สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก กรณีศึกษาโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่

ALLOCATION OF NURSES TO FIT THE NUMBER OF PATIENTS IN OPERATING ROOM, LABOR ROOM AND OUTPATIENT DEPARTMENT: CASE STUDY AOLUK HOSPITAL, KRABI PROVINCE

T117266

นายกฤษฎา มะลิซ้อน
นางสาวขวัญกมล เปลี่ยนวงษ์
นางสาวพัชรี จันจำปา

ชื่อหนังสือ
เลขทะเบียน 117266
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ค. 2554

b 12340284
i

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALLOCATION OF NURSES TO FIT THE NUMBER OF PATIENTS IN OPERATING ROOM, LABOR ROOM AND OUTPATIENT DEPARTMENT: CASE STUDY AOLUK HOSPITAL, KRABI PROVINCE

MR. KRITSADA MALISORN

MS. KWANKAMOL PLEANWONG

MS. PHATCHARI CHANCHAMPA

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE IN APPLIED STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก กรณีศึกษาโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่
ALLOCATION OF NURSES TO FIT THE NUMBER OF PATIENTS IN OPERATING ROOM, LABOR ROOM AND OUTPATIENT DEPARTMENT: CASE STUDY AOLUK HOSPITAL, KRABI PROVINCE

ชื่อนักศึกษา นายกฤษฎา มะลิซ้อน
นางสาวขวัญกมล เปลี่ยนวงษ์
นางสาวพัชรี จันจำปา

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ประจำปีการศึกษา 2553

คณะกรรมการ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล	
กรรมการ ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย	
กรรมการ ดร. อัชฌา อระวีพร	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก กรณีศึกษาโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่

ชื่อนักศึกษา นายกฤษฎา มะลิซ้อน
นางสาวขวัญกมล เปลี่ยนวงษ์
นางสาวพัชรี จันจำปา

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา สถิติประยุกต์

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ คือ เพื่อทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก และห้องคลอด เป็นรายเดือน เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 และข้อมูลจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอก เป็นข้อมูลรายวัน เริ่มตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2548 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2552 มาพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) จากนั้น นำผลการพยากรณ์มาทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลที่เหมาะสม โดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)

ผลการวิเคราะห์การจัดสรรจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก พบว่า จำนวนพยาบาลที่จัดสรรโดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มของห้องผ่าตัดเล็ก เป็นจำนวน 1 คน จำนวนพยาบาลที่จัดสรรโดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มของห้องคลอด ในช่วงเวลาเช้า เป็นจำนวน 3 คน และจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมที่จัดสรรโดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มของแผนกผู้ป่วยนอก ในวันจันทร์ อังคาร พุธ และพฤหัสบดี เป็นจำนวน 6 คน และวันศุกร์ เป็นจำนวน 5 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Allocation of Nurses to Fit the Number of Patients in Operating Room, Labor Room and Outpatient Department: Case Study Aoluk Hospital, Krabi Province

Student Mr. Kritsada Malisorn
Ms. Kwankamol Pleanwong
Ms. Phatchari Chanchampa

Degree Bachelor of Science

Program Applied Statistics

Academic Year 2010

Advisor Asst. Prof. Dr. Somsri Banditvilai

ABSTRACT

The purpose of this special problem is to allocate the number of nurses to fit the number of patients in operating room, labor room and outpatient department. The monthly data of the patients in operating room and labor room are collected from January 2005 to December 2009 and the daily number of patients in the outpatient department is collected from January 1, 2005 to December 31, 2009. Box and Jenkins Method are employed to forecast the number of patients. Then, the forecast results are used to allocate the appropriate nurses by using Linear Integer Programming.

The results of the allocation of nurses to fit the number of patients in operating room, labor room and outpatient department showed that the number of nurses allocated by Linear Integer Programming techniques of operating room and labor room at morning period are one person and three persons respectively. The appropriate nurses allocated by Linear Integer Programming of the outpatient department on Monday, Tuesday, Wednesday, and Thursday are six persons, and on Friday are five persons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ก็ด้วยได้รับความกรุณา และความร่วมมือเป็นอย่างดีจากบุคคลหลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกๆท่านไว้ ณ. ที่นี้ คือ

ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเอื้อเฟื้อเอกสารในการค้นคว้า ตลอดจนช่วยตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของต้นฉบับปัญหาพิเศษตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเป็นรูปเล่ม อย่างดีมาโดยตลอด จึงกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผศ. ชูใจ คูหารัตนไชย และ ดร.อัชฌา อระวีพร คณะกรรมการ ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนชี้แนะจุดที่บกพร่อง เพื่อทำการแก้ไข เพิ่มเติม ซึ่งทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา อีกทั้งให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่แผนกเวชสถิติและพยาบาลโรงพยาบาลอ่าวลึก อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ที่ให้ข้อมูลและให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนทุกๆอย่าง และขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

นายกฤษฎา มะลิซ้อน
นางสาวขวัญกมล เปลี่ยนวงษ์
นางสาวพัชรี จันจำปา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	5
2.1.1 ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	6
2.1.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์	8
2.1.3 อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary series)	9
2.1.4 อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Non stationary series)	13
2.2 การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)	17
2.2.1 ขั้นตอนของการแก้ปัญหาโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้น	18
2.2.2 รูปแบบมาตรฐานของการโปรแกรมเชิงเส้น	19
2.2.3 วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method)	21
2.2.4 ปัญหาการหาค่าต่ำสุด	24
2.3 การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)	27
2.3.1 วิธีการค้นหาคำตอบ (Search or enumeration method)	27
2.3.2 วิธีการตัดพื้นที่คำตอบออก (Cutting plane method)	28
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ลักษณะของข้อมูล และแหล่งที่มาของข้อมูล 31

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 31

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ 32

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) 33

4.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องผ่าตัดเล็ก 33

4.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องคลอด 37

4.1.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ 40

4.1.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วย นอกของวันอังคาร 44

4.1.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ของวันพุธ 47

4.1.6 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ของวันพฤหัสบดี 51

4.1.7 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ของวันศุกร์ 55

4.2 การวิเคราะห์จำนวนพยาบาลที่เหมาะสมโดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming) 59

4.2.1 การวิเคราะห์จำนวนพยาบาลของห้องผ่าตัดเล็กและห้องคลอด 59

4.2.2 การวิเคราะห์จำนวนพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอก 61

บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

5.1 การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) 63

5.1.1 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องผ่าตัดเล็ก 63

5.1.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องคลอด 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.3 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์	65
5.1.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร	67
5.1.5 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ	68
5.1.6 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี	69
5.1.7 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์	70
5.2 การจัดสรรจำนวนพยาบาลโดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)	72
5.3 ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	
ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ.2553	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ white noise	11
2.2	ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ (ก) AR(1) และ (ข) AR(2)	11
2.3	ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ (ก) MA(1) และ (ข) MA(2)	12
2.4	ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ ARMA(1,1)	12
4.1	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก	33
4.2	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็กที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	34
4.3	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็กที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	35
4.4	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็กที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	35
4.5	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด	37
4.6	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด	38
4.7	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด	38
4.8	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์	40
4.9	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	41
4.10	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	42
4.11	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	42
4.12	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.13	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร	45
4.14	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร	45
4.15	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ	47
4.16	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	48
4.17	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	49
4.18	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	49
4.19	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี	51
4.20	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดีที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	52
4.21	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดีที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	53
4.22	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดีที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	53
4.23	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์	55
4.24	แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.25	แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	57
4.26	แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่ว ที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	57
5.1	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็กกับค่าพยากรณ์	64
5.2	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยของห้องคลอดกับค่าพยากรณ์	65
5.3	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์กับค่าพยากรณ์	66
5.4	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคารกับค่าพยากรณ์	67
5.5	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธกับค่าพยากรณ์	69
5.6	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดีกับค่าพยากรณ์	70
5.7	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์กับค่าพยากรณ์	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รูปแบบ ARMA(p,q) และเงื่อนไขสเตชันนารีและอินเวอร์ติเบิ้ล	9
2.2	ค่า $\mu_Y, \sigma^2_Y, \rho_Y$ และ ρ_{kk} ของรูปแบบ ARMA(p,q)	10
2.3	รูปแบบ ARMA(p,q) ของอนุกรมเวลา $\{Z_t\}$ และรูปแบบ ARMA(p,q) ของอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$	14
2.4	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t)$ สำหรับรูปแบบ ARMA(p,1,q) และ $\rho_k(Y_t)$ และ $\rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ ARMA(p,q)	15
2.5	รูปแบบ SARIMA $(P, Q)_{12}$ ของ Z_t และรูปแบบ SARIMA$(P.1,Q)_{12}$ ของ Y_tแสดง	16
4.1	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก	36
4.2	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก	36
4.3	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด	39
4.4	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด	39
4.5	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์	43
4.6	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์	43
4.7	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร	46
4.8	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ	50
4.10	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ	50
4.11	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี	54
4.12	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี	54
4.13	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์	58
4.14	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์	58
4.15	แสดงการกำหนดตัวแปรที่ใช้แทนจำนวนพยาบาลและจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องผ่าตัดเล็กและห้องคลอด	59
4.16	แสดงการกำหนดตัวแปรที่ใช้แทนจำนวนพยาบาลและจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ถึงวันศุกร์	61
5.1	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนพยาบาลที่ได้ผลจากการวิเคราะห์กับจำนวนพยาบาลที่จัดสรรโดยหัวหน้าพยาบาลของห้องผ่าตัดเล็กและห้องคลอด	72
5.2	แสดงการเปรียบเทียบจำนวนพยาบาลที่ได้ผลจากการวิเคราะห์กับจำนวนพยาบาลที่จัดสรรโดยหัวหน้าพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ถึงวันศุกร์	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การให้บริการทางสาธารณสุข ย่อมต้องมีบุคลากรทางการแพทย์เป็นตัวขับเคลื่อนการให้บริการดำเนินต่อไปได้ พยาบาลวิชาชีพเป็นบุคลากรทางการแพทย์ที่เป็นตัวจักรสำคัญที่ทำให้บริการสาธารณสุขเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากขาดพยาบาลวิชาชีพไปก็ไม่สามารถจะดำเนินการให้บริการด้านสาธารณสุขเป็นไปอย่างราบรื่นได้ ในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางการแพทย์เป็นจำนวนมาก สาเหตุความขาดแคลนส่วนหนึ่งมาจากพยาบาลในโรงพยาบาลต่างๆ เปลี่ยนไปทำอาชีพอื่น นอกจากนี้บางส่วนเข้าโครงการเกษียณอายุราชการก่อนกำหนด หรือเออร์ลี่ รีไทร์ เนื่องจากทุกโรงพยาบาลมีงานเรื่องประกันสุขภาพเข้ามาจนส่งผลให้พยาบาลมีภาระงานมากขึ้น และในขณะเดียวกันก็พบว่าการเพิ่มจำนวนพยาบาลวิชาชีพมีจำนวนลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการลดกำลังการผลิตพยาบาลวิชาชีพ และจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นนี้เองจึงทำให้การกระจายตัวของพยาบาลในส่วนต่างๆของประเทศไม่เท่ากัน โดยเฉพาะในโรงพยาบาลต่างจังหวัดทำให้พยาบาลมีภาระงานเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้การให้บริการทางการแพทย์เกิดความล่าช้า เนื่องจากเมื่อผู้ป่วยเข้ามารับบริการในโรงพยาบาล ขั้นตอนแรกจะต้องมีการคัดกรองผู้ป่วย ทำระเบียนประวัติ และซักถามอาการ ในขั้นต้น นอกจากนี้เมื่อส่งต่อผู้ป่วยไปยังแผนกต่างๆจะต้องมีการจัดคิวผู้ป่วยเพื่อเข้ารับการรักษาตามห้องต่างๆ และพยาบาลจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยแพทย์ในการรักษาบางอย่าง เช่น การตัดไหม การทำแผล หน่วยไตเทียม การปฐมพยาบาลเบื้องต้น ในกรณีผู้ป่วยฉุกเฉิน ฯลฯ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ใช้เวลานานพอสมควรในการปฏิบัติหน้าที่ต่อผู้ป่วย 1 คน และในการปฏิบัติหน้าที่แต่ละแผนกก็จะมีอัตราส่วนจำนวนพยาบาลต่อผู้ป่วยไม่เท่ากัน การให้บริการที่ล่าช้านั้นย่อมไม่เป็นผลดีต่อผู้ป่วยเพราะในการรอรับการรักษาเป็นเวลานานในผู้ป่วยบางรายที่เป็นผู้สูงอายุหรือเด็กย่อมส่งผลให้เกิดความเจ็บปวดเนื่องจากโรคภัยไข้เจ็บเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดสรรจำนวนพยาบาลเข้าปฏิบัติหน้าที่ประจำแต่ละแผนกจึงถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญ

ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นปัญหาและความสำคัญของการจัดตารางเวรการทำงานของพยาบาลเพื่อให้แต่ละแผนกมีจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการเพราะการมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนของจำนวนพยาบาลต่อผู้ป่วยที่เหมาะสมนั้นจะส่งผลให้การบริการทางการแพทย์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเนื่องจากสมาชิกในกลุ่มของคณะผู้จัดทำมีภูมิลำเนาในจังหวัดกระบี่จึงได้เลือกโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่มาเป็นกรณีศึกษา โดยโรงพยาบาลอ่าวลึกเป็นโรงพยาบาลขนาด 60 เตียง ให้การบริการดูแลสุขภาพ มีพื้นที่รับผิดชอบทั้งอำเภออ่าวลึก ครอบคลุมประชากร 50,734 คน โดยการทำวิจัยครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้เลือกทำการพยากรณ์และจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยใน 3 แผนก ได้แก่ ห้องผ่าตัดเล็ก(OR) ห้องคลอด(LR) และแผนกผู้ป่วยนอก(OPD)

ทั้งนี้คณะผู้จัดทำได้นำเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มมาใช้ในการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยในแต่ละแผนก เพื่อให้มีการกระจายตัวของจำนวนพยาบาลที่มีคุณภาพเพียงพอต่อความต้องการของทั้ง 3 แผนก เพื่อประสิทธิภาพของการบริการที่ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ทำการหาตัวแบบที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอดและแผนกผู้ป่วยนอก
2. ทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอดและแผนกผู้ป่วยนอก โดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนต็ม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ห้องคลอด และห้องผ่าตัดเล็ก ของโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ดังนี้

1. ห้องผ่าตัดเล็ก โดยใช้ข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลา 5 ปี เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 รวมเป็นเวลา 60 เดือน

2. ห้องคลอด โดยใช้ข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลา 5 ปี เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 รวมเป็นเวลา 60 เดือน

3. แผนกผู้ป่วยนอก โดยใช้ข้อมูลเป็นรายวัน ระยะเวลา 5 ปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2548 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2552 รวมเป็นเวลา 1,306 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำตัวแบบที่เหมาะสมไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลอ่าวลึกจังหวัดกระบี่

2. ได้จำนวนพยาบาลที่เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

บุคลากรพยาบาล หมายถึง เจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ในการให้การพยาบาลแก่ผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วยพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล

การพยาบาล หมายถึง การดูแลคนไข้ การปรนนิบัติคนไข้ การเอื้อเฟื้อเลี้ยงดู

ผู้ป่วย หรือ คนไข้ หมายถึง บุคคลที่ได้รับการตรวจรักษาจากแพทย์ ซึ่งบุคคลเหล่านั้นมักจะได้รับบาดเจ็บหรือป่วยไข้ และต้องการการตรวจรักษาจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญ

กิจกรรมการพยาบาล หมายถึง กิจกรรมที่บุคลากรพยาบาลปฏิบัติต่อผู้ป่วยเพื่อสนองความต้องการทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม ในแต่ละช่วงเวลาการปฏิบัติงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. กิจกรรมพยาบาลโดยตรง หมายถึง กิจกรรมที่บุคลากรพยาบาลกระทำให้ผู้ป่วยโดยตรงเพื่อให้การพยาบาลหรือการดูแลเพื่อการรักษาต่อผู้ป่วยรายบุคคลของ แบ่งออกเป็นหมวดย่อยได้ 9 หมวด ดังนี้

1.) กิจกรรมที่เกี่ยวกับความสะอาด

2.) การให้อาหาร

3.) การขับถ่าย

4.) การปฏิบัติการรักษาพยาบาล

5.) การเก็บตัวอย่างของเลือด เนื้อเยื่อ ปัสสาวะ และอื่นๆเพื่อส่งตรวจ

6.) การสังเกตอาการและการบันทึกสัญญาณชีวิต

7.) การเยี่ยมตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.) การรับ การย้าย และการจำหน่ายผู้ป่วย

9.) การให้การพยาบาลด้านจิตใจ

ข. กิจกรรมพยาบาลโดยอ้อม หมายถึงกิจกรรมที่บุคลากรพยาบาลมิได้กระทำให้แก่ผู้ป่วยโดยตรง แต่เป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการปฏิบัติการรักษาพยาบาลหรือให้การดูแลผู้ป่วย ซึ่งจะส่งเสริมการพยาบาลให้สมบูรณ์ มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น แบ่งเป็นหมวดๆได้ 3 หมวด ดังนี้

1.) การบันทึกรายการ

2.) งานด้านบริการผู้ป่วย

3.) การรายงานและการประชุมศึกษา

เวลาของกิจกรรมพยาบาล หมายถึง เวลาที่บุคลากรพยาบาลใช้ในการทำกิจกรรมพยาบาลให้แก่ผู้ป่วย เช่น การให้อาหาร การเช็ดตัว ซึ่งเวลาของกิจกรรมการพยาบาลนี้จะต่างกันไปตามระดับการเจ็บป่วยของผู้ป่วย

ช่วงเวลาปฏิบัติงาน หมายถึง ช่วงระยะเวลาต่างๆ ในการปฏิบัติงานของบุคลากรในรอบ 24 ชั่วโมง โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ดังนี้

1.) ช่วงเวลาเช้าหรือเวรเช้า คือระยะเวลาการปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 8.30 - 16.30 น.

2.) ช่วงเวลาบ่ายหรือเวรบ่าย คือระยะเวลาการปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 16.30 - 00.00 น.

3.) ช่วงเวลาดึกหรือเวรดึก คือระยะเวลาการปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 00.00 - 8.30 น.

ห้องผ่าตัดเล็ก (OR ย่อมาจาก OPERATING ROOM) ให้บริการผู้ป่วยทำหมันหญิงและผ่าตัดเล็กทุกประเภทในเวลาราชการ โดยให้บริการก่อนผ่าตัด ขณะผ่าตัดและหลังผ่าตัด

ห้องคลอด (LR ย่อมาจาก LABOR ROOM) ให้บริการทำคลอด ดูแลขณะรอคลอด ดูแลหลังคลอดทั้งมารดาและทารก เพื่อให้เกิดความปลอดภัยตามมาตรฐานวิชาชีพ

แผนกผู้ป่วยนอก (OPD ย่อมาจาก OUTPATIENT DEPARTMENT) ให้บริการตรวจรักษาพยาบาล การส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันโรคสำหรับผู้ที่มีสุขภาพดี และผู้ที่มีปัญหาด้านสุขภาพอนามัย (ยกเว้น ผู้ป่วยที่ได้รับอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วย ฉุกเฉิน) ในสาขาอายุรกรรม ศัลยกรรม สูตินรีเวชกรรม กุมารเวชกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ปั้นการนำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่ มาทำการสร้างสมการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย จากนั้นทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมเข้าปฏิบัติงาน การสร้างสมการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย และการจัดสรรจำนวนพยาบาลโดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

(ทรงศิริ, 2549:245 – 247)

