000	3065000	3088000	3105000	3118000	3125000	3113000
5-9	2863000	2938000	2996000	3039000	3025000	3016000	3010000	3007000	3053000
10-14	2402000	2484000	2564000	2643000	2750000	2841000	2916000	2975000	2992000
15-19	2032000	2088000	2149000	2216000	2300000	2382000	2463000	2544000	2601000
20-24	1743000	1799000	1855000	1911000	1957000	2009000	2065000	2126000	2278000
25-29	1400000	1472000	1540000	1606000	1662000	1718000	1774000	1830000	1873000
30-34	1081000	1123000	1172000	1226000	1303000	1377000	1448000	1516000	1429000
35-39	939000	951000	969000	992000	1023000	1060000	1102000	1150000	1179000
40-44	850000	873000	894000	912000	912000	917000	929000	947000	1111000
45-49	713000	733000	753000	773000	800000	825000	848000	868000	936000
50-54	574000	600000	624000	648000	666000	684000	703000	723000	765000
55-59	444000	456000	471000	488000	515000	541000	566000	590000	577000
60-64	354000	367000	380000	392000	398000	407000	419000	432000	459000
65-69	259000	266000	275000	285000	298000	310000	321000	333000	359000
70-over	372000	380000	390000	400000	410000	422000	435000	449000	565000

ตารางที่ ข5 ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2524-2541

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532
0-4	3107000	3098000	3086000	3070000	3052000	3025000	2997000	2970000	2942000
5-9	3066000	3076000	3082000	3085000	3084000	3079000	3071000	2880000	2850000
10-14	3003000	3013000	3023000	3032000	3040000	3053000	3063000	3070000	3073000
15-19	2703000	2791000	2866000	2929000	2978000	2989000	3000000	3010000	3019000
20-24	2333000	2391000	2452000	2516000	2583000	2684000	2773000	2848000	2911000
25-29	1956000	2037000	2114000	2187000	2258000	2313000	2371000	2432000	2496000
30-34	1517000	1603000	1688000	1771000	1853000	1936000	2016000	2093000	2166000
35-39	1210000	1249000	1296000	1349000	1411000	1498000	1584000	1668000	1751000
40-44	1106000	1109000	1119000	1136000	1160000	1191000	1229000	1275000	1329000
45-49	974000	1008000	1038000	1064000	1086000	1082000	1085000	1095000	1112000
50-54	793000	821000	849000	877000	906000	943000	977000	1006000	1032000
55-59	609000	640000	671000	701000	730000	757000	784000	811000	839000
60-64	469000	482000	498000	516000	537000	567000	597000	626000	654000
65-69	367000	376000	386000	397000	409000	419000	430000	445000	462000
70-over	579000	594000	608000	624000	639000	653000	669000	686000	705000
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541
0-4	2915000	2873944	2833426	2796717	2692874	2677238	2674150	2662670	2647925
5-9	2832500	2855645	2958650	2923526	2727221	2702335	2687394	2685244	2683267
10-14	3073000	3061483	3043126	3022595	2831320	2809399	2787842	2768758	2743777
15-19	3028000	3034549	3033187	3030520	2862166	2859071	2851841	2849788	2840054
20-24	2960000	2964721	2964613	2966125	2772451	2789396	2800010	2818825	2831232
25-29	2563000	2657475	2736030	2801671	2624977	2643955	2661949	2681173	2715455
30-34	2237000	2286386	2336508	2389544	2435322	2467863	2494099	2526014	2552550
35-39	1832000	1910310	1981709	2051719	2195495	2241530	2282835	2327876	2371819
40-44	1390000	1473382	1552372	1630675	1861444	1939876	2005231	2067613	2123283
45-49	1136000	1164142	1197572	1238362	1452307	1509330	1577668	1660483	1751763
50-54	1054000	1047428	1047503	1054094	1263987	1280807	1308491	1340819	1375611
55-59	867000	900788	930230	955025	1128211	1151057	1170514	1188671	1204632
60-64	682000	705268	728482	752924	899085	936752	962943	993388	1031776
65-69	481000	506756	532696	556768	605550	653653	687157	724266	766607
70-over	725000	741180	758297	780664	984304	999849	1010330	1036206	1072421

ตารางที่ ข6 ข้อมูลจำนวนการประชากรกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2542-2553

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
0-4	2608222	2564261	2540397	2074660	1997744	1952135	1934952	1930290	1935281
5-9	2678370	2654020	2632558	2429542	2413809	2343704	2257687	2177592	2090892
10-14	2718438	2683263	2667864	2352588	2388624	2382623	2369156	2384031	2395156
15-19	2816339	2783514	2748266	2468136	2398337	2331389	2293588	2300979	2333403
20-24	2830188	2816134	2808485	2726135	2691173	2622436	2546178	2491925	2429261
25-29	2723500	2725030	2735459	2843679	2813517	2755282	2711638	2691752	2662027
30-34	2569573	2576524	2593448	2968705	2942576	2874839	2819234	2785409	2757964
35-39	2397131	2414045	2434355	2845098	2891771	2882310	2847753	2858718	2868180
40-44	2162204	2193617	2231869	2475868	2554517	2605810	2645561	2700544	2743756
45-49	1830414	1894328	1954015	2069609	2144934	2206812	2267214	2323576	2381271
50-54	1416708	1460924	1525257	1590820	1683146	1744971	1806974	1904072	1988256
55-59	1218434	1229054	1251137	1142306	1198011	1261040	1339251	1433608	1515627
60-64	1058811	1079860	1079315	1092341	1093011	1067304	1053273	1067830	1079097
65-69	804105	849716	872626	916620	933831	935409	931693	936622	932302
70-over	1110637	1158357	1199537	1531707	1597319	1624557	1653977	1723205	1769122
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553						
0-4	1937251	1924611	1904520						
5-9	2024952	1990048	1971719						
10-14	2384707	2339177	2272507						
15-19	2371583	2390695	2399446						
20-24	2370294	2326086	2303102						
25-29	2637161	2597929	2543046						
30-34	2736365	2711644	2694412						
35-39	2844394	2810343	2784887						
40-44	2785381	2803408	2797563						
45-49	2451978	2523521	2586504						
50-54	2050609	2123476	2200587						
55-59	1597572	1664713	1733888						
60-64	1109342	1176479	1262081						
65-69	923463	923110	934318						
70-over	1813046	1877694	1940656						

ภาคผนวก ก

คำอรรถาธิบายกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ ก1 ค่าอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2506-2523

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514
0-4	0.017165	0.016767	0.013953	0.015222	0.012539	0.012186	0.011476	0.00991	0.009592
5-9	0.003108	0.003021	0.002631	0.003053	0.002685	0.002483	0.00259	0.002118	0.002108
10-14	0.001822	0.001807	0.001759	0.001763	0.001746	0.00164	0.001575	0.001488	0.001579
15-19	0.002201	0.002342	0.002118	0.002118	0.002115	0.002035	0.001993	0.002164	0.002281
20-24	0.002908	0.003113	0.002923	0.002733	0.002875	0.002836	0.002716	0.002528	0.002786
25-29	0.003325	0.003394	0.003744	0.003571	0.003538	0.003349	0.003229	0.003019	0.002813
30-34	0.004076	0.004091	0.004491	0.004207	0.004269	0.004151	0.004033	0.004268	0.004125
35-39	0.005239	0.005453	0.005575	0.005554	0.005744	0.0056	0.005345	0.005405	0.005656
40-44	0.007299	0.007311	0.006872	0.006696	0.006962	0.006701	0.007144	0.00709	0.006937
45-49	0.010931	0.009945	0.009917	0.009408	0.009961	0.009683	0.009607	0.00885	0.008752
50-54	0.013596	0.01249	0.013463	0.013586	0.013956	0.013805	0.013562	0.013075	0.012501
55-59	0.017737	0.016726	0.016071	0.016142	0.017085	0.016572	0.017123	0.0173	0.017331
60-64	0.026543	0.02463	0.022351	0.023421	0.023933	0.024107	0.024111	0.026622	0.025656
65-69	0.033864	0.031961	0.028517	0.029217	0.031195	0.031412	0.03492	0.037432	0.036036
70-over	0.074404	0.069423	0.062802	0.066988	0.070893	0.069549	0.079795	0.081922	0.082371
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523
0-4	0.010782	0.009999	0.009937	0.009135	0.009165	0.006423	0.006178	0.00559	0.005261
5-9	0.002219	0.001964	0.001848	0.001614	0.001759	0.001858	0.001732	0.001594	0.001539
10-14	0.001548	0.001537	0.001473	0.001233	0.001319	0.001367	0.001286	0.001183	0.001138
15-19	0.002303	0.002351	0.002261	0.002235	0.00219	0.002361	0.002441	0.002257	0.002229
20-24	0.002599	0.002804	0.002896	0.002875	0.002958	0.0032	0.00356	0.003576	0.003387
25-29	0.002902	0.002806	0.002951	0.002701	0.002828	0.003081	0.00347	0.00339	0.003485
30-34	0.004053	0.003976	0.004004	0.003872	0.003439	0.003373	0.003633	0.003519	0.00388
35-39	0.005638	0.005627	0.005947	0.006077	0.005453	0.00548	0.005227	0.004993	0.004888
40-44	0.007049	0.00711	0.007514	0.007618	0.007354	0.007719	0.007933	0.007965	0.006834
45-49	0.008963	0.009132	0.009288	0.009614	0.009027	0.009468	0.009917	0.010018	0.009605
50-54	0.012007	0.011805	0.011934	0.011851	0.011154	0.012106	0.012478	0.012964	0.012792
55-59	0.01846	0.017517	0.016966	0.016784	0.014971	0.015849	0.015806	0.01592	0.016156
60-64	0.02663	0.025383	0.026075	0.02523	0.024926	0.026549	0.026316	0.025667	0.024577
65-69	0.047106	0.037392	0.036334	0.033803	0.033767	0.036286	0.034779	0.034986	0.032638
70-over	0.088176	0.084738	0.087581	0.079598	0.081882	0.084959	0.084218	0.0845	0.078362

ตารางที่ ก2 ค่าอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2524-2541

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532
0-4	0.004859	0.00474	0.004619	0.003606	0.003446	0.002937	0.002993	0.002572	0.002446
5-9	0.00122	0.001199	0.001212	0.000982	0.000914	0.000771	0.000843	0.000708	0.000647
10-14	0.00097	0.000942	0.000973	0.000793	0.00071	0.000638	0.000624	0.000556	0.000573
15-19	0.001968	0.001922	0.001808	0.001509	0.001341	0.001223	0.001332	0.001325	0.001532
20-24	0.00334	0.003018	0.002894	0.002464	0.002118	0.001872	0.001912	0.001914	0.002167
25-29	0.003511	0.003449	0.003292	0.00288	0.002524	0.002297	0.00224	0.002313	0.002571
30-34	0.003953	0.003822	0.003529	0.003122	0.002834	0.002641	0.002551	0.002757	0.002874
35-39	0.004822	0.00448	0.004486	0.003931	0.003685	0.003422	0.003283	0.003367	0.00356
40-44	0.006786	0.006484	0.006151	0.005457	0.004947	0.004605	0.004551	0.004616	0.004733
45-49	0.00937	0.008843	0.008558	0.007726	0.006904	0.006819	0.006995	0.006692	0.006747
50-54	0.012381	0.012648	0.012013	0.011222	0.010498	0.01021	0.010063	0.00981	0.010129
55-59	0.01584	0.01575	0.015639	0.014343	0.014001	0.013328	0.01432	0.013711	0.014353
60-64	0.023478	0.023541	0.023205	0.021022	0.020353	0.019092	0.020103	0.019798	0.020828
65-69	0.03212	0.033431	0.033308	0.029837	0.0305	0.02894	0.029661	0.028979	0.030773
70-over	0.074288	0.078245	0.078323	0.070542	0.07292	0.07218	0.077996	0.076874	0.078947
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541
0-4	0.002415	0.002431	0.002263	0.002233	0.002314	0.002321	0.00104	0.000998	0.002817
5-9	0.000684	0.000628	0.000583	0.00059	0.000644	0.00064	0.000679	0.000577	0.000568
10-14	0.000578	0.000583	0.000556	0.000566	0.000683	0.000657	0.000692	0.000562	0.000403
15-19	0.001671	0.001744	0.001818	0.00202	0.002327	0.002574	0.002714	0.002145	0.001361
20-24	0.002307	0.002463	0.002648	0.002892	0.003442	0.003951	0.004253	0.003383	0.002489
25-29	0.00264	0.00261	0.002846	0.003344	0.004411	0.005423	0.006424	0.005893	0.005376
30-34	0.003053	0.003166	0.003346	0.003822	0.004577	0.005478	0.006667	0.006246	0.006282
35-39	0.00368	0.003954	0.0042	0.004529	0.004903	0.005497	0.006154	0.005629	0.00552
40-44	0.004966	0.005156	0.005125	0.005518	0.005471	0.005796	0.006142	0.005535	0.005201
45-49	0.006721	0.006753	0.006728	0.007177	0.006765	0.007288	0.007652	0.006512	0.005956
50-54	0.010017	0.010245	0.01041	0.010295	0.009111	0.009048	0.009279	0.007738	0.007472
55-59	0.014121	0.014728	0.014404	0.014206	0.012135	0.012292	0.012669	0.010747	0.010146
60-64	0.020639	0.021261	0.021712	0.021299	0.018374	0.017928	0.018777	0.015645	0.014793
65-69	0.029501	0.029853	0.029864	0.029709	0.028149	0.027117	0.027196	0.022774	0.022734
70-over	0.078131	0.080488	0.082427	0.080069	0.064263	0.065562	0.064098	0.055078	0.058907