วิธีBox และ Jenkins เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากจนถึงปัจจุบันโดยกำหนดรูปแบบ ARIMA ซึ่งเป็นรูปแบบที่อธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกตมีสหสัมพันธ์กันแบบออโตและเป็นสเตชันนารี แม้ว่าอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมโดยทั่วไปจะมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มหรือฤดูกาลซึ่งเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี แต่สามารถใช้รูปแบบ ARIMA กับอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีโดยแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารีแล้วกำหนดรูปแบบ ARIMA ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารี โดย Y_t ขึ้นอยู่กับค่าสังเกตก่อนหน้าที่เวลา t-1,...,t-p ได้แก่ $Y_{t-1},...,Y_{t-p}$ ส่วนรูปแบบ MA(q) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่าค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนก่อนหน้าที่เวลา t-1,…,t-q ได้แก่ $\varepsilon_{t-1},...,\varepsilon_{t-q}$ ทุกรูปแบบมีค่าคงที่ θ_0 และค่าความคลาดเคลื่อน ε_t ตัวอย่างเช่น

รูปแบบ AR(1) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่า Y_t ขึ้นอยู่กับ Y_{t-1}

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

รูปแบบ MA(1) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่า Y_t ขึ้นอยู่กับ ε_{t-1}

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

รูปแบบ ARMA(1,1) เป็นรูปแบบที่กำหนดว่า Y_t ขึ้นอยู่กับ Y_{t-1} และ ε_{t-1}

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาเริ่มจากการพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นมีค่าวัดลักษณะบางค่าสอดคล้องกับค่าวัดลักษณะของรูปแบบ ARMA(p,q) ใด ค่าวัดลักษณะของอนุกรมเวลาที่สำคัญนำมาพิจารณาหารูปแบบ ARMA(p,q) ที่เหมาะสม ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนแบบออโตที่ช่วงเวลาห่าง k (r_k และ r_{kk}) โดย r_k และ r_{kk} ดังกล่าวเป็นค่าประมาณของค่าวัดลักษณะของรูปแบบ ARMA(p,q) ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนแบบออโตที่ช่วงเวลาห่าง k (ρ_k และ ρ_{kk}) เนื่องจากรูปแบบ ARMA(p,q) ที่มีค่า p และ q ต่างกันจะมีค่า ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน ทำให้การกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาต้องหาค่า r_k และค่า r_{kk} สำหรับ $k = 1,2,...,h$ ซึ่ง h มีค่าไม่น้อยกว่า n/2 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า ρ_k และค่า ρ_{kk} ของแต่ละรูปแบบ

2.1.1 ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) (ทรงศิริ,2549:249 – 268)

การพยากรณ์ด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ มี 4 ขั้นตอน

1. การกำหนดรูปแบบ(identification)เป็นการกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยเปรียบเทียบค่า r_k และค่า r_{kk} ของอนุกรมเวลากับค่า ρ_k และ ρ_{kk} ของรูปแบบ ARMA(p,q) ที่มีค่า p และ q ต่างกัน เนื่องจากต้องพิจารณาค่า r_k , r_{kk} , ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันสำหรับหลายค่าของ k ดังนั้นแทนการเปรียบเทียบค่าจึงพิจารณาเปรียบเทียบแผนภาพที่เรียกว่าคอเรลโรแกรม (correlogram) ของ ค่า r_k , r_{kk} , ρ_k และ ρ_{kk} ที่ได้จากการพล๊อต r_k , r_{kk} , ρ_k และ ρ_{kk} กับค่า k แทน ในทางปฏิบัติ การกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ที่เหมาะสมได้จากการเปรียบเทียบคอเรลโรแกรมของ r_k กับคอเรลโรแกรมของ ρ_k และเปรียบเทียบคอเรลโรแกรมของ r_{kk} กับคอเรลโรแกรมของ ρ_{kk} แต่ละรูปแบบ ARMA(p,q) มีคอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน หากคอเรลโรแกรมของ r_k และ r_{kk} ตรงหรือใกล้เคียงกันกับคอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} จะกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ที่สัมพันธ์กันให้กับอนุกรมเวลา

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบ (estimation) เป็นการประมาณค่าของพารามิเตอร์ในรูปแบบด้วยวิธีการประมาณค่าแบบต่างๆ วิธีที่ใช้กันมากได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยสุดและวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด สำหรับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดค่าประมาณของพารามิเตอร์เป็นค่าที่ทำให้ผลรวมกำลังสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของความคลาดเคลื่อน (SSE) มีค่าน้อยที่สุด ในทางปฏิบัติจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตัวเลขช่วยซึ่งต้องกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับค่าประมาณของพารามิเตอร์ก่อน ค่าเริ่มต้นอาจจะเป็นค่าประมาณที่พิจารณาจากพล๊อตของอนุกรมเวลาจากวิธีการประมาณแบบง่าย เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ตัวเลขจะได้ค่าประมาณสุดท้ายของพารามิเตอร์และนำไปสร้างสมการพยากรณ์

3. การตรวจสอบรูปแบบ (diagnostic checking) ผู้วิเคราะห์ต้องตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบที่กำหนด การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบจึงมีความจำเป็นมากในการสนับสนุนว่ารูปแบบที่กำหนดเหมาะกับอนุกรมเวลาจริง โดยทั่วไปการตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบที่กำหนดจะตรวจสอบจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยขั้นต้นพิจารณาจากพล๊อตของค่าความคลาดเคลื่อนของพยากรณ์ (e_t) ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกันแสดงว่ารูปแบบที่กำหนดเหมาะสม เพื่อสนับสนุนการพิจารณาจากพล๊อตของค่าความคลาดเคลื่อนบางครั้งจะพิจารณาคอเรลโรแกรมของ $r_k(e_t)$ ประกอบด้วย เนื่องจากการทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบมีหลายการทดสอบจะกล่าวถึงรายละเอียดของเฉพาะ 3 การทดสอบที่ใช้กันมากดังนี้

3.1 ทดสอบว่าพารามิเตอร์ในรูปแบบมีค่าเป็น 0 กำหนด $H_0 : \theta = 0$ กับ $H_1 : \theta \neq 0$ ด้วยการทดสอบแบบ t ใช้ตัวทดสอบสถิติ $t = \frac{\hat{\theta}}{S_{\hat{\theta}}}$ เมื่อ $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ θ และ $S_{\hat{\theta}}$ เป็นค่าประมาณของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวประมาณ $\hat{\theta}$ กรณีอนุกรมเวลาขนาดใหญ่สถิติทดสอบ t มีการแจกแจงประมาณด้วยการแจกแจงปกติมาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ α มีช่วงวิกฤต $CR : |Z| \geq Z_{\alpha/2}$

3.2 ทดสอบว่าอนุกรมเวลาของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน จากข้อสมมติของรูปแบบ ARMA(p,q) ที่กำหนดว่า ε_t มีการแจกแจงที่เป็นอิสระกัน หากพบว่าข้อสมมติของรูปแบบเป็นจริง นั่นคือ อนุกรมเวลา $\{e_t\}$ มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน จะสรุปได้ว่ารูปแบบ ARMA(p,q) ที่กำหนดเหมาะสมกับอนุกรมเวลา การทดสอบทำโดยกำหนด $H_0 : \rho_k(e_t) = 0$ กับ $H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0$ สำหรับ $k = 1,2,...$ จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อ $|r_k(e_t)| \geq 2/\sqrt{n}$ เมื่อ n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา $\{e_t\}$ กรณียอมรับ H_0 สรุปได้ว่า รูปแบบ ARMA(p,q) ที่กำหนดเป็นรูปแบบที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ช่วงเวลาห่าง k สำหรับ $k = 1,2,...,m$ เป็นอิสระกันด้วยการทดสอบสหสัมพันธ์แบบออโตของ Box และ Pierce หรือ การทดสอบสหสัมพันธ์แบบออโตของ Box และ Ljung กำหนด $H_0 : \rho_t(e_t) = \cdots = \rho_m(e_t) = 0$ กับ $H_1 : \rho_k(e_t)$ สำหรับ $k = 1,2,...,m$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เป็น 0 สถิติทดสอบ

$$\text{Box} - \text{Pierce} \quad Q = n\sum_{k=1}^{m} r_k^2(e_t)$$

$$\text{Box} - \text{Ljung} \quad Q_m = n(n+2)\sum_{k=1}^{m} \frac{r_k^2(e_t)}{n-k}$$

เมื่อ n เป็นขนาดของอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี m เป็นช่วงเวลาห่างสูงสุดที่พิจารณาสหสัมพันธ์แบบออโต และ a เป็นจำนวนพารามิเตอร์ในรูปแบบ ARMA(p,q) ที่ไม่รวมค่าคงที่ θ_0 หรือ a = p+q ที่ระดับนัยสำคัญ α มีช่วงวิกฤติ $CR : Q \geq \chi^2_{\alpha,m-a}$ หรือ $CR : Q_m \geq \chi^2_{\alpha,m-a}$ กรณียอมรับ H_0 อธิบายได้ว่ารูปแบบ ARMA(p,q) ที่กำหนดเหมาะสม

4. การพยากรณ์(forecast) จากรูปแบบที่กำหนดและผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนที่ 3 แล้วจะนำมาสร้างสมการพยากรณ์และหาค่าพยากรณ์ การพยากรณ์จะเป็นทั้งการพยากรณ์แบบจุด (point forecast) และการพยากรณ์แบบช่วง (interval forecast)

2.1.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์(Forecast error,e_t) ซึ่งเป็นผลต่างของค่าจริงและค่าพยากรณ์ ($e_t = Y_t - \hat{Y}_t$) ความคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าจริงห่างจากค่าพยากรณ์มาก และจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริง (วิชิต : 2548) ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้วิธีค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์

วิธีเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error : MSE)

เป็นค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ได้จากกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนค่า MSE จะมีหน่วยวัดเป็นกำลังสองของหน่วยวัดของค่าสังเกต ค่า MSE จะไวต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ (ทรงศิริ : 2549) ซึ่งมีสูตรคำนวณ คือ

$$\text{MSE} = \frac{\sum e_t^2}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

โดยพิจารณาว่าการพยากรณ์วิธีใดให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (MSE) น้อยที่สุด แสดงว่า วิธีการพยากรณ์นั้นเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด

2.1.3 อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary series) (ทรงศิริ,2549:251)

อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (stationary series) เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ Y_t คงที่ นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตที่ช่วงเวลาห่าง k ขึ้นกับค่า k อย่างเดียวหรือ นั่นคือ ไม่ขึ้นกับเวลา t ตัวอย่างเช่น รูปแบบ AR(1) มีค่า $\rho_k = \phi_1^k$ ซึ่ง ρ_k ขึ้นกับเฉพาะค่า k โดยไม่ขึ้นกับเวลา t อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ให้ต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

ตารางที่ 2.1 รูปแบบ ARMA(p,q)และเงื่อนไขสเตชันนารีและอินเวอร์ติเบิ้ล

รูปแบบ ARMA(p,q)	รูปแบบ	เงื่อนไข
White noise	$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t$	
AR(1)	$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$	$1 < \phi_1 < 1$
AR(2)	$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$	$\phi_2 + \phi_1 < 1, \phi_2 \phi_1 < 1, \lvert\phi_2\rvert < 1$
MA(1)	$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$	$1 < \theta_1 < 1$
MA(2)	$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$	$\theta_2 + \theta_1 < 1, \theta_2 - \theta_1 < 1, \lvert\theta_2\rvert < 1$
ARMA(1,1)	$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$	$\lvert\phi_1\rvert < 1$ และ $\lvert\theta_1\rvert < 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของรูปแบบ ARMA(p,q) (ทรงศิริ,2549:254-257)

ค่าวัดลักษณะที่สำคัญของรูปแบบ ARMA(p,q) ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย (μ_Y) ค่าความแปรปรวน(σ_Y^2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตที่ช่วงเวลาห่าง k (ρ_k) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนแบบออโตที่ช่วงเวลาห่าง k (ρ_{kk}) แต่ละรูปแบบ ARMA(p,q) มีค่าวัดลักษณะที่ต่างกัน ตารางที่แสดง μ_Y, σ_Y^2, ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ ARMA(p,q) เมื่อ $p+q \leq 2$ ได้แก่ รูปแบบ ARMA(1,1) white noiseรูปแบบ AR(1) รูปแบบ AR(2) รูปแบบ MA(1) รูปแบบ MA(2) และรูปแบบ ARMA(1,1) แต่ละรูปแบบ μ_Y และ σ_Y^2 เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์ในรูปแบบที่ไม่ขึ้นกับเวลา t หรือมีค่าคงที่ ส่วน ρ_k และ ρ_{kk} เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์ในรูปแบบและค่า k หรือเป็นฟังก์ชันของ k สำหรับรูปแบบ ARMA(p,q) ทั้งที่มีค่าคงที่ θ_0 และไม่มีค่าคงที่ θ_0 จะมี $\mu_Y, \sigma_Y^2, \rho_k$ และ ρ_{kk} ไม่แตกต่างกัน

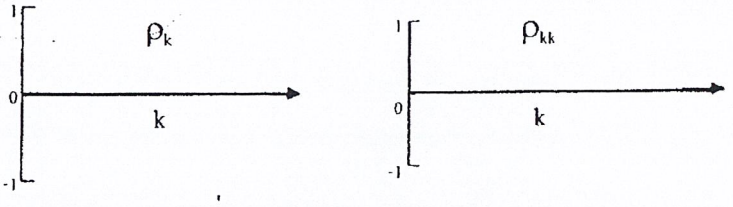
ตารางที่ 2.2 ค่า $\mu_Y, \sigma_Y^2, \rho_k$ และ ρ_{kk} ของรูปแบบ ARMA(p,q)

รูปแบบ	μ_Y	σ_Y^2	ρ_k	ρ_{kk}
White noise	θ_0	σ^2	$\rho_k = 0, \quad k \geq 1$	$\rho_{kk} = 0, k \geq 1$
AR(1)	$\frac{\theta_0}{1-\phi_1}$	$\frac{\sigma^2}{1-\phi_1^2}$	$\rho_k = \phi_1^k, \quad k \geq 1$	$\rho_{11} = \phi_1$ $\rho_{kk} = 0, k > 1$
AR(2)	$\frac{\theta_0}{1-\phi_1}$	$\frac{(1-\phi_2)\sigma^2}{(1-\phi_2)(1-\phi_2)^2-\phi_1^2)}$	$\rho_0 = 1, \rho_1 = \frac{\phi_1}{1-\phi_2}$ $\rho_k = \phi_1\rho_{k-1} + \phi_2\rho_{k-2}$, $k > 1$	$\rho_{11} = \frac{\phi_1}{1-\phi_2}$ $\rho_{22} = \phi_1$ $\rho_{kk} = 0, k > 2$
MA(1)	θ_0	$(1+\theta_1^2)\sigma^2$	$\rho_1 = \frac{-\theta_1}{1+\theta_1^2}$ $\rho_k = 0, k > 1$	$\rho_{kk} = \frac{-\theta_1^k(1-\theta_1^2)}{1-\theta_1^{2k+2}}$
MA(2)	θ_0	$(1+\theta_1^2+\theta_2^2)\sigma^2$	$\rho_1 = \frac{-\theta_1(1-\theta_2)}{1+\theta_1^2+\theta_2^2}$	ค่าลดลงเร็วเข้าหา 0
ARMA(1,1)	$\frac{\theta_0}{1-\phi_1}$	$\frac{(1+\theta_1^2-2\phi_1\theta_1)\sigma^2}{1-\phi_1^2}$	$\rho_1 = \frac{(1-\phi_1\theta_1)(\phi_1-\theta_1)}{1-\theta_1^2-2\phi_1\theta_1}$ $\rho_k = \phi_1^{k-1}\rho_1, k > 1$	ค่าลดลงเร็วเข้าหา 0

ลักษณะของ ρ_k และ ρ_{kk} ที่แสดงด้วยคอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ ARMA(p,q) ที่มี $p+q \leq 2$ จำนวน 6 รูปแบบ มีดังนี้

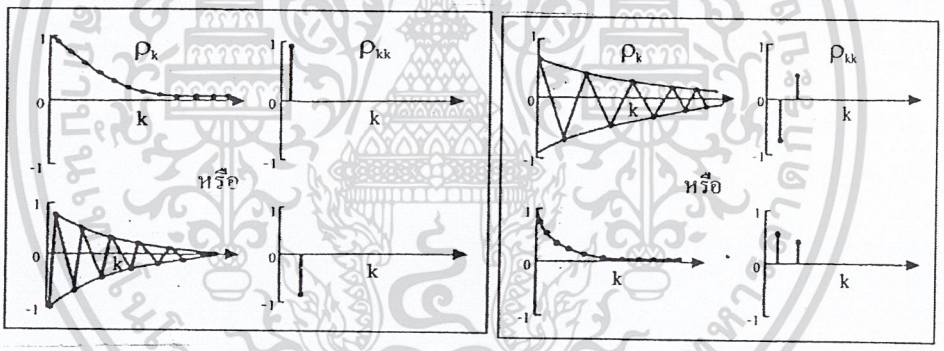
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.รูปแบบ white noise มี $\rho_k = \rho_{kk} = 0$ สำหรับ k=1,2,... คอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 2.1 ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ white noise

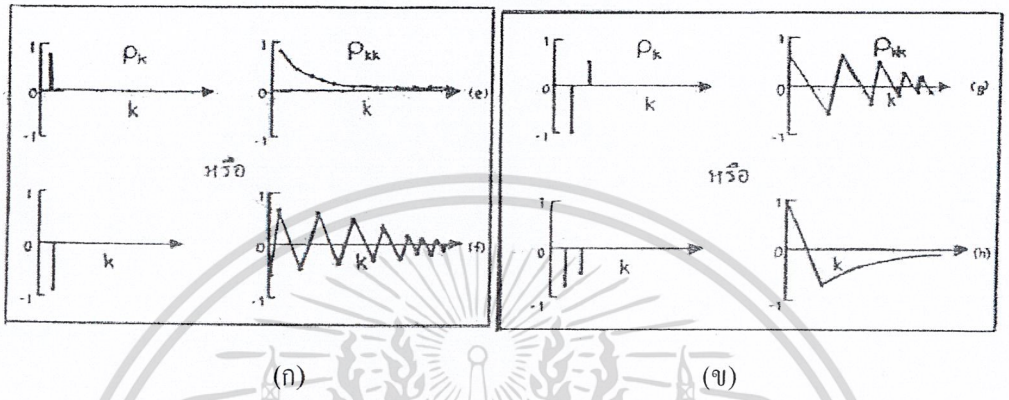
2. รูปแบบ AR(1) และรูปแบบ AR(2) ค่าสัมบูรณ์ของ ρ_k หรือ $|\rho_k|$ มีค่าลดลงเร็วใกล้ 0 เมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับรูปแบบ AR(1) ค่า ρ_{kk} ไม่เป็น 0 เมื่อ k=1 และเป็น 0 เมื่อ k=2,...คอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} มีลักษณะดังรูป (ก) สำหรับรูปแบบ AR(2) ค่า ρ_{kk} ไม่เป็น 0 เมื่อ k=1,2 และเป็น 0 เมื่อ k = 3,4,.. คอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 2.2 ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ (ก) AR(1) และ (ข) AR(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