ตารางที่ ค3 ค่าอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2542-2553

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
0-4	0.002259	0.002041	0.002056	0.002284	0.002301	0.002478	0.00239	0.002342	0.002212
5-9	0.000668	0.000726	0.000751	0.000751	0.000649	0.000682	0.000617	0.000591	0.000535
10-14	0.000472	0.0005	0.000502	0.000632	0.000582	0.000637	0.000613	0.000626	0.000593
15-19	0.001691	0.001654	0.00159	0.00192	0.002187	0.002194	0.002067	0.001983	0.001864
20-24	0.002823	0.002725	0.002516	0.002641	0.00287	0.002609	0.002484	0.002255	0.002061
25-29	0.005748	0.005287	0.004522	0.00414	0.003796	0.003413	0.003048	0.002775	0.002523
30-34	0.006975	0.00692	0.006452	0.005571	0.005055	0.004502	0.003952	0.003686	0.003352
35-39	0.006569	0.006547	0.006379	0.005596	0.005291	0.004974	0.004698	0.00439	0.004054
40-44	0.006192	0.006343	0.006226	0.005955	0.005812	0.005731	0.005593	0.005316	0.005135
45-49	0.006911	0.006964	0.006808	0.006969	0.006899	0.007076	0.007029	0.006941	0.006743
50-54	0.008814	0.009039	0.008989	0.00918	0.009145	0.009546	0.009475	0.009065	0.008655
55-59	0.01181	0.011555	0.011322	0.012653	0.012562	0.012938	0.013023	0.012438	0.012334
60-64	0.017046	0.01649	0.016735	0.016621	0.016469	0.017342	0.017744	0.017738	0.017546
65-69	0.0254	0.024124	0.024196	0.024163	0.023936	0.025264	0.02603	0.024988	0.025054
70-over	0.065006	0.06406	0.065444	0.056405	0.057016	0.059259	0.061741	0.06017	0.061469
อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553						
0-4	0.002133	0.002067	0.00211						
5-9	0.000528	0.000503	0.000535						
10-14	0.000564	0.000582	0.00059						
15-19	0.001697	0.001672	0.001702						
20-24	0.001976	0.001937	0.00191						
25-29	0.002442	0.002312	0.002236						
30-34	0.00323	0.002991	0.002951						
35-39	0.003943	0.003837	0.003924						
40-44	0.00495	0.004861	0.004904						
45-49	0.006593	0.006245	0.006531						
50-54	0.008686	0.00838	0.008606						
55-59	0.012081	0.011613	0.012001						
60-64	0.017608	0.016909	0.017096						
65-69	0.025532	0.025036	0.025121						
70-over	0.063073	0.061396	0.063022						



ตารางที่ ค4 ค่าอัตราการระยะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2506-2523

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514
0-4	0.014146	0.013943	0.011594	0.01299	0.010751	0.010324	0.009703	0.008246	0.008269
5-9	0.002743	0.002664	0.002324	0.002795	0.002457	0.002153	0.002453	0.001807	0.001938
10-14	0.001571	0.001582	0.001414	0.00154	0.001348	0.001299	0.001285	0.001168	0.001271
15-19	0.001768	0.001891	0.001745	0.00182	0.001753	0.001696	0.001575	0.001553	0.001691
20-24	0.002945	0.002759	0.002496	0.002378	0.002432	0.002248	0.002246	0.00187	0.00191
25-29	0.003336	0.003275	0.003321	0.003249	0.002947	0.002616	0.002497	0.002199	0.00203
30-34	0.004407	0.00409	0.004017	0.003901	0.003761	0.003501	0.003356	0.003139	0.003142
35-39	0.005425	0.004907	0.004883	0.004757	0.004547	0.004357	0.004453	0.003963	0.00407
40-44	0.006534	0.006131	0.005538	0.00525	0.005363	0.005244	0.005346	0.005001	0.004647
45-49	0.007454	0.00666	0.006542	0.006687	0.00677	0.006592	0.006611	0.005632	0.005373
50-54	0.009164	0.008393	0.008489	0.008761	0.008925	0.008791	0.008996	0.008041	0.00772
55-59	0.012301	0.011332	0.010422	0.010137	0.010048	0.010298	0.010844	0.010188	0.010791
60-64	0.017797	0.016578	0.015247	0.016418	0.015996	0.016682	0.017171	0.016367	0.015618
65-69	0.025168	0.02443	0.020221	0.021171	0.021467	0.021817	0.024845	0.024222	0.023046
70-over	0.064023	0.05717	0.054269	0.060304	0.06245	0.063243	0.07091	0.059701	0.060654
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523
0-4	0.00914	0.00804	0.007921	0.007141	0.006899	0.005319	0.005057	0.004574	0.004248
5-9	0.002066	0.0018	0.0017	0.001588	0.001515	0.001669	0.001511	0.001356	0.001273
10-14	0.001281	0.001236	0.001262	0.001044	0.000984	0.001061	0.001032	0.000926	0.000879
15-19	0.001722	0.001633	0.001659	0.001504	0.001454	0.001509	0.001552	0.0014	0.001388
20-24	0.001957	0.001924	0.002046	0.001717	0.001703	0.001814	0.001762	0.001692	0.001608
25-29	0.00208	0.00192	0.00203	0.001647	0.001624	0.001737	0.001756	0.001629	0.00163
30-34	0.003209	0.002829	0.00285	0.002194	0.002199	0.002028	0.002059	0.001898	0.002053
35-39	0.004134	0.004033	0.004107	0.003433	0.003374	0.003222	0.003077	0.002776	0.002724
40-44	0.005166	0.00481	0.004986	0.004369	0.004617	0.004621	0.004692	0.004564	0.003895
45-49	0.005777	0.005747	0.005913	0.005378	0.005409	0.005769	0.005791	0.005631	0.005445
50-54	0.00805	0.007593	0.007465	0.006947	0.006866	0.00714	0.007123	0.007342	0.007601
55-59	0.010965	0.010883	0.010867	0.010368	0.009126	0.00945	0.009062	0.009244	0.010085
60-64	0.016718	0.015436	0.015926	0.015258	0.015146	0.016267	0.015251	0.015017	0.015044
65-69	0.017036	0.023529	0.024219	0.022636	0.021862	0.021959	0.021038	0.020899	0.020431
70-over	0.068588	0.065649	0.067701	0.065108	0.065119	0.065337	0.065448	0.066976	0.057643

ตารางที่ ค5 ค่าอัตราณะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2524-2541

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532
0-4	0.003889	0.003783	0.003764	0.002963	0.002737	0.002344	0.002386	0.002026	0.00183
5-9	0.001014	0.000996	0.000986	0.000817	0.000783	0.00062	0.000692	0.000571	0.000529
10-14	0.000778	0.000717	0.000753	0.000605	0.000581	0.000486	0.000501	0.000436	0.000417
15-19	0.001267	0.001189	0.001153	0.000928	0.000803	0.000701	0.000723	0.000689	0.000719
20-24	0.001421	0.001347	0.001399	0.001125	0.000972	0.000884	0.000829	0.000774	0.000807
25-29	0.001435	0.001445	0.001474	0.001186	0.001051	0.000946	0.00089	0.000864	0.000899
30-34	0.001867	0.001895	0.001879	0.001516	0.001382	0.00125	0.001164	0.001126	0.001143
35-39	0.002467	0.002502	0.002562	0.002109	0.00203	0.001756	0.001717	0.001638	0.001686
40-44	0.003678	0.003643	0.003632	0.003021	0.002931	0.002785	0.002612	0.002468	0.002668
45-49	0.00508	0.004963	0.004888	0.004249	0.00422	0.003851	0.003991	0.003694	0.003963
50-54	0.007027	0.007394	0.007352	0.006378	0.006438	0.006034	0.005932	0.005848	0.0057
55-59	0.009314	0.009626	0.009752	0.008531	0.008596	0.007717	0.008424	0.008073	0.008415
60-64	0.013996	0.014602	0.014774	0.013413	0.013003	0.012259	0.012589	0.011905	0.012434
65-69	0.019693	0.021113	0.021423	0.018898	0.019372	0.017823	0.019416	0.018229	0.019338
70-over	0.054394	0.057946	0.060596	0.053367	0.056099	0.05707	0.062023	0.060954	0.063903
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541
0-4	0.001769	0.001844	0.001714	0.001699	0.001775	0.001855	0.000847	0.00087	0.002874
5-9	0.00055	0.000478	0.000427	0.000401	0.000426	0.000431	0.000438	0.00042	0.000407
10-14	0.000405	0.000385	0.000375	0.000383	0.000418	0.00042	0.000431	0.000332	0.000285
15-19	0.000684	0.000693	0.000663	0.000695	0.000738	0.000704	0.000786	0.000654	0.000506
20-24	0.00077	0.000739	0.000752	0.000765	0.000919	0.001059	0.001329	0.001201	0.001149
25-29	0.000882	0.000871	0.00086	0.000884	0.001051	0.001293	0.001641	0.001752	0.001879
30-34	0.001152	0.001135	0.001109	0.001129	0.001246	0.001421	0.001714	0.001713	0.001817
35-39	0.001571	0.001615	0.001573	0.001562	0.001658	0.00175	0.00195	0.001732	0.001775
40-44	0.002592	0.00259	0.002531	0.002435	0.002375	0.002396	0.002569	0.002238	0.00218
45-49	0.003853	0.00385	0.003757	0.003792	0.003346	0.003569	0.00378	0.003213	0.003002
50-54	0.005749	0.005862	0.005971	0.005783	0.004965	0.004943	0.005083	0.004456	0.004233
55-59	0.008067	0.00844	0.008184	0.008433	0.007181	0.00697	0.007574	0.006439	0.006099
60-64	0.012468	0.012255	0.012935	0.012845	0.01135	0.011387	0.012163	0.010249	0.009588
65-69	0.018878	0.019062	0.019219	0.019032	0.018866	0.01829	0.01843	0.015503	0.015283
70-over	0.063387	0.065645	0.067546	0.066658	0.055384	0.056283	0.057476	0.049936	0.054862

ตารางที่ ๓๖ ค่าอัตราณณะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2542-2553