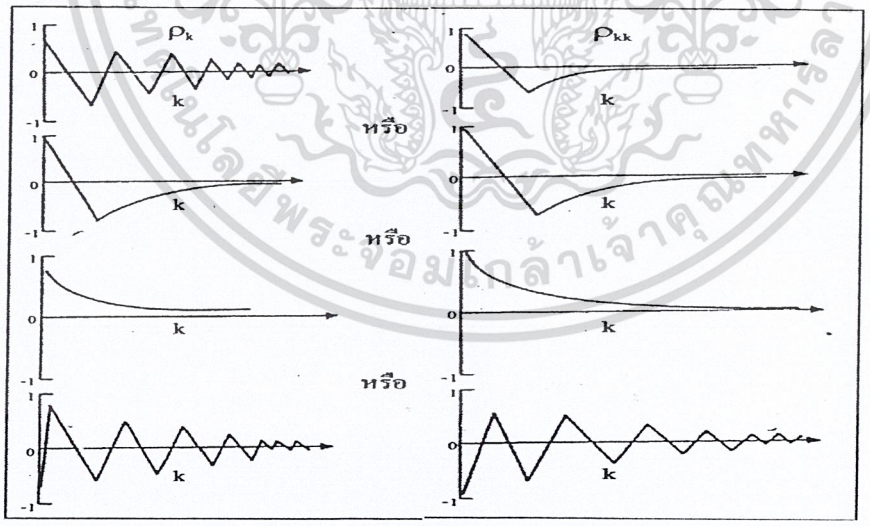
3. รูปแบบ MA(1) และรูปแบบ MA(2) ค่าสัมบูรณ์ของ ρ_{kk} หรือ $|\rho_{kk}|$ มีค่าลดลงเร็วใกล้ 0 เมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับรูปแบบ MA(1) ค่า ρ_k ไม่เป็น 0 เมื่อ k=1 และเป็น 0 เมื่อ k=2,... คอเรลโร-แกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} มีลักษณะดังรูป (ก) สำหรับรูปแบบ MA(2) ค่า ρ_k ไม่เป็น 0 เมื่อ k=1,2 และเป็น 0 เมื่อ k=3,4,.. คอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} มีลักษณะดังรูป



(ก) (ข)

รูปที่ 2.3 ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ (ก) MA(1) และ (ข) MA(2)

4. รูปแบบ ARMA(1,1) ค่าสัมบูรณ์ของ ρ_k หรือ $|\rho_k|$ และค่าสัมบูรณ์ของ ρ_{kk} หรือ $|\rho_{kk}|$ มีค่าลดลงเร็วเข้าใกล้ 0 เมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น คอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 2.4 ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ ARMA(1,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary series) (ทรงศิริ,2549:247 – 248)

อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (nonstationary series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี นั่นคือค่าเฉลี่ยและหรือความแปรปรวนของ Y_t ไม่คงที่ที่เวลา t และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตที่ช่วงเวลาห่าง k ไม่ขึ้นอยู่กับเฉพาะค่า k แต่ขึ้นอยู่กับเวลา t ด้วย สำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มหรือฤดูกาลเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดหวังของ Y_t หรือ μ_Y ไม่คงที่ ส่วนอนุกรมเวลาที่ความผันแปรของ Y_t ที่เวลา t ไม่คงที่จะเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่ค่าความแปรปวนของ Y_t หรือ σ_Y^2 ที่เวลา t ไม่คงที่ อนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยหรือค่าความแปรปรวนไม่คงที่ดังกล่าวจะไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี การหารูปแบบ ARMA(p,q) ให้กับอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีทำไม่ได้ในทันทีต้องแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีดังกล่าวให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีก่อน จึงหารูปแบบ ARMA(p,q) ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารี

1. รูปแบบ ARIMA(p,d,q) (ทรงศิริ,2549:283 – 286)

อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้มเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าคาดหวังของ Y_t ที่ แต่ละ t ไม่คงที่ การแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้มให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ที่เป็นสเตชันนารีทำโดยการหาผลต่าง นั่นคือ $Z_t = \nabla^t Y_t$ ซึ่ง d = จำนวนครั้งที่หาผลต่าง ตัวอย่างเช่น อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงจะหาผลต่าง 1 ครั้ง หรือ $d = 1$ ได้
$Z_t = \nabla Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มกำลังสองจะหาผลต่าง 2 ครั้งหรือ $d = 2$ ได้
$Z_t = \nabla^2 Y_t = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$ จำนวนครั้งที่หาผลต่างขึ้นกับว่าอนุกรมเวลาใหม่ที่สร้างขึ้นเป็น สเตชันนารีแล้วหรือไม่ จากอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ เป็นสเตชันนารีจะหารูปแบบใ ARMA(p,q) ห้กับอนุกรมเวลาใหม่ นั่นคือ Z_t มีรูปแบบ ARMA(p,q) หรือ Z_t~ ARMA(p,q) การนำเสนอรูปแบบของอนุกรมเวลาจะนำเสนอได้ทั้งในเทอมของ Z_t และเทอมของ Y_t เมื่อรูปแบบของอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ เป็น ARMA(p,q) หรือ Z_t ~ ARMA(p,q) รูปแบบของอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ จะเป็น ARIMA(p,d,q) หรือ Y_t~ ARIMA(p,d,q) โดยรูปแบบ ARIMA(p,d,q) มี p เป็นอันดับของ AR q เป็นอันดับของ MA และ d เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่าง สมการพยากรณ์ที่ได้จะเป็นสมการพยากรณ์ของอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของรูปแบบ ARMA(p,q) สำหรับอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ และรูปแบบ ARIMA(p,1,q) ของอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ที่สัมพันธ์กัน เมื่อ $Z_t = \nabla Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ และ $p+q \leq 2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 รูปแบบ ARMA(p,q) และรูปแบบ ARIMA(p,1,q) ของอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ และ $\{Z_t\}$

รูปแบบของ Z_t	รูปแบบของ Y_t
ARMA(0,0) หรือ white noise $Z_t = \theta_0 + \varepsilon_t$	ARIMA(0,1,0) หรือ random walk $Y_t = \theta_0 + Y_{t-1} + \varepsilon_t$
AR(1) $Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t$	AR(1,1) $Y_t = \theta_0 + (1+\phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \varepsilon_t$
AR(2) $Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_1 Z_{t-2} + \varepsilon_t$	AR(2,1) $Y_t = \theta_0 + (1+\phi_1)Y_{t-1} - (\phi_2 - \phi_1)Y_{t-2} - \phi_2 Y_{t-3} + \varepsilon_t$
MA(1) $Z_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$	MA(1,1) $Y_t = \theta_0 + Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$
MA(2) $Z_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_{t-2}$	MA(1,2) $Y_t = \theta_0 + Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_{t-2}$
ARMA(1,1) $Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$	ARIMA(1,1.1) $Y_t = \theta_0 + (1+\phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$

ตารางที่ 2.4 แสดงลักษณะของค่า $\rho_k(Y_t)$ เมื่อ $d = 1$ สำหรับ $Y_t \sim$ ARMA(p,I,q) และลักษณะของค่า $\rho_k(Z_t)$ และ $\rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับ $Z_t \sim$ ARMA(p,q) เมื่อ $p+q \leq 2$ พิจารณาคอเรลโรแกรมของ $\rho_k(Y_t)$ สำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้มจะเห็นว่ามีลักษณะไม่ต่างกันสำหรับแต่ละรูปแบบ นั่นคือ $\rho_k(Y_t)$ จะลดลงอย่างช้าๆ เมื่อแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้มให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารี คอเรลโรแกรมของ $\rho_k(Z_t)$ และ $\rho_{kk}(Z_t)$ จะบอกลักษณะของอนุกรมเวลาใหม่ที่สามารถกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ลักษณะของ $\rho_k(Y_t)$ สำหรับรูปแบบ ARMA(p,1,q) และ $\rho_k(Y_t)$ และ $\rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ ARMA(p,q)

รูปแบบของ Y	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t)$	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
random walk	ลดลงอย่างช้าๆ	ทุกค่าเป็น 0	ทุกค่าเป็น 0
AR(1)	ลดลงอย่างช้าๆ	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{11}(z_t) \neq 0$, $\rho_{kk}(z_t)$ เป็น 0 สำหรับ k =2,…
AR(2,1)	ลดลงอย่างช้าๆ	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{11}(z_t) \neq 0$, $\rho_{22}(z_t) \neq 0$, $\rho_{kk}(z_t)$ เป็น 0 สำหรับ k=3,…
MA(1,1)	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_1(z_t) \neq 0$ $\rho_k(z_t)$ เป็น 0 สำหรับ k =2,…	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0
MA(1,2)	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_1(z_t) \neq 0$, $\rho_2(z_t) \neq 0$, $\rho_k(z_t)$ เป็น 0 สำหรับ k =3,…	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0
ARIMA(1,1,1)	ลดลงอย่างช้าๆ	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0

2. รูปแบบของ SARIMA $(P,D,Q)_L$

สำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาลและยังกำหนดรูปแบบ ARMA(p,q) × SARMA$(P,Q)_L$ ให้กับอนุกรมเวลาไม่ได้ $\{Y_t\}$ ต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิม ที่ไม่เป็นสเตชันนารีให้เป็นอนุกรมใหม่ Z_t ที่เป็นสเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างฤดูกาล ซึ่ง $Z_t = \nabla_L^d Y_t$ เมื่อ D เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาล และ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี ตัวอย่างเช่น สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน มี L = 12 หาผลต่างฤดูกาลหนึ่งครั้งหรือ D = 1 จะได้ $Z_t = \nabla_{12} Y_t = Y_t - Y_{t-12}$ เมื่อหาผลต่างฤดูกาลสองครั้งหรือ D = 2 จะได้ $Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t = \nabla_{12}(Y_t - Y_{t-12}) = Y_t - 2Y_{t-12} + Y_{t-24}$ สำหรับอนุกรมเวลารายไตรมาส มี L = 4 หาผลต่างฤดูกาลหนึ่งครั้งหรือ D = 1 ได้ $Z_t = \nabla_4 Y_t = Y_t - Y_{t-4}$ เมื่อหาฤดูกาลสองครั้งหรือ D = 2 ได้ $Z_t = \nabla_4^2 Y_t = \nabla_4(Y_t - Y_{t-4}) = Y_t - 2Y_{t-4} + Y_{t-8}$ เมื่อกำหนดรูปแบบ SARMA$(P,Q)_L$ ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ Z_t นั่นคือ $Z_t \sim$ SARMA$(P,Q)_L$ โดย P เป็นอันดับของ SAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(season autoregressive) Q เป็นอันดับของ SMA (season moving average) และ D เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาล ได้รูปแบบของ Y_t เป็น SARIMA$(P,D,Q)_L$ (season integrated autoregressive and moving average order P, D and Q model) หรือ $Y_t \sim$ SARMA$(P,Q)_L$ นอกจากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำให้เป็นสเตชันนารีโดยการหาผลต่างฤดูกาลจะมีรูปแบบ SARMA$(P,Q)_L$ แล้วยังจะมีรูปแบบ ARMA(p,q) ได้ นั่นคือ $Z_t \sim$ ARMA(p,q) $\times$ SARMA$(P,Q)_L$