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
0-4	0.001938	0.001536	0.001733	0.002	0.001995	0.002055	0.001982	0.00182	0.001782
5-9	0.000467	0.000493	0.000531	0.000623	0.000527	0.000471	0.000422	0.000393	0.000383
10-14	0.000321	0.000323	0.000342	0.000427	0.000403	0.000425	0.000409	0.000392	0.000395
15-19	0.000591	0.000576	0.000515	0.000599	0.000626	0.00068	0.000583	0.000565	0.000531
20-24	0.001265	0.001216	0.001045	0.001037	0.000884	0.000853	0.000719	0.000686	0.000637
25-29	0.002218	0.002395	0.002252	0.002156	0.001766	0.00152	0.001262	0.0011	0.000984
30-34	0.002289	0.002418	0.002525	0.002258	0.002027	0.001904	0.001601	0.001413	0.001364
35-39	0.002207	0.002409	0.002469	0.002146	0.002077	0.001961	0.001828	0.001716	0.001635
40-44	0.002759	0.002719	0.002715	0.002533	0.002456	0.002403	0.002289	0.002247	0.002143
45-49	0.003549	0.00356	0.003529	0.003466	0.003335	0.003329	0.003168	0.00309	0.003009
50-54	0.004954	0.005079	0.005085	0.005111	0.004998	0.005029	0.004837	0.004695	0.004464
55-59	0.007054	0.006983	0.006857	0.007605	0.007393	0.007882	0.007595	0.00709	0.00693
60-64	0.010878	0.010676	0.010524	0.010594	0.010101	0.011209	0.011244	0.010907	0.010749
65-69	0.017548	0.016792	0.016895	0.016303	0.01624	0.016943	0.017127	0.016638	0.016369
70-over	0.059259	0.058366	0.059205	0.048436	0.048972	0.051192	0.053042	0.051425	0.052427
อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553						
0-4	0.001756	0.001686	0.00168						
5-9	0.000343	0.000314	0.000338						
10-14	0.000363	0.000375	0.000336						
15-19	0.000549	0.000524	0.000545						
20-24	0.000622	0.000592	0.000623						
25-29	0.000893	0.000819	0.000791						
30-34	0.001263	0.001169	0.001103						
35-39	0.001569	0.001498	0.001489						
40-44	0.002031	0.001984	0.002004						
45-49	0.002943	0.002756	0.002787						
50-54	0.004316	0.004057	0.004039						
55-59	0.006757	0.00628	0.006317						
60-64	0.010714	0.01025	0.010053						
65-69	0.016323	0.015871	0.015906						
70-over	0.052808	0.051081	0.052472						

ภาคผนวก ง

คำต่อกรรทึมอัครมรณะกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ ง1 ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2506-2516

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516
0-4	-4.0649	-4.08833	-4.27204	-4.18503	-4.3789	-4.4075	-4.46751	-4.61426	-4.64681	-4.52992	-4.60526
5-9	-5.77377	-5.80202	-5.94041	-5.79147	-5.9201	-5.99834	-5.95594	-6.15735	-6.16198	-6.11065	-6.23264
10-14	-6.308	-6.31616	-6.34323	-6.34069	-6.35061	-6.41276	-6.45321	-6.51017	-6.45078	-6.47058	-6.47792
15-19	-6.11894	-6.05662	-6.15726	-6.15717	-6.15875	-6.19737	-6.21822	-6.13588	-6.08299	-6.07371	-6.05311
20-24	-5.84043	-5.77228	-5.83523	-5.90237	-5.85162	-5.86545	-5.90861	-5.98013	-5.88324	-5.95274	-5.87656
25-29	-5.70641	-5.6856	-5.58752	-5.63481	-5.64415	-5.69904	-5.73549	-5.8028	-5.87359	-5.8424	-5.87593
30-34	-5.50267	-5.49907	-5.40571	-5.47104	-5.45648	-5.48451	-5.5133	-5.45663	-5.49059	-5.50831	-5.52739
35-39	-5.2517	-5.21162	-5.1895	-5.19323	-5.15962	-5.18507	-5.23169	-5.22048	-5.175	-5.17818	-5.1802
40-44	-4.91998	-4.91832	-4.98032	-5.00629	-4.96726	-5.00546	-4.94154	-4.94913	-4.97095	-4.95482	-4.94629
45-49	-4.5162	-4.61064	-4.6135	-4.66616	-4.60906	-4.63737	-4.64525	-4.72737	-4.73852	-4.71461	-4.69599
50-54	-4.298	-4.38283	-4.30784	-4.29868	-4.27181	-4.28272	-4.30049	-4.33706	-4.38196	-4.42224	-4.43925
55-59	-4.03211	-4.09079	-4.13073	-4.12635	-4.06953	-4.10003	-4.06734	-4.05703	-4.05524	-3.99215	-4.04458
60-64	-3.62899	-3.70381	-3.8009	-3.75411	-3.73248	-3.72524	-3.72507	-3.62602	-3.66297	-3.62572	-3.67366
65-69	-3.3854	-3.44323	-3.55727	-3.53302	-3.46749	-3.46056	-3.3547	-3.28524	-3.32324	-3.05535	-3.2863
70-over	-2.59825	-2.66753	-2.76776	-2.70324	-2.64658	-2.66573	-2.5283	-2.50199	-2.49652	-2.42842	-2.46819

ตารางที่ ง2 ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2517-2517

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527
0-4	-4.61152	-4.69568	-4.69234	-5.04781	-5.08684	-5.18671	-5.24735	-5.32688	-5.35171	-5.37762	-5.62511
5-9	-6.2935	-6.42933	-6.34301	-6.28831	-6.35851	-6.44135	-6.47651	-6.709	-6.72609	-6.71541	-6.92561
10-14	-6.52017	-6.69852	-6.63083	-6.59521	-6.65588	-6.73989	-6.77821	-6.93867	-6.96781	-6.93465	-7.13915
15-19	-6.09183	-6.10355	-6.12366	-6.04882	-6.01538	-6.09362	-6.10624	-6.23058	-6.2544	-6.31569	-6.49655
20-24	-5.84433	-5.85184	-5.82329	-5.74461	-5.63794	-5.6334	-5.68786	-5.70174	-5.80319	-5.84496	-6.00585
25-29	-5.8256	-5.91409	-5.86804	-5.78265	-5.66351	-5.68693	-5.65926	-5.65177	-5.66956	-5.71615	-5.84998
30-34	-5.52039	-5.554	-5.67267	-5.69191	-5.61772	-5.6495	-5.55192	-5.5334	-5.5669	-5.64662	-5.76938
35-39	-5.12485	-5.10317	-5.21158	-5.20663	-5.25386	-5.29967	-5.3209	-5.33463	-5.40819	-5.4069	-5.53895
40-44	-4.89097	-4.87718	-4.91254	-4.86402	-4.83671	-4.83267	-4.98584	-4.9929	-5.03844	-5.09121	-5.21086
45-49	-4.679	-4.64449	-4.70754	-4.6598	-4.61354	-4.60336	-4.64543	-4.67026	-4.72809	-4.76084	-4.8631
50-54	-4.42836	-4.43533	-4.49595	-4.41407	-4.38383	-4.34559	-4.35894	-4.39163	-4.37024	-4.42177	-4.48987
55-59	-4.07653	-4.08734	-4.20163	-4.14462	-4.14735	-4.14019	-4.12544	-4.14521	-4.15089	-4.15801	-4.2445
60-64	-3.64679	-3.67973	-3.69183	-3.62878	-3.63758	-3.66255	-3.70596	-3.75168	-3.74899	-3.76341	-3.86217
65-69	-3.31501	-3.38722	-3.38828	-3.31633	-3.35874	-3.35282	-3.42228	-3.43827	-3.39828	-3.40196	-3.512
70-over	-2.43519	-2.53077	-2.50247	-2.46559	-2.47435	-2.47101	-2.54642	-2.59981	-2.54791	-2.54692	-2.65155

ตารางที่ 3 ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2528-2538

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538
0-4	-5.67044	-5.8303	-5.81137	-5.96301	-6.01341	-6.02589	-6.01928	-6.09103	-6.10434	-6.0687	-6.06566
5-9	-6.99822	-7.16773	-7.07898	-7.25328	-7.34379	-7.28729	-7.37221	-7.44683	-7.43505	-7.34789	-7.35441
10-14	-7.24981	-7.35749	-7.37953	-7.49484	-7.46442	-7.4556	-7.44761	-7.49506	-7.47706	-7.28967	-7.32826
15-19	-6.61422	-6.70626	-6.62144	-6.626	-6.48147	-6.39424	-6.3516	-6.30975	-6.20473	-6.06297	-5.96224
20-24	-6.15743	-6.28091	-6.25971	-6.25881	-6.13429	-6.07188	-6.00653	-5.93408	-5.84564	-5.67174	-5.5337
25-29	-5.98173	-6.07606	-6.10124	-6.06905	-5.96346	-5.93709	-5.94841	-5.86169	-5.70073	-5.42369	-5.21703
30-34	-5.86592	-5.93669	-5.97126	-5.89368	-5.85198	-5.79177	-5.75525	-5.70012	-5.56688	-5.38668	-5.20701
35-39	-5.60337	-5.6774	-5.71898	-5.69375	-5.63806	-5.60472	-5.53311	-5.4726	-5.39717	-5.31796	-5.20349
40-44	-5.30898	-5.38071	-5.39244	-5.37822	-5.35322	-5.30504	-5.26767	-5.27361	-5.19971	-5.20835	-5.15067
45-49	-4.97564	-4.98799	-4.9625	-5.00685	-4.99859	-5.0025	-4.99776	-5.00154	-4.93687	-4.99603	-4.92151
50-54	-4.55659	-4.58434	-4.59885	-4.62434	-4.59237	-4.60349	-4.58096	-4.565	-4.57608	-4.69832	-4.7052
55-59	-4.26862	-4.31791	-4.2461	-4.28954	-4.24382	-4.26012	-4.21797	-4.24022	-4.25408	-4.41165	-4.39885
60-64	-3.89452	-3.95848	-3.9069	-3.92217	-3.87146	-3.88058	-3.85086	-3.82991	-3.84909	-3.99684	-4.02139
65-69	-3.49002	-3.54254	-3.51794	-3.54117	-3.48113	-3.52333	-3.51147	-3.51111	-3.51631	-3.57023	-3.6076
70-over	-2.61839	-2.6286	-2.5511	-2.56558	-2.53898	-2.54936	-2.51965	-2.49585	-2.52486	-2.74477	-2.72476

ตารางที่ ง4 ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2539-2549

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549
0-4	-6.86843	-6.90954	-5.87226	-6.09261	-6.19435	-6.18697	-6.08186	-6.07428	-6.00026	-6.03663	-6.05687
5-9	-7.29559	-7.45824	-7.47361	-7.31085	-7.22809	-7.19395	-7.19472	-7.33951	-7.2898	-7.39086	-7.43424
10-14	-7.27656	-7.48398	-7.81653	-7.6584	-7.60005	-7.59769	-7.36739	-7.44968	-7.35941	-7.39795	-7.37622
15-19	-5.90927	-6.14474	-6.59943	-6.3822	-6.40481	-6.44413	-6.25523	-6.12523	-6.12197	-6.18174	-6.22319
20-24	-5.46016	-5.68895	-5.99606	-5.86987	-5.90536	-5.98517	-5.93673	-5.85336	-5.94893	-5.99788	-6.09479
25-29	-5.04775	-5.13393	-5.22585	-5.15882	-5.24245	-5.39887	-5.48704	-5.57393	-5.6802	-5.79329	-5.88695
30-34	-5.01055	-5.07574	-5.07005	-4.96547	-4.97328	-5.04333	-5.19017	-5.28736	-5.40329	-5.53341	-5.60319
35-39	-5.09065	-5.17974	-5.19937	-5.02536	-5.02879	-5.0547	-5.18575	-5.24179	-5.30358	-5.36056	-5.42835
40-44	-5.09267	-5.19664	-5.25898	-5.08448	-5.06047	-5.07897	-5.12361	-5.14784	-5.16185	-5.18616	-5.23697
45-49	-4.87277	-5.03411	-5.12343	-4.97464	-4.96701	-4.98971	-4.96622	-4.97633	-4.95109	-4.95774	-4.97029
50-54	-4.68004	-4.86163	-4.89665	-4.73139	-4.70626	-4.71176	-4.69075	-4.69452	-4.65162	-4.65906	-4.70338
55-59	-4.36861	-4.5331	-4.59072	-4.43882	-4.46062	-4.48104	-4.36988	-4.37711	-4.34762	-4.34107	-4.38698
60-64	-3.9751	-4.1576	-4.21358	-4.07183	-4.10503	-4.09026	-4.09706	-4.10629	-4.05461	-4.03172	-4.03205
65-69	-3.60469	-3.78215	-3.78391	-3.67302	-3.72454	-3.72156	-3.72292	-3.73237	-3.67838	-3.64849	-3.68934
70-over	-2.74734	-2.89901	-2.8318	-2.73328	-2.74794	-2.72656	-2.87519	-2.86443	-2.82583	-2.78481	-2.81059



ตารางที่ ๖ ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศชายในปีพ.ศ.2550-2553

อายุ(ปี)ชาย	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553
0-4	-6.11394	-6.15039	-6.18178	-6.16084
5-9	-7.53303	-7.54589	-7.59526	-7.53302
10-14	-7.42951	-7.47975	-7.44963	-7.43526
15-19	-6.28524	-6.37913	-6.39374	-6.37615
20-24	-6.18465	-6.22666	-6.24639	-6.26065
25-29	-5.98246	-6.01482	-6.06961	-6.10288
30-34	-5.69824	-5.73525	-5.81214	-5.82572
35-39	-5.50808	-5.53574	-5.56299	-5.54061
40-44	-5.27164	-5.3083	-5.32651	-5.31766
45-49	-4.99922	-5.02176	-5.0759	-5.03117
50-54	-4.74964	-4.74601	-4.7819	-4.7553
55-59	-4.39541	-4.4161	-4.45566	-4.42277
60-64	-4.04294	-4.03938	-4.07992	-4.0689
65-69	-3.68672	-3.66783	-3.68742	-3.68405
70-over	-2.78922	-2.76347	-2.79041	-2.76427

ตารางที่ ๖ ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2506-2516

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2506	พ.ศ. 2507	พ.ศ. 2508	พ.ศ. 2509	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516
0-4	-4.25835	-4.27277	-4.45724	-4.34361	-4.53273	-4.57325	-4.63532	-4.79805	-4.79522	-4.69509	-4.82332
5-9	-5.89854	-5.92784	-6.06451	-5.87996	-6.00868	-6.14075	-6.01029	-6.31601	-6.24633	-6.18197	-6.32022
10-14	-6.45624	-6.44882	-6.56123	-6.47628	-6.6095	-6.64623	-6.65738	-6.75285	-6.6676	-6.66037	-6.69551
15-19	-6.33769	-6.27086	-6.35097	-6.30913	-6.34629	-6.37978	-6.45372	-6.46743	-6.38233	-6.36399	-6.41763
20-24	-5.8277	-5.89293	-5.99314	-6.04131	-6.01901	-6.09791	-6.0984	-6.28174	-6.26054	-6.23627	-6.25316
25-29	-5.70304	-5.72134	-5.70756	-5.72953	-5.82712	-5.9462	-5.99259	-6.11961	-6.19968	-6.17541	-6.25569
30-34	-5.42466	-5.49915	-5.51727	-5.5465	-5.58315	-5.65471	-5.69692	-5.76378	-5.76304	-5.74177	-5.86791
35-39	-5.21675	-5.31708	-5.32194	-5.34808	-5.39328	-5.43592	-5.41414	-5.53063	-5.50409	-5.48851	-5.51322
40-44	-5.03077	-5.09438	-5.19608	-5.2495	-5.22832	-5.25071	-5.23143	-5.29817	-5.37164	-5.26564	-5.33699
45-49	-4.89906	-5.01158	-5.02949	-5.00754	-4.99522	-5.02189	-5.01904	-5.17927	-5.22638	-5.1538	-5.15916
50-54	-4.69248	-4.78032	-4.76903	-4.73746	-4.71891	-4.73406	-4.71098	-4.82323	-4.8639	-4.82204	-4.8805
55-59	-4.39809	-4.48015	-4.56384	-4.59158	-4.60043	-4.57581	-4.52417	-4.58656	-4.52905	-4.51306	-4.52059
60-64	-4.02874	-4.09966	-4.18339	-4.10935	-4.13542	-4.09344	-4.06451	-4.11248	-4.15932	-4.09127	-4.17108
65-69	-3.6822	-3.71193	-3.90105	-3.8551	-3.84122	-3.82505	-3.6951	-3.72049	-3.77026	-4.07244	-3.74952
70-over	-2.74851	-2.86173	-2.91381	-2.80836	-2.77339	-2.76077	-2.64635	-2.81841	-2.80258	-2.67963	-2.72344

ตารางที่ ๗ ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2517-2527

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527
0-4	-4.83825	-4.94192	-4.9764	-5.23646	-5.28706	-5.3874	-5.46131	-5.54954	-5.57722	-5.58216	-5.82152
5-9	-6.37694	-6.44513	-6.49256	-6.39567	-6.49516	-6.60325	-6.66658	-6.89367	-6.91188	-6.92168	-7.11046
10-14	-6.67515	-6.86454	-6.92396	-6.84883	-6.87582	-6.98464	-7.03684	-7.15861	-7.24103	-7.19106	-7.40986
15-19	-6.40166	-6.49946	-6.53352	-6.49647	-6.46846	-6.57109	-6.57979	-6.67079	-6.73443	-6.76541	-6.98258
20-24	-6.19202	-6.36721	-6.37512	-6.31221	-6.34155	-6.38156	-6.43285	-6.55669	-6.61023	-6.57233	-6.79029
25-29	-6.19988	-6.40892	-6.42306	-6.35581	-6.34461	-6.41996	-6.41947	-6.54671	-6.53942	-6.51956	-6.73717
30-34	-5.86049	-6.122	-6.11974	-6.20062	-6.1854	-6.26675	-6.18855	-6.28346	-6.26855	-6.27681	-6.49199
35-39	-5.49504	-5.6744	-5.69164	-5.7377	-5.78378	-5.88658	-5.90564	-6.00456	-5.99067	-5.96711	-6.16157
40-44	-5.30111	-5.43333	-5.37794	-5.37722	-5.36182	-5.38945	-5.54802	-5.60547	-5.61508	-5.61789	-5.802
45-49	-5.13064	-5.22536	-5.21974	-5.15517	-5.15137	-5.17943	-5.21302	-5.28248	-5.3058	-5.32088	-5.46101
50-54	-4.89751	-4.96952	-4.98123	-4.94209	-4.94437	-4.91409	-4.87948	-4.95805	-4.90714	-4.91281	-5.05489
55-59	-4.52205	-4.56902	-4.69662	-4.66175	-4.70367	-4.68373	-4.59675	-4.6762	-4.6433	-4.63024	-4.76408
60-64	-4.13982	-4.18263	-4.19004	-4.11862	-4.1831	-4.19856	-4.1968	-4.26901	-4.2266	-4.21487	-4.31152
65-69	-3.72063	-3.78821	-3.82301	-3.81858	-3.86144	-3.86805	-3.89072	-3.92751	-3.85788	-3.84329	-3.9687
70-over	-2.69266	-2.7317	-2.73155	-2.72819	-2.7265	-2.70342	-2.85348	-2.9115	-2.84824	-2.80352	-2.93056

ตารางที่ ๘ ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2528-2538

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	พ.ศ. 2531	พ.ศ. 2532	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2534	พ.ศ. 2535	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538
0-4	-5.90103	-6.0561	-6.03794	-6.20151	-6.30352	-6.33756	-6.29572	-6.36891	-6.37759	-6.33399	-6.28968
5-9	-7.15252	-7.38596	-7.27532	-7.46889	-7.54361	-7.50529	-7.64584	-7.7577	-7.82069	-7.76163	-7.74843
10-14	-7.45134	-7.62917	-7.59813	-7.73718	-7.78281	-7.81221	-7.8633	-7.88801	-7.86708	-7.78088	-7.77605
15-19	-7.1273	-7.26269	-7.23248	-7.28002	-7.23802	-7.28795	-7.27378	-7.31892	-7.27116	-7.21217	-7.25882
20-24	-6.93633	-7.03122	-7.09586	-7.16416	-7.1218	-7.16966	-7.21082	-7.19302	-7.17588	-6.99225	-6.85056
25-29	-6.8578	-6.96375	-7.02432	-7.0541	-7.0141	-7.03372	-7.04557	-7.05828	-7.03108	-6.85828	-6.65112
30-34	-6.58409	-6.68446	-6.75599	-6.7895	-6.77385	-6.76618	-6.78104	-6.8039	-6.78677	-6.68781	-6.55616
35-39	-6.19988	-6.34484	-6.36702	-6.41401	-6.38516	-6.45624	-6.42843	-6.45486	-6.46192	-6.40193	-6.34833
40-44	-5.83241	-5.88352	-5.94769	-6.00432	-5.9265	-5.95551	-5.95603	-5.97918	-6.01781	-6.04295	-6.03391
45-49	-5.46785	-5.55953	-5.52371	-5.60107	-5.53074	-5.55895	-5.55975	-5.58413	-5.57496	-5.70009	-5.63551
50-54	-5.04555	-5.11032	-5.12737	-5.14171	-5.1673	-5.15875	-5.1393	-5.12091	-5.15279	-5.30544	-5.30985
55-59	-4.75646	-4.86435	-4.77669	-4.8192	-4.7777	-4.82002	-4.77483	-4.80555	-4.77556	-4.93632	-4.96611
60-64	-4.34261	-4.40147	-4.37491	-4.43079	-4.38734	-4.38458	-4.40185	-4.34782	-4.35484	-4.47855	-4.47529
65-69	-3.94394	-4.02726	-3.94166	-4.00472	-3.9457	-3.96975	-3.96004	-3.95185	-3.96161	-3.97037	-4.00141
70-over	-2.88063	-2.86348	-2.78024	-2.79764	-2.75038	-2.7585	-2.72349	-2.69495	-2.70819	-2.89346	-2.87737

ตารางที่ ๙ ค่าลอการิทึมอัตราณณะกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2549

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2539	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549
0-4	-7.07326	-7.04753	-5.8522	-6.24625	-6.47873	-6.35782	-6.21457	-6.21717	-6.18724	-6.22349	-6.30903
5-9	-7.73429	-7.7749	-7.80664	-7.66894	-7.61405	-7.54162	-7.38112	-7.54872	-7.66154	-7.77141	-7.84283
10-14	-7.75003	-8.01087	-8.16266	-8.04417	-8.03857	-7.97927	-7.75905	-7.81675	-7.76436	-7.80285	-7.84463
15-19	-7.14816	-7.33235	-7.58892	-7.43453	-7.45872	-7.57107	-7.42038	-7.37548	-7.29415	-7.44755	-7.47886
20-24	-6.62354	-6.72452	-6.76877	-6.67296	-6.71259	-6.86338	-6.87146	-7.03125	-7.06632	-7.23727	-7.28452
25-29	-6.41252	-6.34709	-6.27694	-6.11095	-6.0344	-6.09581	-6.13953	-6.33901	-6.48904	-6.67492	-6.81199
30-34	-6.3692	-6.36939	-6.31048	-6.07943	-6.0249	-5.98165	-6.09344	-6.20124	-6.26366	-6.437	-6.56234
35-39	-6.23998	-6.35848	-6.33415	-6.11624	-6.02843	-6.00394	-6.14413	-6.17661	-6.23435	-6.30434	-6.36747
40-44	-5.96416	-6.10213	-6.1283	-5.89298	-5.90757	-5.90911	-5.97851	-6.00913	-6.03124	-6.07975	-6.09832
45-49	-5.57815	-5.74062	-5.80859	-5.64105	-5.63789	-5.64684	-5.66462	-5.70339	-5.70496	-5.75461	-5.77968
50-54	-5.28179	-5.41351	-5.46487	-5.30751	-5.28272	-5.28152	-5.27629	-5.29863	-5.29245	-5.3314	-5.36132
55-59	-4.883	-5.04532	-5.09961	-4.95418	-4.9643	-4.98251	-4.87891	-4.90724	-4.8432	-4.88021	-4.94905
60-64	-4.40934	-4.58058	-4.64725	-4.52099	-4.53976	-4.55406	-4.54743	-4.59512	-4.49102	-4.48794	-4.51832
65-69	-3.99378	-4.16672	-4.18103	-4.04283	-4.08684	-4.08075	-4.11639	-4.12028	-4.07789	-4.06712	-4.09605
70-over	-2.85639	-2.99702	-2.90294	-2.82584	-2.84103	-2.82675	-3.02751	-3.01652	-2.97217	-2.93668	-2.96763