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างรูปแบบ SARMA$(P,Q)_L$ ของอนุกรมเวลา Z_t หรือรูปแบบ SARIMA$(P,1,Q)_{12}$ ของอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ เมื่อ L = 12 ที่มี $Z_t = \nabla_{12} Y_t = Y_t - Y_{t-12}$ ได้แก่ รูปแบบ SAR$(1)_{12}$ รูปแบบ SMA$(1)_{12}$ และรูปแบบ SARMA$(1,1)_{12}$ นั่นคือจากรูปแบบ SAR$(1)_{12}$ ของ Z_t หรือ Z_t SAR$(1)_{12}$ หรือ $Y_t \sim$ SARI$(1,1)_{12}$ อธิบายได้ว่า Z_t ขึ้นกับ Z_{t-12} หรือ Y_t ขึ้นกับ Y_{t-12} และ Y_{t-24} จากรูปแบบ SMA$(1)_{12}$ ของ Z_t หรือ Z_t - SMA$(1)_{12}$ หรือ $Y_t \sim$ SIMA$(1,1)_{12}$ อธิบายได้ว่า Z_t ขึ้นกับ Y_{t-12} และ ε_{t-12} และจากรูปแบบ SARMA$(1,1)_{12}$ ของ Z_t หรือ $Y_t \sim$SARIMA$(1,1,1)_L$ อธิบายได้ว่า Z_t ขึ้นกับ Z_{t-12} และ ε_{t-12} หรือ Y_t ขึ้นกับ Y_{t-12} และ ε_{t-12}

อนุกรมเวลาบางชุดมีรูปแบบร่วมระหว่างรูปแบบ ARMA(p,q) หรือรูปแบบ ARIMA(p,d,q) และรูปแบบ SARMA$(P,Q)_L$ หรือรูปแบบ SARIMA$(P,D,Q)_L$ แนวทางการพิจารณาว่าอนุกรมเวลาที่ศึกษามีรูปแบบใดนั้นจะพิจารณาจากคอเรลโรแกรมของ r_k และ r_{kk} ดังนี้

ตารางที่ 2.5 รูปแบบ SARMA$(P,Q)_{12}$ ของ Z_t และรูปแบบ SARIMA$(P,1,Q)_{12}$ ของ Y_t

รูปแบบของ Z_t	รูปแบบของ Y_t
SAR$(1)_{12}$ $(1-\phi_{12}B^{12})Z_t = \theta_0 + \varepsilon_t$ $Z_t = \theta_0 + \phi_{12}Z_{t-12} + \varepsilon_t$	SARI$(1,1)_{12}$ $Y_t - Y_{t-12} = \theta_0 + (Y_{t-12} - Y_{t-24}) + \varepsilon_t$ $Y_t = \theta_0 + (1+\phi_{12})Y_{t-12} - \phi_{12}Y_{t-24} + \varepsilon_t$
SMA$(1)_{12}$ $Z_t = \theta_0 + (1-\phi_{12}B^{12})\varepsilon_t$ $Z_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_{12}\varepsilon_{t-12}$	SIMA$(1,1)_{12}$ $Y_t - Y_{t-12} = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_{12}\varepsilon_{t-12}$ $Y_t = \theta_0 + Y_{t-12} + \varepsilon_t - \theta_{12}\varepsilon_{t-12}$
SARMA$(1,1)_{12}$ $(1-\phi_{12}B^{12})Z_t = \theta_0 + (1-\phi_{12}B^{12})\varepsilon_t$ $Z_t = \theta_0 + \phi_{12}Z_{t-12} + \varepsilon_t - \theta_{12}\varepsilon_{t-12}$	SARIMA$(1,1,1)_{12}$ $Y_t - Y_{t-12} = \theta_0 + (Y_{t-12} - Y_{t-24}) + \varepsilon_t\,\theta_{12}\varepsilon_{t-12}$ $Y_t = \theta_0 + (1+\phi_{12})Y_{t-12} - \phi_{12}Y_{t-24} + \varepsilon_t - \theta_{12}\varepsilon_{t-12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. รูปแบบ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ เป็นรูปแบบสำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่เป็นสเตชันนารี โดยพิจารณารูปแบบ ARMA(p,q) จากค่า r_k และ r_{kk} สำหรับ k = 1,2,... และรูปแบบ SARMA(P,Q)$_L$ จากค่า r_k และ r_{kk} สำหรับ k = L,2L,... จากรูปแบบทั้งสองรวมเป็นรูปแบบใหม่ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ นั่นคือ Y_t มีรูปแบบเป็น ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$

2. รูปแบบ ARIMA(p,d,q) × SARMA(P,Q)$_L$ เป็นรูปแบบสำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้ม สร้างอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ซึ่ง $Z_t = \nabla^t Y_t$ ที่เป็นสเตชันนารี และพิจารณาหารูปแบบ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ตามวิธีที่กล่าวถึงในข้อ1 ได้ $Z_t \sim$ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ นั่นคือ Y_t มีรูปแบบ ARIMA(p,d,q) × SARMA(P,Q)$_L$

3. รูปแบบ ARMA(p,q) × SARMA(P,D,Q)$_L$ เป็นรูปแบบสำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาล สร้างอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ซึ่ง $Z_t = \nabla_L^d Y_t$ ที่เป็นสเตชันนารี และพิจารณาหารูปแบบ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ตามวิธีที่กล่าวถึงในข้อ1 ได้ $Z_t \sim$ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ นั่นคือ Y_t มีรูปแบบเป็น ARMA(p,q) × SARMA(P,D,Q)$_L$

4. รูปแบบ ARIMA(p,d,q) × SARIMA(P,D,Q)$_L$ เป็นรูปแบบสำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล สร้างอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ซึ่ง $Z_t = \nabla^d \nabla_L^D Y_t$ ที่เป็นสเตชันนารี และพิจารณาหารูปแบบ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ตามวิธีที่กล่าวถึงในข้อ1 ได้ $Z_t \sim$ ARMA(p,q) × SARMA(P,Q)$_L$ นั่นคือ Y_t มีรูปแบบเป็น ARIMA(p,d,q) × SARIMA(P,D,Q)

2.2 การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

การโปรแกรมเชิงเส้นเป็นเทคนิคที่นักบริหารหรือผู้ตัดสินใจนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ต้องการที่จะให้ได้ค่าสูงสุดหรือต่ำสุด เช่น ต้องการให้ได้กำไรสูงสุด ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดหรือทำให้เสียเวลาน้อยที่สุดในการทำงานโครงการใดโครงการหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไป

การโปรแกรมเชิงเส้นถือเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีการเลือกโปรแกรมที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่เป็นไปได้หลายๆ ทาง ดังนั้น ปัญหาที่ใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น คือปัญหาการจัดสรรทรัพยากรหรือปัจจัย (กำลังคน เครื่องจักร วัตถุดิบ เวลา เงิน ความรู้ความสามารถ ฯลฯ) ที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดหรือเสียผลประโยชน์น้อยที่สุด โดยที่ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117266

ความสัมพันธ์กันเป็นเชิงเส้น (All Linear Function) สำหรับการโปรแกรมเชิงเส้นมาแก้ปัญหานั้น จะต้องมีข้อสมมติว่าจะต้องมีตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีอิทธิพลต่อเป้าหมายของปัญหานั้นๆ (เช่น ต้องการได้กำไรสูงสุด หรือเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด) ซึ่งผู้ตัดสินใจจะต้องสามารถกำหนดหรือหาค่าตัวแปรตัวนี้ได้ ดังนั้น จะเรียกตัวแปรตัวนี้ว่าเป็นตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ (Decision Variable)

รูปทั่วๆไปในการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) จะต้องมีโครงสร้าง ดังนี้

1. มีสมการแสดงเป้าหมาย (Objective Function) ของปัญหา สมการนี้จะเป็นสมการเชิงเส้น โดยมีเป้าหมายให้ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด (Maximize or Minimize)

2. จะต้องมีตัวแปรที่เราจะต้องใช้ในการตัดสินใจ (Decision Variable)

3. มีสมการหรืออสมการแสดงข้อจำกัด (Constraint) ซึ่งเป็นการกำหนดช่วงที่เป็นไปได้ของตัวแปรต่างๆ ข้อจำกัดของปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจกับจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

4. ตัวแปรทุกๆตัวจะต้องมีค่าไม่ติดลบ (Non-Negative Variable)

2.2.1 ขั้นตอนของการแก้ปัญหาโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้น

ขั้นตอนของการนำการโปรแกรมเชิงเส้นไปใช้ในการแก้ปัญหามี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจัดรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Formulation)

จะต้องกำหนดเป้าหมายของปัญหาให้ชัดเจนว่าปัญหานั้นต้องการหาค่าสูงสุดหรือ ค่าต่ำสุดแล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด โดยจะต้องศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆด้วย แล้วจึงพิจารณาดำเนินการให้มีส่วนประกอบดังนี้

1.1 สมการกำหนดเป้าหมาย

1.2 สมการหรืออสมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆภายใต้ข้อจำกัดต่างๆที่มีอยู่

1.3 จะต้องพิจารณาให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าไม่ติดลบ (จึงจะสามารถใช้การโปรแกรมเชิงเส้นได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Solution)

เมื่อได้รูปแบบจากข้อ 1 แล้วขั้นตอนต่อมาก็คือการหาผลลัพธ์ สำหรับวิธีการในการหาผลลัพธ์มีหลายวิธี ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีการที่นิยมใช้กันมาก ดังนี้

2.1 วิธีกราฟ (Graphical Method)

2.2 วิธีทางพีชคณิต (Algebraic Method)

2.3 วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method)

โดยในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้เลือกวิธีซิมเพล็กซ์ ในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น