ตารางที่ 10 ค่าลอการิทึมอัตราผลตอบแทนกลางปี เพศหญิงในปีพ.ศ.2550-2553

อายุ(ปี)หญิง	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553
0-4	-6.33018	-6.34458	-6.3856	-6.38867
5-9	-7.86739	-7.97648	-8.06683	-7.99265
10-14	-7.83754	-7.92003	-7.88811	-7.99734
15-19	-7.54004	-7.50674	-7.55391	-7.51401
20-24	-7.35926	-7.38212	-7.43207	-7.38106
25-29	-6.92361	-7.02067	-7.10707	-7.1425
30-34	-6.59761	-6.67447	-6.7512	-6.80956
35-39	-6.41621	-6.45751	-6.50338	-6.50958
40-44	-6.14573	-6.19928	-6.22248	-6.21272
45-49	-5.80606	-5.82823	-5.89384	-5.88267
50-54	-5.41168	-5.44548	-5.5072	-5.51186
55-59	-4.97186	-4.99723	-5.07031	-5.06448
60-64	-4.53294	-4.53616	-4.58044	-4.59993
65-69	-4.11237	-4.11515	-4.14323	-4.14107
70-over	-2.94834	-2.94108	-2.97435	-2.94747

ภาคผนวก จ

ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต  
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตายโรกระบบไหลเวียนโลหิตและ โรกระบบ  
ทางเดินหายใจ ของเพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ ๑1 ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต  
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ เพศชาย  
ในปีพ.ศ.2506-2553

ปี	GDP (ล้านบาท)	Unemployment rate(%)	เนื้องอก (คน)	โรคติดเชื้อ และปรสิต (คน)	สาเหตุการตายภายนอก ของการป่วยและการตาย (คน)	โรคระบบ ไหลเวียนโลหิต (คน)	โรคของระบบ ทางเดินหายใจ (คน)
2506	74,536.94	2.89	1764	13563	7276	3764	4955
2507	81,674.59	3.10	1871	12041	7612	3591	4973
2508	91,800.01	2.58	2136	11542	9370	2999	4420
2509	109,395.86	2.77	2035	14279	9886	3307	4159
2510	117,445.96	1.71	2361	11794	10935	3210	3989
2511	126,456.57	1.54	2133	10741	11356	2739	3477
2512	139,128.64	0.23	2338	10133	11952	3312	3670
2513	148,279.76	1.30	2652	12703	12991	5013	8809
2514	154,467.96	0.19	2456	13904	12950	6046	7782
2515	171,460.57	0.53	2791	15335	13102	6924	11821
2516	224,340.13	0.43	3503	14691	14918	6661	8792
2517	282,090.87	0.62	3761	15929	16268	6848	8452
2518	307,365.99	0.41	4027	15697	21663	6159	15616
2519	349,926.72	0.88	3530	14188	18678	6453	15472
2520	406,659.23	1.05	4725	14622	19985	7547	14079
2521	490,982.88	0.90	5144	15008	23406	8182	12875
2522	562,580.23	1.00	5495	13271	24509	12021	11461
2523	662,482.00	0.80	6119	12710	24449	13388	5962
2524	760,356.00	1.30	6671	11575	25372	13780	5809
2525	841,569.00	2.75	7122	11508	23253	15094	6262
2526	920,989.00	2.30	7434	11142	21968	15356	6116
2527	988,070.00	3.80	7446	9523	20109	15776	4449
2528	1,056,496.00	3.90	7827	8893	18175	15044	4550
2529	1,133,397.00	4.15	8376	8410	16261	16541	3967
2530	1,299,913.00	5.05	9551	9938	17128	18818	4518
2531	1,559,804.00	4.40	10542	8074	19358	20376	4572



ตารางที่ ๑1 ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต  
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ เพศชาย  
ในปีพ.ศ.2506-2553 (ต่อ)

ปี	GDP (ล้านบาท)	Unemployment rate(%)	เนื้องอก(คน)	โรคติดเชื้อและ ปรสิต(คน)	สาเหตุการตาย ภายนอกของการป่วย และการตาย(คน)	โรคระบบ ไหลเวียนโลหิต (คน)	โรคของระบบ ทางเดินหายใจ (คน)
2532	1,856,992.00	3.60	11792	7754	22080	23265	4993
2533	2,259,181.00	3.85	12823	7644	25099	24583	4837
2534	2,578,790.00	2.10	13574	7297	26928	26460	5176
2535	2,930,336.00	2.80	14680	7271	28791	28190	5606
2536	3,257,488.00	2.60	15493	8138	31044	29925	6486
2537	3,682,658.00	2.60	17216	10609	33949	32079	14102
2538	4,210,608.00	1.70	18202	11789	35603	35191	15229
2539	4,631,077.00	1.50	18309	11677	36378	39114	13630
2540	4,702,111.00	1.50	15779	10961	29845	36112	13604
2541	4,693,168.00	4.35	17744	12176	24236	32045	15312
2542	4,781,472.00	4.19	21239	16885	30916	25177	13742
2543	5,060,019.00	3.59	23064	20463	32353	18882	13896
2544	5,334,132.00	3.34	24869	21116	31585	19792	15236
2545	5,759,426.00	2.41	26659	26775	33787	18528	16224
2546	6,305,575.00	2.17	28848	29535	36267	22396	17140
2547	6,943,899.00	2.08	29353	26002	34629	22667	14326
2548	7,586,327.00	1.85	29543	23299	34208	20955	15787
2549	8,365,342.00	1.52	30217	21771	34924	19375	15339
2550	9,037,775.00	1.38	31099	21143	33400	19485	15845
2551	9,658,740.00	1.39	32060	21410	32440	19908	16577
2552	9,571,404.00	1.50	32699	21152	32472	20060	16361
2553	10,807,473.00	1.04	33659	22477	31621	22597	18351

ตารางที่ ๑๒ ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต  
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ เพศหญิง  
ในปีพ.ศ.2506-2553

ปี	GDP (ล้านบาท)	Unemployment rate(%)	เนื้องอก (คน)	โรคติดเชื้อ และปรสิต (คน)	สาเหตุการตายภายนอก ของการป่วยและการตาย (คน)	โรคระบบ ไหลเวียนโลหิต (คน)	โรคของระบบ ทางเดินหายใจ (คน)
2506	74,536.94	2.89	1326	10340	2394	2950	3865
2507	81,674.59	3.10	1409	9281	2629	2845	3863
2508	91,800.01	2.58	1563	8435	3177	2355	3764
2509	109,395.86	2.77	1653	10818	3518	2701	3443
2510	117,445.96	1.71	1856	8781	3544	2562	3252
2511	126,456.57	1.54	1692	8052	3420	2118	2694
2512	139,128.64	0.23	1780	7430	3663	2375	2881
2513	148,279.76	0.90	1964	9107	3869	3452	6860
2514	154,467.96	0.19	1965	10051	3742	4200	6063
2515	171,460.57	0.53	2255	11640	4311	4954	9472
2516	224,340.13	0.43	2661	10587	4935	4630	7356
2517	282,090.87	0.62	2915	11389	5520	4965	6412
2518	307,365.99	0.41	3362	11243	5519	4251	12378
2519	349,926.72	0.88	2827	9619	5478	4170	11890
2520	406,659.23	1.05	3668	10456	6316	4764	10954
2521	490,982.88	0.90	4027	10520	6993	4952	10103
2522	562,580.23	1.00	4225	8962	7104	7872	8800
2523	662,482.00	0.80	4850	8523	7361	8554	4116
2524	760,356.00	1.30	5057	7557	7007	8744	3911
2525	841,569.00	2.75	5531	7462	6896	9750	4274
2526	920,989.00	2.30	5893	7572	7042	9849	4016
2527	988,070.00	3.80	5713	6310	6360	10096	2834
2528	1,056,496.00	3.90	6303	6058	5951	10466	2785
2529	1,133,397.00	4.15	6333	5614	5120	10596	2478
2530	1,299,913.00	5.05	7354	6957	5282	12355	2706
2531	1,559,804.00	4.40	7742	5220	6110	13088	2745

ตารางที่ ๑๒ ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ อัตราการว่างงาน โรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต  
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ เพศหญิง  
ในปีพ.ศ.2506-2553 (ต่อ)

ปี	GDP (ล้านบาท)	Unemployment rate(%)	เนื้องอก(คน)	โรคติดเชื้อและ ปรสิต(คน)	สาเหตุการตายภายนอก ของการป่วยและการตาย (คน)	โรคระบบ ไหลเวียนโลหิต (คน)	โรคของระบบ ทางเดินหายใจ (คน)
2532	1,856,992.00	3.60	8593	5235	6436	15199	2908
2533	2,259,181.00	3.85	9331	4864	7156	15604	2683
2534	2,578,790.00	2.10	9759	4828	7310	16835	2886
2535	2,930,336.00	2.80	10236	4744	7752	17235	2792
2536	3,257,488.00	2.60	10639	4694	8108	17969	3288
2537	3,682,658.00	2.60	11525	5352	8704	19857	6670
2538	4,210,608.00	1.70	11993	5778	8692	21127	7401
2539	4,631,077.00	1.50	11863	6231	8919	23918	6178
2540	4,702,111.00	1.50	10458	5570	7343	22419	6284
2541	4,693,168.00	4.35	12068	5930	6176	20331	7439
2542	4,781,472.00	4.19	14,852	8,577	8,185	17,111	6,891
2543	5,060,019.00	3.59	16,416	11,494	8,679	13,449	7,205
2544	5,334,132.00	3.34	17,628	12,913	8,425	15,111	8,181
2545	5,759,426.00	2.41	19,175	18,085	9,018	14,368	9,004
2546	6,305,575.00	2.17	20834	21181	8852	17694	9870
2547	6,943,899.00	2.08	21465	18890	9567	16888	8748
2548	7,586,327.00	1.85	21079	17690	8952	15816	9179
2549	8,365,342.00	1.52	21845	16998	9480	14731	8781
2550	9,037,775.00	1.38	22335	16980	9484	15257	9569
2551	9,658,740.00	1.39	23343	17262	3946	15483	9781
2552	9,571,404.00	1.50	23359	17359	9474	14990	9805
2553	10,807,473.00	1.04	24417	18892	8305	16862	11303

ภาคผนวก ฉ

อัตราภาระจากโรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตายโรค  
ระบบไหลเวียนโลหิตและ โรคระบบทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน ของ  
เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2506-2553

ตารางที่ ๑1 อัตราภาระจากโรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย  
โรกระบบไหลเวียนโลหิตและ โรกระบบทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน ของเพศชาย  
ปีพ.ศ. 2506-2553

ปี	อัตราภาระ จากเนื้องอก ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ติดเชื้อและปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากสาเหตุการ ตายภายนอกของการป่วย และการตาย ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ระบบไหลเวียน โลหิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ของระบบทางเดิน หายใจ ต่อประชากร 100,000 คน
2506	12.030734	92.50161313	49.62336778	25.67102203	33.79381354
2507	12.760489	82.12135396	51.91493616	24.49113712	33.91657613
2508	14.567828	78.7181021	63.90474932	20.45361187	30.1450365
2509	13.878993	97.38483624	67.42394363	22.55421622	28.36497892
2510	16.10236	80.43677839	74.57827469	21.89266225	27.20555443
2511	14.547367	73.25516675	77.44955532	18.68037443	23.7136407
2512	15.945497	69.1085192	81.51436114	22.58831694	25.0299285
2513	18.087022	86.63628929	88.60049076	34.1893819	60.07864854
2514	16.750274	94.82728224	88.32086486	41.23459065	53.07436064
2515	19.035022	104.5869083	89.35752675	47.22267709	80.62092228
2516	23.890964	100.1947356	101.7429083	45.42897921	59.96270609
2517	25.650562	108.6380738	110.9501027	46.70434614	57.64385713
2518	27.46472	107.0558004	147.7447796	42.00526692	106.5033688
2519	24.075108	96.76420314	127.3866497	44.01038926	105.521268
2520	32.22518	99.72414564	136.3005779	51.4716268	96.02080744
2521	35.082821	102.3567212	159.6322906	55.80241825	87.80935406
2522	37.476691	90.51013109	167.1549094	81.98495108	78.16567044
2523	41.732461	86.6840303	166.7457008	91.30808793	40.66169856
2524	45.497181	78.94316685	173.0406937	93.98158438	39.61821652
2525	48.573066	78.48621721	158.5888085	102.9432536	42.70774176
2526	50.700951	75.9900445	149.8249235	104.7301313	41.71200073
2527	50.782792	64.94823136	137.1462758	107.5945918	30.34282068
2528	53.381267	60.65154063	123.9561173	102.6022464	31.03165522
2529	57.125526	57.35741108	110.9023617	112.812002	27.05551127
2530	65.139195	67.77859112	116.8154265	128.3414699	30.81341061
2531	71.897958	55.06584269	132.0243476	138.9672542	31.18169839

ตารางที่ ๓1 อัตราภาระจากโรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย  
โรกระบบไหลเวียนโลหิตและ โรกระบบทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน ของเพศชาย  
ปีพ.ศ. 2506-2553 (ต่อ)

ปี	อัตราภาระจาก เนื้องอก ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ติดเชื้อและปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากสาเหตุการ ตายภายนอกของการป่วย และการตาย ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ระบบไหลเวียน โลหิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ของระบบทางเดิน หายใจ ต่อประชากร 100,000 คน
2532	80.423138	52.88339661	150.5887796	158.6706503	34.05297902
2533	87.454707	52.13318077	171.1787944	167.6596001	32.98903655
2534	92.576635	49.7665908	183.6528378	180.4610104	35.30106537
2535	100.11971	49.58926706	196.358766	192.2598595	38.23372729
2536	105.66449	55.50233191	211.7245505	204.0928093	44.23545401
2537	117.4156	72.35490774	231.5370688	218.7833995	96.17767075
2538	124.14026	80.40267767	242.817587	240.0076877	103.863973
2539	124.87002	79.63882154	248.1031986	266.7631126	92.95856278
2540	107.61505	74.75559843	203.5471978	246.2890403	92.78123904
2541	121.01664	83.0420734	165.2930101	218.5515146	104.430045
2542	144.85304	115.1581315	210.851572	171.7107656	93.72241891
2543	157.2998	139.5606068	220.652119	128.7779591	94.77272109
2544	169.61016	144.0141608	215.4142484	134.9842901	103.9117141
2545	181.81822	182.6093557	230.4322055	126.3636281	110.6500163
2546	196.74751	201.4329532	247.3461626	152.7439451	116.8972682
2547	200.19169	177.3373844	236.1747667	154.5922042	97.70538301
2548	201.48751	158.9025352	233.3034861	142.9161176	107.6696134
2549	206.08429	148.4813551	238.1867092	132.1402901	104.6141889
2550	212.09966	144.1983047	227.7928098	132.8905059	108.0651818
2551	218.65382	146.0192831	221.2454715	135.7754268	113.0575272
2552	223.01189	144.259686	221.4637161	136.8120887	111.5843761
2553	229.55923	153.2963768	215.6597736	154.1147941	125.1564626

ตารางที่ ๓2 อัตราภาระจากโรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย  
โรกระบบไหลเวียนโลหิตและ โรกระบบทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน ของเทศหญิง  
ปีพ.ศ. 2506-2553

ปี	อัตราภาระ จากเนื้องอก ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระ จากโรคติด เชื้อและปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากสาเหตุ การตายภายนอกของ การป่วยและการตาย ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ระบบไหลเวียน โลหิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจาก โรคของระบบ ทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน
2506	9.139086	71.26558	16.49997943	20.33205485	26.63844
2507	9.711141	63.96671	18.11965159	19.60837154	26.62465
2508	10.77254	58.13589	21.89658924	16.23118277	25.94232
2509	11.39284	74.56006	24.24683694	18.61589158	23.72992
2510	12.79196	60.5206	24.42603471	17.65787272	22.41351
2511	11.66164	55.49617	23.57139918	14.59772616	18.56765
2512	12.26816	51.20921	25.24620912	16.36902721	19.85649
2513	13.53632	62.76747	26.66600685	23.79195028	47.28064
2514	13.54322	69.27372	25.79069466	28.94733233	41.78754
2515	15.54196	80.22546	29.71236897	34.1440677	65.28313
2516	18.3402	72.96795	34.01311548	31.91098778	50.69918
2517	20.09083	78.49552	38.04506534	34.21988214	44.19293
2518	23.17165	77.48925	38.03817312	29.29883565	85.31192
2519	19.48431	66.29628	37.75559202	28.74056567	81.94852
2520	25.28067	72.06507	43.53127404	32.83454553	75.4974
2521	27.75498	72.50618	48.19730833	34.13028326	69.63212
2522	29.11964	61.76809	48.96234497	54.25557145	60.65155
2523	33.42728	58.74241	50.73364602	58.95606684	28.36839
2524	34.85397	52.08452	48.29379943	60.26558902	26.95548
2525	38.12088	51.42976	47.52876279	67.19916433	29.45736
2526	40.61586	52.1879	48.5350272	67.88149431	27.67916
2527	39.37526	43.48992	43.83453181	69.58387314	19.53256
2528	43.44168	41.75308	41.01561302	72.13399527	19.19484
2529	43.64844	38.69293	35.28817655	73.02998413	17.07893
2530	50.6854	47.94919	36.40471651	85.1534026	18.65035
2531	53.35958	35.9774	42.11147631	90.20540131	18.91915

ตารางที่ ๓2 อัตราภาระจากโรคเนื้องอก โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย  
โรกระบบไหลเวียนโลหิตและ โรกระบบทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน ของเพศหญิง  
ปีพ.ศ. 2506-2553 (ต่อ)

ปี	อัตราภาระ จากเนื้องอก ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระ จากโรคติดเชื้อ และปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากสาเหตุ การตายภายนอกของ การป่วยและการตาย ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ระบบไหลเวียน โลหิต ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจาก โรคของระบบ ทางเดินหายใจ ต่อประชากร 100,000 คน
2532	59.22486	36.08078	44.35834068	104.7548819	20.04258
2533	64.31132	33.52377	49.32074051	107.5462318	18.49183
2534	67.26119	33.27565	50.38214269	116.0305571	19.89095
2535	70.54878	32.6967	53.42850481	118.7874459	19.24308
2536	73.32635	32.35209	55.88213584	123.8463368	22.66163
2537	79.43286	36.88717	59.98990014	136.8588519	45.97112
2538	82.65842	39.82326	59.90719347	145.6119738	51.00933
2539	81.76243	42.94544	61.47172786	164.8481654	42.58015
2540	72.07886	38.38968	50.60958602	154.5167246	43.31072
2541	83.17533	40.87088	42.56636297	140.1257651	51.27124
2542	102.3633	59.11459	56.41283693	117.9328103	47.4943
2543	113.1427	79.2192	59.81759459	92.69349345	49.65846
2544	121.4961	88.99926	58.0669702	104.1483664	56.38527
2545	132.1584	124.6458	62.15405784	99.02744545	62.05757
2546	143.5926	145.9842	61.00994899	121.9509758	68.02623
2547	147.9415	130.1941	65.93788771	116.3958448	60.29316
2548	145.2811	121.9234	61.69917119	109.0073829	63.26371
2549	150.5606	117.154	65.3382644	101.529322	60.5206
2550	153.9378	117.0299	65.36583328	105.1546308	65.95167
2551	160.8851	118.9735	27.19670794	106.712273	67.41282
2552	160.9954	119.6421	65.29691106	103.3144075	67.57824
2553	168.2874	130.2079	57.23990357	116.2166471	77.90279



ภาคผนวก ข

คำพยากรณ์ดัชนีอัตราดอกเบี้ย  $k_t$  และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว  
(Cointegration) กับดัชนีอัตราดอกเบี้ย  $k_t$  เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2554-2573

ตารางที่ ข1 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราฆณะ kt และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราฆณะ kt เพศชาย ปีพ.ศ. 2554-2573

year	ktm	อัตราฆณะจากเนืองอก (คน)	อัตราฆณะจากโรค ติดเชื้อและปรสิตต่อ ประชากร 100,000 คน	อัตราฆณะจากโรค ระบบไหลเวียน โลหิต ต่อประชากร 100,000 คน
2554	1.5732	235.32	158.01	165.41
2555	1.6737	240.16	159.79	173.44
2556	1.7370	245.00	161.52	176.44
2557	1.8014	249.85	163.23	179.54
2558	1.8664	254.70	164.93	182.71
2559	1.9316	259.56	166.63	185.91
2560	1.9969	264.41	168.32	189.13
2561	2.0624	269.26	170.02	192.36
2562	2.1278	274.11	171.72	195.59
2563	2.1933	278.96	173.41	198.83
2564	2.2588	283.81	175.11	202.07
2565	2.3244	288.66	176.81	205.31
2566	2.3899	293.51	178.50	208.55
2567	2.4554	298.37	180.20	211.79
2568	2.5209	303.22	181.89	215.03
2569	2.5865	308.07	183.59	218.27
2570	2.6520	312.92	185.29	221.51
2571	2.7175	317.77	186.98	224.75
2572	2.7830	322.62	188.68	227.99
2573	2.8486	327.47	190.38	231.23

ตารางที่ ข2 ค่าพยากรณ์ดัชนีอัตราภาระ kt และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับดัชนีอัตราภาระ kt เพศหญิง ปีพ.ศ.2554-2573

ปี	ktf	อัตราภาระจากเนื้อ งอก ต่อประชากร 100,000 คน	อัตราภาระจากโรค ติดเชื้อและปรสิต ต่อประชากร 100,000 คน
2554	1.998366	173.45	133.94
2555	2.048028	176.87	136.38
2556	2.114164	180.28	138.32
2557	2.186542	183.69	140.08
2558	2.261285	187.11	141.76
2559	2.336924	190.52	143.42
2560	2.412903	193.94	145.07
2561	2.48901	197.35	146.72
2562	2.565166	200.76	148.36
2563	2.641341	204.18	150.01
2564	2.717522	207.59	151.65
2565	2.793706	211.01	153.29
2566	2.869892	214.42	154.93
2567	2.946077	217.83	156.58
2568	3.022263	221.25	158.22
2569	3.098449	224.66	159.86
2570	3.174635	228.08	161.51
2571	3.25082	231.49	163.15
2572	3.327006	234.91	164.79
2573	3.403192	238.32	166.44

ภาคผนวก ฅ

คำพยากรณ์ล่อการิทิมอัตรามณะกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2554-2573

ตารางที่ ฅ1 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณะกลางปี เพศชาย ในปีพ.ศ.2554-2565

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559
0-4	-6.456491099	-6.537009542	-6.591802176	-6.649802183	-6.704193895	-6.765401276
5-9	-7.605743328	-7.66880866	-7.711724488	-7.757152461	-7.799754271	-7.84769439
10-14	-7.643598475	-7.692233362	-7.725329302	-7.760362566	-7.79321634	-7.830186927
15-19	-6.361446741	-6.370914571	-6.377357409	-6.384177389	-6.390573085	-6.397770206
20-24	-5.998808438	-6.005498315	-6.010050762	-6.014869694	-6.01938883	-6.024474247
25-29	-5.668254887	-5.664159724	-5.661372974	-5.658423097	-5.655656738	-5.652543734
30-34	-5.495496552	-5.492981125	-5.491269382	-5.489457439	-5.487758221	-5.485846079
35-39	-5.418639761	-5.426565398	-5.431958778	-5.437667868	-5.443021784	-5.449046583
40-44	-5.27846291	-5.2925858	-5.302196398	-5.312369567	-5.321909843	-5.332645584
45-49	-5.048013749	-5.064985326	-5.076534449	-5.088759619	-5.100224236	-5.113125452
50-54	-4.744015169	-4.76080319	-4.772227404	-4.784320352	-4.795660974	-4.808422657
55-59	-4.42421708	-4.43875203	-4.448643034	-4.459113022	-4.468931653	-4.479980627
60-64	-4.063683662	-4.079991329	-4.091088662	-4.102835596	-4.113851729	-4.126248263
65-69	-3.671966296	-3.68490094	-3.693702938	-3.703020175	-3.711757768	-3.721590244
70-over	-2.732702141	-2.740467213	-2.745751328	-2.751344757	-2.756590208	-2.762492952
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2561	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565
0-4	-6.823267642	-6.883539539	-6.942675491	-7.003214669	-7.063286105	-7.124159384
5-9	-7.893017691	-7.940225101	-7.986542793	-8.033959549	-8.08100995	-8.128688388
10-14	-7.865139468	-7.901545003	-7.937264401	-7.973831379	-8.01011583	-8.046884612
15-19	-6.404574472	-6.411661594	-6.418615145	-6.425733696	-6.432797246	-6.439955082
20-24	-6.029282075	-6.034289767	-6.039203079	-6.044232978	-6.049224014	-6.054281672
25-29	-5.649600654	-5.646535229	-5.643527578	-5.640448559	-5.63739333	-5.634297319
30-34	-5.484038311	-5.482155394	-5.480307964	-5.478416696	-5.476540041	-5.474638336
35-39	-5.454742519	-5.460675236	-5.46649614	-5.472455167	-5.478368153	-5.484360066
40-44	-5.342795312	-5.353366969	-5.363739383	-5.374357921	-5.384894417	-5.395571557
45-49	-5.125322453	-5.138026488	-5.150491091	-5.163251464	-5.175913246	-5.18874404
50-54	-4.820487741	-4.833054376	-4.845384167	-4.85800653	-4.87053137	-4.883223392
55-59	-4.490426491	-4.501306595	-4.511981641	-4.522909994	-4.533753911	-4.544742574
60-64	-4.137968129	-4.150175196	-4.162152196	-4.174413396	-4.186579863	-4.19890873
65-69	-3.730886013	-3.740568211	-3.750067928	-3.759793062	-3.769443058	-3.779221863
70-over	-2.768073493	-2.77388602	-2.779588998	-2.785427301	-2.791220495	-2.797091019

ตารางที่ ๓2 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณะกลางปี เพศชาย ในปีพ.ศ.2566-2673

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2566	พ.ศ. 2567	พ.ศ. 2568	พ.ศ. 2569	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2571
0-4	-7.184965843	-7.246240044	-7.307581066	-7.369189368	-7.430998131	-7.493074176
5-9	-8.176314449	-8.224306946	-8.272351738	-8.320605876	-8.369017023	-8.417637515
10-14	-8.083613034	-8.120623981	-8.15767529	-8.194888042	-8.232221877	-8.269717155
15-19	-6.447105062	-6.45431004	-6.461522876	-6.468767141	-6.476034977	-6.483334241
20-24	-6.059333778	-6.064424746	-6.069521267	-6.074639994	-6.079775376	-6.084932966
25-29	-5.631204706	-5.628088304	-5.624968503	-5.621835108	-5.618691519	-5.615534335
30-34	-5.472738719	-5.470824489	-5.468908172	-5.466983505	-5.465052575	-5.463113295
35-39	-5.490345402	-5.496376779	-5.502414733	-5.508478997	-5.514562992	-5.520673297
40-44	-5.406236976	-5.416984437	-5.427743618	-5.43854968	-5.449390903	-5.460279007
45-49	-5.20156075	-5.21447605	-5.227405435	-5.240391156	-5.25341913	-5.266503442
50-54	-4.895901483	-4.908677098	-4.921466644	-4.934311919	-4.947198989	-4.960141787
55-59	-4.555719175	-4.566780212	-4.57785331	-4.588974658	-4.600132192	-4.611337975
60-64	-4.211224063	-4.22363413	-4.23605773	-4.248535463	-4.261053797	-4.273626263
65-69	-3.788989934	-3.798833144	-3.808687088	-3.818583969	-3.828513052	-3.838485072
70-over	-2.802955098	-2.808864285	-2.814779917	-2.820721324	-2.826682064	-2.83266858
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2572	พ.ศ. 2573				
0-4	-7.555217041	-7.617560366				
5-9	-8.466310344	-8.515140182				
10-14	-8.307252794	-8.344909516				
15-19	-6.490641362	-6.497972055				
20-24	-6.090096107	-6.095275903				
25-29	-5.612373752	-5.609202975				
30-34	-5.461171928	-5.459224298				
35-39	-5.526790178	-5.532926792				
40-44	-5.471178831	-5.482113816				
45-49	-5.279601838	-5.292742487				
50-54	-4.973098517	-4.986097043				
55-59	-4.62255582	-4.633809852				
60-64	-4.286212263	-4.298838863				
65-69	-3.848467826	-3.858482782				
70-over	-2.83866154	-2.844673832				

ตารางที่ ฅ3 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณะกลางปี เพศหญิง ในปีพ.ศ.2554-2559

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559
0-4	-6.646569938	-6.670401787	-6.702139411	-6.736872498	-6.772740553	-6.809038642
5-9	-7.967492205	-7.989659519	-8.019180428	-8.051487583	-8.084850433	-8.118613282
10-14	-8.058847218	-8.076025487	-8.098902329	-8.123938334	-8.149792438	-8.175956515
15-19	-7.529747604	-7.54383829	-7.5626033	-7.583139391	-7.604346536	-7.625807941
20-24	-7.24571765	-7.259441469	-7.277717912	-7.297719324	-7.318374318	-7.339276953
25-29	-6.898784703	-6.909310775	-6.923328677	-6.938669617	-6.954511851	-6.970544022
30-34	-6.711539159	-6.723102866	-6.738502618	-6.755355832	-6.772759755	-6.79037234
35-39	-6.511112048	-6.523689608	-6.540439541	-6.558770367	-6.577700187	-6.596856963
40-44	-6.168296734	-6.179497361	-6.194413588	-6.21073764	-6.22759511	-6.24465469
45-49	-5.782813665	-5.791542728	-5.803167495	-5.815889433	-5.829027083	-5.842322245
50-54	-5.370974851	-5.378049747	-5.38747161	-5.397782728	-5.408430781	-5.419206497
55-59	-4.973742163	-4.978994384	-4.985988933	-4.993643642	-5.001548483	-5.009548097
60-64	-4.543744147	-4.548972266	-4.555934717	-4.563554298	-4.571422863	-4.579385768
65-69	-4.092022055	-4.095648698	-4.100478414	-4.105763968	-4.111222237	-4.116745947
70-over	-2.894485476	-2.896052643	-2.898139688	-2.900423713	-2.902782372	-2.90516931
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2561	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565
0-4	-6.845499669	-6.882022433	-6.918568588	-6.955123607	-6.991681983	-7.028241632
5-9	-8.152527689	-8.18649952	-8.220493109	-8.254494942	-8.288499898	-8.322506038
10-14	-8.20223804	-8.228564065	-8.254906951	-8.281256226	-8.307607921	-8.333960533
15-19	-7.647365684	-7.668959929	-7.690568005	-7.71218132	-7.733796622	-7.755412675
20-24	-7.360273417	-7.381305432	-7.402350918	-7.423401508	-7.444454031	-7.465507288
25-29	-6.986648161	-7.002779567	-7.018921305	-7.035066957	-7.051214093	-7.06736179
30-34	-6.808063985	-6.825785587	-6.843518538	-6.861255791	-6.878994672	-6.896734171
35-39	-6.616099731	-6.635375082	-6.654662778	-6.673955151	-6.693249297	-6.712544114
40-44	-6.261790849	-6.278956023	-6.29613219	-6.313312524	-6.330494435	-6.347676944
45-49	-5.855677087	-5.869054543	-5.882440565	-5.895829835	-5.909220334	-5.922611299
50-54	-5.430030584	-5.440872999	-5.451722357	-5.462574347	-5.473427334	-5.484280698
55-59	-5.017583621	-5.025632751	-5.033687036	-5.041743274	-5.049800253	-5.057857512
60-64	-4.587384416	-4.595396608	-4.603413932	-4.6114332	-4.619453205	-4.627473489
65-69	-4.122294452	-4.127852353	-4.133413813	-4.138976622	-4.144539941	-4.150103455
70-over	-2.907566963	-2.909968676	-2.912371927	-2.914775761	-2.917179816	-2.919583954

ตารางที่ ๓4 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณะกลางปี เพศหญิง ในปีพ.ศ.2566-2573

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2566	พ.ศ. 2567	พ.ศ. 2568	พ.ศ. 2569	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2571
0-4	-7.064801763	-7.101362077	-7.13792246	-7.174482869	-7.211043288	-7.247603711
5-9	-8.356512627	-8.390519385	-8.424526208	-8.458533055	-8.492539912	-8.526546772
10-14	-8.360313493	-8.386666585	-8.413019726	-8.439372887	-8.465726054	-8.492079225
15-19	-7.777029014	-7.79864546	-7.820261948	-7.841878451	-7.86349496	-7.885111471
20-24	-7.486560822	-7.507614461	-7.52866814	-7.549721834	-7.570775534	-7.591829236
25-29	-7.083509701	-7.099657692	-7.115805714	-7.131953747	-7.148101785	-7.164249825
30-34	-6.914473904	-6.932213726	-6.949953581	-6.967693449	-6.985433321	-7.003173196
35-39	-6.731839186	-6.751134354	-6.770429559	-6.789724778	-6.809020002	-6.828315227
40-44	-6.364859681	-6.382042502	-6.399225357	-6.416408224	-6.433591095	-6.450773968
45-49	-5.936002441	-5.94939365	-5.962784884	-5.976176128	-5.989567375	-6.002958624
50-54	-5.495134206	-5.505987768	-5.51684135	-5.52769494	-5.538548534	-5.549402128
55-59	-5.065914877	-5.073972282	-5.082029702	-5.090087129	-5.098144557	-5.106201987
60-64	-4.635493879	-4.643514309	-4.651534753	-4.659555204	-4.667575657	-4.675596111
65-69	-4.155667042	-4.161230656	-4.166794281	-4.17235791	-4.177921541	-4.183485172
70-over	-2.921988124	-2.924392306	-2.926796493	-2.929200681	-2.93160487	-2.934009059
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2572	พ.ศ. 2573				
0-4	-7.284164135	-7.32072456				
5-9	-8.560553633	-8.594560495				
10-14	-8.518432396	-8.544785567				
15-19	-7.906727983	-7.928344495				
20-24	-7.612882938	-7.633936641				
25-29	-7.180397865	-7.196545905				
30-34	-7.020913071	-7.038652946				
35-39	-6.847610454	-6.866905681				
40-44	-6.467956842	-6.485139716				
45-49	-6.016349873	-6.029741123				
50-54	-5.560255722	-5.571109317				
55-59	-5.114259416	-5.122316846				
60-64	-4.683616565	-4.691637019				
65-69	-4.189048804	-4.194612435				
70-over	-2.936413249	-2.938817438				



ภาคผนวก ๓

คำพยากรณ์อัตราณะ เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2554-2573

ตารางที่ ๑ ค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศชาย ในปีพ.ศ.2554-2565

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559
0-4	0.007820543	0.007217937	0.006834389	0.006450489	0.006110078	0.005748349
5-9	0.002484777	0.002333147	0.002235242	0.002136072	0.002047081	0.001951351
10-14	0.002392597	0.00227919	0.002205072	0.002129235	0.002060494	0.001985781
15-19	0.008597187	0.00851655	0.008462085	0.008404809	0.008351454	0.008291811
20-24	0.012331996	0.012250307	0.012195002	0.012136728	0.01208234	0.01202142
25-29	0.017121623	0.017191252	0.017238814	0.017289305	0.01733678	0.017390365
30-34	0.020317586	0.020368217	0.020402758	0.020439384	0.020473786	0.020512571
35-39	0.021922829	0.021751712	0.021635974	0.021514122	0.021400483	0.021273303
40-44	0.025180125	0.024831527	0.024596937	0.024350992	0.024122589	0.023868071
45-49	0.031602793	0.031079435	0.03072803	0.030360307	0.030019447	0.029640345
50-54	0.042591135	0.041897203	0.041431127	0.040943284	0.040490969	0.039987778
55-59	0.058174776	0.057359712	0.056811181	0.056236073	0.05570196	0.055106755
60-64	0.082387771	0.081109651	0.080250413	0.079350359	0.078515218	0.077585422
65-69	0.119533285	0.118088378	0.117114089	0.116090957	0.115139239	0.114076926
70-over	0.279729365	0.277866988	0.276605066	0.275274485	0.274031753	0.272638812
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2561	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565
0-4	0.005426023	0.005109518	0.004816942	0.004534579	0.004270671	0.004018966
5-9	0.001864962	0.001779061	0.001698638	0.001620025	0.001545599	0.00147369
10-14	0.001917636	0.001849155	0.001784353	0.001720329	0.001659055	0.00159921
15-19	0.008235813	0.0081779	0.008121484	0.0080641	0.008007546	0.007950661
20-24	0.011964105	0.011904709	0.01184673	0.011787633	0.01172927	0.011670443
25-29	0.017441176	0.017494243	0.017546456	0.017600097	0.017653496	0.017707751
30-34	0.020549306	0.020587629	0.02062529	0.020663938	0.020702366	0.020741364
35-39	0.021153751	0.021029963	0.020909229	0.020786273	0.020664949	0.020542766
40-44	0.023629884	0.023384346	0.023145934	0.022904221	0.022666791	0.022428765
45-49	0.029286271	0.028921987	0.028568981	0.028211801	0.027861658	0.027511346
50-54	0.039517685	0.039033914	0.038564997	0.038090415	0.037625063	0.037159365
55-59	0.054549719	0.053975471	0.053417873	0.052852538	0.052297208	0.051740471
60-64	0.076716093	0.075820767	0.07495225	0.074072551	0.073209282	0.072344697
65-69	0.113081063	0.112052718	0.11105251	0.110036721	0.10903722	0.108033492
70-over	0.27132738	0.269967387	0.268638888	0.267283848	0.265944708	0.264594008

ตารางที่ ๓ ค่าพยากรณ์อัตราการณะเพศชาย ในปีพ.ศ.2566-2573

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2566	พ.ศ. 2567	พ.ศ. 2568	พ.ศ. 2569	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2571
0-4	0.00378239	0.003557989	0.003346662	0.003146833	0.00295855	0.002780841
5-9	0.001405219	0.001339417	0.001276629	0.00121647	0.001159031	0.001104092
10-14	0.001541602	0.001485631	0.001431635	0.001379327	0.001328828	0.001279989
15-19	0.007894259	0.007837808	0.007781701	0.007725696	0.00766998	0.007614448
20-24	0.011611991	0.011553367	0.011494975	0.011436566	0.011378335	0.011320171
25-29	0.017762094	0.01781704	0.017872212	0.01792785	0.017983774	0.018040091
30-34	0.020780379	0.020819781	0.020859298	0.020899102	0.020939061	0.020979254
35-39	0.020421468	0.020299918	0.020178956	0.020058065	0.019937649	0.019817478
40-44	0.02219354	0.021958901	0.021726472	0.02149525	0.021266003	0.021038285
45-49	0.027165859	0.026821941	0.026481961	0.026144445	0.025810505	0.025479485
50-54	0.036699966	0.036242534	0.035790224	0.035341077	0.034896576	0.034455848
55-59	0.051190275	0.050641444	0.050097775	0.049556926	0.049020693	0.048488038
60-64	0.071491136	0.070640565	0.069798864	0.0689624	0.068133943	0.067311885
65-69	0.107039871	0.106047032	0.105061856	0.104080117	0.103105093	0.102134921
70-over	0.26325101	0.261903127	0.260559695	0.259214971	0.257873458	0.256532613
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2572	พ.ศ. 2573				
0-4	0.002613423	0.0024556				
5-9	0.00105164	0.001001527				
10-14	0.001232838	0.001187286				
15-19	0.007559191	0.007504164				
20-24	0.011262171	0.011204289				
25-29	0.018096712	0.018153686				
30-34	0.021019616	0.021060179				
35-39	0.019697753	0.019578376				
40-44	0.020812468	0.020588363				
45-49	0.025151915	0.024827508				
50-54	0.034019604	0.033587463				
55-59	0.047959834	0.047435634				
60-64	0.066497561	0.065690278				
65-69	0.101171208	0.100213165				
70-over	0.255194681	0.253858598				

ตารางที่ ๓ ค่าพยากรณ์อัตราการณะ เพศหญิง ในปีพ.ศ.2554-2565

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559
0-4	0.006471334	0.006319415	0.006122606	0.005914218	0.00570644	0.005503581
5-9	0.001731235	0.001693312	0.001644095	0.00159187	0.001539677	0.001488599
10-14	0.001580207	0.001553314	0.001518209	0.001480699	0.001442935	0.001405697
15-19	0.002680771	0.002643311	0.002594236	0.002541571	0.002488305	0.002435536
20-24	0.003559763	0.003511329	0.003447847	0.003379685	0.003310708	0.003242335
25-29	0.00503236	0.004979798	0.004910649	0.004836071	0.004760241	0.00468471
30-34	0.006065498	0.005995972	0.005904613	0.005806222	0.005706331	0.005606987
35-39	0.007406596	0.007314361	0.007193303	0.007063107	0.00693112	0.006800053
40-44	0.010419438	0.010303983	0.010152201	0.009988643	0.009822491	0.009657147
45-49	0.015282508	0.015150693	0.014976901	0.014788972	0.01459736	0.014405958
50-54	0.022980853	0.022820688	0.022609104	0.022379772	0.02214536	0.021910609
55-59	0.03399814	0.033823054	0.033591262	0.033339382	0.033081221	0.032821965
60-64	0.051790796	0.051527692	0.051179328	0.050800712	0.050412588	0.050022752
65-69	0.080178559	0.079899902	0.079530247	0.079127582	0.078713811	0.078297192
70-over	0.243022822	0.242688441	0.242243752	0.241757898	0.241257049	0.240751108
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2561	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565
0-4	0.005307052	0.005117207	0.004934022	0.004757337	0.004586949	0.004422644
5-9	0.001438996	0.001390965	0.001344507	0.001299589	0.001256167	0.001214193
10-14	0.00136926	0.001333707	0.001299054	0.001265294	0.001232407	0.001200373
15-19	0.002383655	0.002332793	0.002282983	0.002234224	0.002186501	0.002139795
20-24	0.003175074	0.003109096	0.003044446	0.002981123	0.002919109	0.002858382
25-29	0.004610044	0.004536441	0.004463965	0.004392627	0.004322421	0.004253331
30-34	0.005508933	0.005412428	0.005317548	0.005224305	0.005132685	0.005042664
35-39	0.006670884	0.006543949	0.006419342	0.006297071	0.00617711	0.006059424
40-44	0.009493849	0.009333303	0.009174822	0.009019247	0.008866284	0.008715899
45-49	0.014216207	0.014028621	0.013843376	0.013660517	0.013480039	0.013301924
50-54	0.021677282	0.021446024	0.021217061	0.020990462	0.020766237	0.020544375
55-59	0.032563557	0.032306718	0.032051709	0.031798619	0.031547472	0.031298269
60-64	0.049634124	0.049247788	0.048864139	0.048483313	0.048105346	0.047730242
65-69	0.077880832	0.077465898	0.077052823	0.076641762	0.076232771	0.075825861
70-over	0.240243818	0.239736594	0.239229972	0.238724152	0.238219211	0.237715176

ตารางที่ ๓๔ ค่าพยากรณ์อัตราการณะ เพศหญิง ในปีพ.ศ.2566-2573

อายุ (ปี)	พ.ศ. 2566	พ.ศ. 2567	พ.ศ. 2568	พ.ศ. 2569	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2571
0-4	0.00426421	0.00411144	0.003964131	0.00382209	0.003685129	0.003553068
5-9	0.001173621	0.001134403	0.001096495	0.001059853	0.001024435	0.0009902
10-14	0.001169171	0.001138779	0.001109177	0.001080345	0.001052261	0.001024906
15-19	0.002094085	0.00204935	0.002005569	0.001962723	0.001920792	0.001879755
20-24	0.002798915	0.002740684	0.002683662	0.002627825	0.002573149	0.002519608
25-29	0.004185343	0.004118439	0.004052602	0.003987815	0.003924062	0.003861327
30-34	0.004954217	0.004867317	0.004781937	0.004698052	0.004615635	0.00453466
35-39	0.005943972	0.005830713	0.005719605	0.005610608	0.005503683	0.00539879
40-44	0.008568051	0.0084227	0.008279804	0.008139323	0.008001215	0.007865442
45-49	0.013126145	0.012952673	0.012781478	0.012612531	0.012445803	0.012281266
50-54	0.020324856	0.020107658	0.019892756	0.019680129	0.019469752	0.019261602
55-59	0.031051001	0.030805653	0.030562214	0.030320669	0.030081004	0.029843204
60-64	0.047357986	0.046988562	0.04662195	0.046258131	0.045897084	0.045538789
65-69	0.075421033	0.075018281	0.074617594	0.074218966	0.073822385	0.073427842
70-over	0.237212058	0.236709859	0.23620858	0.23570822	0.235208778	0.234710254
อายุ (ปี)	พ.ศ. 2572	พ.ศ. 2573				
0-4	0.00342573	0.003302949				
5-9	0.000957108	0.000925122				
10-14	0.000998263	0.000972312				
15-19	0.001839594	0.001800291				
20-24	0.00246718	0.002415842				
25-29	0.003799592	0.003738843				
30-34	0.004455103	0.004376938				
35-39	0.005295891	0.005194948				
40-44	0.007731964	0.007600742				
45-49	0.012118891	0.011958649				
50-54	0.019055656	0.018851891				
55-59	0.029607256	0.029373146				
60-64	0.045183226	0.044830376				
65-69	0.073035328	0.072644833				
70-over	0.234212646	0.233715953				

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ภัทร สุริยภัทรพันธ์ เกิดวันที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ.2531 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี  
ภาควิชาสถิติ สาขาประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีพ.ศ.  
2552 และเข้าต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะ  
พาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีพ.ศ. 2553