2.2.2 รูปแบบมาตรฐานของการโปรแกรมเชิงเส้น

รูปแบบมาตรฐานของการโปรแกรมเชิงเส้น มีอยู่ด้วยกันสองลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่พิจารณาอยู่นั้น เป็นปัญหาในลักษณะที่ต้องการหาค่าสูงสุด (maximization) หรือต้องการหาค่าต่ำสุด (minimization) ซึ่งจะเขียนได้ดังนี้

ในกรณีของการหาค่าสูงสุด

หาค่าสูงสุดของ $$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \quad (1)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (2)$$

$$x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0 \quad (3)$$

โดยที่

x_j = ตัวแปรตัดสินใจ (decision variable) หรือจำนวนหน่วยของกิจกรรมที่ j ที่จะตัดสินใจทำ เช่น อาจหมายถึงจำนวนหน่วยของสินค้าที่ j ที่เราจะทำการผลิต โดยที่ $j = 1, 2, \ldots, n$

c_j = ผลตอบแทน (profit หรือ return) ที่ได้จากการตัดสินใจทำกิจกรรมที่ j หนึ่งหน่วย เช่นในกรณีของการผลิตสินค้าจำหน่าย c_j จะหมายถึงกำไรที่ได้จากการจำหน่ายสินค้าชนิดที่ j หนึ่งหน่วย โดยที่ $j = 1, 2, \ldots, n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a_{ij} = จำนวนทรัพยากรชนิดที่ i ที่จะใช้ในการทำกิจกรรมที่ j หนึ่งหน่วย (resource consumption rate) โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, m$ และ $j = 1, 2, \ldots, n$

b_i = จำนวนทรัพยากร (resource) ชนิดที่ i ที่มีอยู่เพื่อใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, m$

ในตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นมาตรฐานนี้ เราต้องการที่จะหาค่าของตัวแปรตัดสินใจ x_j ต่างๆว่าควรจะมีค่าเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายมีค่าสูงสุดโดยที่ตัวแปรตัดสินใจเหล่านี้จะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด ในการใช้ทรัพยากรทั้ง m ข้อจำกัด คือใช้ทรัพยากรไม่เกินปริมาณทรัพยากรที่เรามีอยู่ตลอดจนทั้งมีค่าไม่น้อยกว่าศูนย์ด้วยค่า a_{ij} , b_i และ c_j ในตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นนี้ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เราทราบว่ามีค่าเป็นเท่าใด

ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นมาตรฐาน โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ฟังก์ชันเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ (objective function) ได้แก่ สมการที่ (1)
2. สมการข้อจำกัดของปัญหา (functional constraints) ได้แก่ สมการที่ (2)
3. สมการข้อจำกัดของตัวแปรตัดสินใจที่จะต้องเป็นค่าที่ไม่ติดลบ (non – negativity constraints) ได้แก่ สมการที่ (3)

สำหรับส่วนที่ 3 หรือสมการข้อจำกัดของตัวแปรตัดสินใจที่จะต้องเป็นค่าที่ไม่ติดลบนั้น ในบางปัญหาอาจไม่มีข้อจำกัดนี้อยู่ก็ได้ มีเฉพาะส่วนที่ 1 และ 2 เท่านั้นเองคือตัวแปรตัดสินใจมีลักษณะเป็นค่าใดๆก็ได้ไม่จำกัดเครื่องหมาย (unrestricted in sign)

ในกรณีของค่าต่ำสุด

หาค่าต่ำสุดของ $$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \quad (4)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n &\geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n &\geq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n &\geq b_m \end{aligned} \quad (5)$$

$$x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0 \quad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการเขียนรูปแบบมาตรฐานของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นในลักษณะข้างต้นนี้แล้ว ในบางครั้งเราอาจเขียนให้อยู่ในลักษณะของเมตริกซ์(matrix) ได้ดังนี้

หาค่าสูงสุดของ $z = cx$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$Ax \leq b \qquad (7)$$
$$x \geq 0$$

หรือ

หาค่าต่ำสุดของ $z = cx$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$Ax \geq b \qquad (8)$$
$$x \geq 0$$

โดยที่

x = เวคเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจ เป็นคอลัมน์เวคเตอร์ (column vector) มีขนาดเท่ากับ nx1

c = เวคเตอร์ของผลตอบแทน (หรือค่าใช้จ่าย) ต่อหน่วยของกิจกรรมเป็นแถวเวคเตอร์ (row vector) มีขนาดเท่ากับ 1xn

A = เมตริกซ์ของการใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรม มีขนาดเท่ากับ mxn

b = เวคเตอร์ของทรัพยากร เป็นคอลัมน์เวคเตอร์ มีขนาดเท่ากับ mx1

2.2.3 วิธีซิมเพล็กซ์ (มณฑล และคณะ,2546:15-17)

ในการหาค่าโปรแกรมแบบเส้นตรงโดยวิธีนี้ สามารถจะหาค่าตัวแปร x_j ได้มากกว่าในวิธีกราฟ โดยอาศัยการคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดจากตารางซิมเพล็กซ์

การหาค่าโปรแกรมแบบเส้นตรงโดยวิธีซิมเพล็กซ์นี้ เป็นการหาค่าสูงสุด (maximum) และค่าต่ำสุด (minimum) ของฟังก์ชันเป้าหมาย (objective function) นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันเป้าหมาย

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad ; (j = 1,2, \dots, n)$$

เงื่อนไข

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ \{\leq = \geq\} \ b_i \qquad ; (i = 1,2, \dots, m)$$

เมื่อ

C_j = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ j

X_j = ตัวแปรที่ j ที่ต้องตัดสินใจที่มีค่าเป็นบวก

m = จำนวนเงื่อนไข

n = จำนวนตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ

ลำดับขั้นในการคำนวณ

ขั้นที่ 1 เพิ่ม Slack variable เข้าไปเพื่อเปลี่ยนค่าของสมการในแต่ละสมการที่เป็นอสมการ (inequality) ให้เป็นสมการ (equality)

เช่น

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i$$

เป็น

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + x_{n+1} = b_i \ ; \ x_{n+1} \geq 0$$

หรือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \geq b_i$$

เป็น

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j - x_{n+1} = b_i$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 สร้างตารางผลลัพธ์(initial table)

C_j / C_i			C_1	C_2	-	-	-	-	C_n	C_{n+1}	…	-	-	C_{n+m}
	Basis Vector	b_i	X_1	X_2	-	-	-	-	X_n	X_{n+1}	…	-	-	X_{n+m}
C_{n+1}	X_{n+1}	b_1	a_{11}	a_{12}	-	-	-	-	a_{1n}	a_{1n+1}				
C_{n+2}	X_{n+2}	b	a_{21}	a_{22}	-	-	-	-	a_{2n}		a_{2n+2}			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮										
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮										
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮										
C_{n+m}	X_{n+m}	b_m	a_{m1}	a_{m2}	-	-	-	-	a_{mn}	-	…	-	-	a_{mn+m}
	Z_j-C_j	Z-C	Z_1-C_1	Z_2-C_2	-	-	-	-	Z_n-C_n					

หาค่า $Z_j - C_j$

$$Z_j - C_j = \sum_{i=1}^{m} C_i X_{ij} - C_j \quad ; (j = 1,2, \ldots, n)$$

ขั้นที่ 3 หา Pivot point หรือ Key No

ก) เลือกค่าใน row ของ $Z_j - C_j$ โดยเลือกค่าที่น้อยที่สุด ค่าของ $Z_j - C_j$ ที่มีค่าน้อยที่สุดตรงกับ column x จะเป็นตัวเข้าไปอยู่ใน basis ในตารางต่อไป

ข) เอา b_i หารด้วยค่าใน column ที่จะเข้าไปอยู่ใน basis ซึ่งเท่ากับ

$$\phi = \min\left\{\frac{b_i}{a_{ik}}; a_{ik} > 0\right\}$$

ค่า ϕ ของ row ใดที่มีค่าน้อยที่สุดจะออกจาก basis ค่าของ pivot point จะอยู่ระหว่างค่าของ column ที่มีค่า $Z_j - C_j$ ที่น้อยที่สุดตัดกับค่าใน row ที่มีค่า ϕ น้อยที่สุด

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าต่างๆในตาราง ดังนี้

1. ค่าของ row ที่ออกจาก basis vector โดยใช้สูตร

$$\hat{a}_{rj} = \frac{a_{rj}}{a_{rk}} \quad ; \text{all j}$$

a_{rk} คือค่าของ pivot point หรือ Key No

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หาค่าใน row อื่นๆ โดยใช้สูตร

$$\hat{a}_{rj} = a_{ij} - \frac{a_{ik}}{a_{rk}}(.\, a_{rj}) \quad ; \text{all } j$$

ขั้นที่ 5 เมื่อคำนวณค่าต่างๆ ได้ นำไปเขียนในตาราง และหาค่า $Z_j - C_j$ ในแต่ละ column

ถ้าค่า $Z_j - C_j \geq 0$ แสดงว่าได้ค่าที่เหมาะสมแล้ว แต่ถ้าค่า $Z_j - C_j < 0$ ให้กลับไปขั้นที่ 3 อีก และทำเรื่อยๆ ไปจนกว่าค่า $Z_j - C_j \geq 0$

2.2.4 ปัญหาการหาค่าต่ำสุด

ในบางกรณีปัญหาทางด้านการโปรแกรมเชิงเส้นจะเป็นปัญหาที่ต้องการหาค่าต่ำสุด เช่น ต้องการให้ต้นทุนต่ำสุด เสียเวลาน้อยที่สุด ฯลฯ โดยมีข้อจำกัดที่กำหนดให้ การแก้ปัญหาทำได้ 2 วิธี คือ 1. เปลี่ยนปัญหาการหาค่าต่ำสุดให้กลายเป็นปัญหาที่ต้องการหาค่าสูงสุด โดยหลักที่ว่า

$$\text{Maximize } (-Z) = \text{Minimize } Z$$

เช่น

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

จะกลายเป็น

$$\text{Maximize } (-Z) = \sum_{j=1}^{n} (-C_j) X_j$$

เนื่องจากถ้าค่า –Z มาก จะแสดงว่า Z จะน้อย ดังนั้นจึงใช้หลักเกณฑ์ของวิธีซิมเพล็กซ์แก้ปัญหา Maximize (-Z)

2. ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับปัญหาการหาค่าสูงสุด แต่ในกรณีนี้จะต้องพยายามหาตัวแปรเปลี่ยน (entering variable) ที่จะเข้ามาอยู่ใน basis แล้วทำให้ค่าของสมการเป้าหมายลดเร็วที่สุด นั่นคือ จะต้องตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน basis ทุกตัวว่ามีค่าติดลบหรือไม่ ถ้ายังคงมีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน basis ตัวใดมีค่าบวก ก็แสดงว่าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด คือยังสามารถลดค่าของสมการเป้าหมายได้อีก ก็จะเลือกตัวแปรที่มีสัมประสิทธิ์ที่มีค่าบวกมากที่สุดเข้า basis ส่วนการเลือกตัวแปรออกจาก basis ก็ยังคงใช้หลักการเดียวกันกับปัญหาการหาค่าสูงสุด แต่ถ้าสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย (R_0) ทุก ๆ ตัวมีค่าติดลบแสดงว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า กรณีที่อสมการแสดงข้อจำกัดมีเครื่องหมายมากกว่า หรือเท่ากับ ($\geq$) นั้นต้องใช้ตัวแปรเกิน และตัวแปรเทียม ส่วนกรณีที่ข้อจำกัดอยู่ในรูปของอสมการนั้นต้องใช้ตัวแปรเทียม ดังนั้นจึงควรศึกษาถึงเทคนิคในการแก้ปัญหาที่มีตัวแปรเทียม ซึ่งมี 2 วิธี ดังนี้

1. วิธี Big-M
2. วิธี Two-phase

1. <u>วิธี Big-M</u>

สำหรับการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ตัวแปรเทียมโดยวิธี Big-M นั้น เป็นวิธีที่มีเหตุมีผลโดยจะต้องกำหนดให้ M เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเทียมในสมการเป้าหมาย และ M จะต้องมีค่ามากๆถ้าสมการเป้าหมายต้องการหาค่าสูงสุด จะใช้ – M แต่ถ้าเป้าหมายคือการหาค่าต่ำสุด จะใช้ + M โดยที่ $M > 0$

ลองพิจารณาถึงปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นในรูปแบบทั่วๆ ไป ถ้าปัญหามีจำนวนข้อจำกัด = m และจำนวนตัวแปร = n

$$\text{Maximize } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \ldots + C_nX_n$$

ข้อจำกัด :

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \ldots + a_{1n}X_n &\leq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \ldots + a_{2n}X_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \ldots + a_{mn}X_n &= b_m \\ X_j \geq 0 \; ; \; j &= 1, 2, \ldots, n \end{aligned}$$

เมื่อเขียนให้อยู่ในรูปสมการขยายจะเป็น

$$\text{Maximize } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \ldots + C_nX_n - MA_2 - MA_3 - \ldots - MA_n$$

ข้อจำกัด :

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \ldots + a_{1n}X_n + s &= b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \ldots + a_{2n}X_n + A_2 &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \ldots + a_{mn}X_n + A_m &= b_m \\ X_j \geq 0 \; ; \; j = 1, 2, \ldots, n; & \\ S \geq 0, A_k \geq 0; \; k = 2,3,\ldots m, \; M > 0 & \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ S เป็นตัวแปรขาด (slack variable) A_k เป็นตัวแปรเทียม พิจารณาจากสมการเป้าหมาย เนื่องจากเป้าหมายคือการหาค่าสูงสุด ดังนั้นจึงไม่ต้องการให้ตัวแปรเทียมเข้ามาอยู่ใน basis เพราะต้องการเลือกตัวแปรที่ทำให้ค่า Z มีค่าเพิ่มขึ้นเร็วที่สุด ดังนั้นการที่นำเอาตัวแปรเทียมเข้ามาอยู่ใน basis จะทำให้ค่า Z ลดลง เนื่องจาก – M มีค่าต่ำมาก

แต่ถ้าทำการคำนวณโดยวิธีซิมเพล็กซ์แล้วปรากฏว่าในตารางผลลัพธ์สุดท้าย ตัวแปรเทียมบางตัวหรือทั้งหมดที่อยู่ใน basis จะทำให้ค่า Z ที่ได้ไม่ใช่ค่าสูงสุดที่แท้จริง ดังนั้นค่าของตัวแปรเทียมทุกตัวในตารางผลลัพธ์สุดท้ายจะต้องเป็น 0 หรือไม่อยู่ใน basis อาจจะเป็นไปได้ที่ค่าของสมการเป้าหมายไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีกแล้ว (สัมประสิทธ์ของตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ใน basis ทุกตัวมีค่าไม่ติดลบ) แต่มีตัวแปรเทียมบางตัวมีค่ามากกว่า 0 เราจะถือว่าปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นนั้นไม่มีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ นั่นก็คือ ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2. <u>วิธี Two-phase</u>

ถึงแม้ว่าวิธี Big-M สามารถตรวจสอบว่าปัญหามีคำตอบหรือไม่ โดยพิจารณาว่าตัวแปรเทียมทุกตัวจะเท่ากับศูนย์หรือไม่ ถ้าตัวแปรเทียมเท่ากับศูนย์ แสดงว่าปัญหานั้นมีคำตอบ แต่ก็ยังมีความยุ่งยากในด้านการคำนวณซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับ M จึงมีผู้เสนอแนะวิธี Two-phase ขึ้นอีกวิธีหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่มีตัวแปรเทียมโดยที่การคำนวณไม่เกี่ยวข้องกับ M และยังสมารถใช้ตรวจสอบว่าปัญหานั้นมีคำตอบหรือไม่ ซึ่งวิธีนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> (Phase I.)

ขั้นตอนนี้เป็นการตวจสอบว่าปัญหามีคำตอบหรือไม่ หรือตรวจสอบความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ โดยที่จะเปลี่ยนสมการเป้าหมาย (Z) ให้กลายเป็น Z' โดยที่ Z' เป็นผลบวกของตัวแปรเทียมทั้งหมดที่มีอยู่ในข้อจำกัดของปัญหา ซึ่งทำให้เป้าหมายของปัญหากลายเป็นการหาค่าต่ำสุดไม่ว่าเป้าหมายเดิมของปัญหาจะเป็นการหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดก็ตาม ถ้า Z' เป็น 0 แสดงว่าปัญหานั้นมีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ แต่ถ้า Z' มีค่ามากกว่า 0 แล้ว แสดงว่าปัญหานั้นไม่มีคำตอบ หรือหาค่าไม่ได้นั่นเอง ดังนั้นจะคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ได้ก็ต่อเมื่อ $Z' = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 (Phase II.)

เป็นการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมหรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยการเปลี่ยนสมการเป้าหมายของขั้นตอนที่ 1 ให้เป็นสมการเป้าหมายของปัญหาเดิม และใช้ผลลัพธ์ในตารางสุดท้ายของขั้นตอนที่ 1 แล้วจึงทำการคำนวณต่อไปจนได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.3 การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)

ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นหลาย ๆ ปัญหา ค่าตัวแปรผลลัพธ์จะมีความหมายก็ต่อเมื่อต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็ม เช่น ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนคน เครื่องจักรหรือยานพาหนะต่าง ๆ การแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นในลักษณะนี้ จึงต้องเพิ่มสมการขอบข่ายที่ว่า ตัวแปรผลลัพธ์จะต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็ม

ในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มนั้น เราอาจทำการหาคำตอบด้วยวิธีกราฟ วิธีพีชคณิตหรือวิธีซิมเพล็กซ์ตามปกติ เช่นเดียวกับการหาคำตอบสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นทั่วไป โดยไม่คำนึงถึงสมการขอบข่ายที่ว่าตัวแปรผลลัพธ์จะต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็ม นั่นคือ เราพิจารณาหาคำตอบสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นดังเดิม

เมื่อได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว เราก็พิจารณาว่าคำตอบที่ได้นั้น สอดคล้องกับสมการขอบข่ายที่ว่าตัวแปรผลลัพธ์มีค่าเป็นจำนวนเต็มหรือไม่ หากคำตอบที่ได้นั้นสอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าว คำตอบที่ได้นั้นก็คือ คำตอบที่ดีที่สุดที่เราต้องการ แต่หากคำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าว คือ ไม่เป็นจำนวนเต็ม เราจะทำการปรับปรุงคำตอบที่มีอยู่ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขของการเป็นจำนวนเต็ม การจะใช้วิธีการปัดเศษ(round off) เพื่อทำการปัดค่าคำตอบให้เป็นจำนวนเต็มนั้น ไม่ได้เป็นวิธีการที่จะทำให้เราได้คำตอบที่ดีที่สุดเสมอไป

วิธีหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม ที่จะทำให้เราได้คำตอบที่เป็นค่าเชิงจำนวนเต็มนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

2.3.1 วิธีการค้นหาคำตอบ (Search or enumeration method)

ในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มด้วยวิธีการค้นหาคำตอบนั้น มีวิวัฒนาการมาจากแนวคิดที่ว่า เนื่องจากการที่ค่าของตัวแปรผลลัพธ์จะต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็ม ดังนั้น จำนวนคำตอบของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มที่พิจารณาอยู่จึงมีจำนวนจำกัดหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นจำนวนที่นับได้ถ้วน (finite) เพราะฉะนั้น เราสามารถที่จะทำการประเมินค่าของคำตอบต่าง ๆ นี้ได้ทุกคำตอบ และคำตอบที่ดีที่สุด ก็คือ คำตอบที่ให้ค่าสมการเป้าหมายดีที่สุด สอดคล้องกับความต้องการของเราคือ มีค่าต่ำสุด (หรือค่าสูงสุด) นั่นเอง การหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยการประเมินค่าของคำตอบต่าง ๆ ทุกคำตอบ เป็นวิธีการหาคำตอบที่ทำได้ง่าย เพราะเพียงแต่ประเมินค่าคำตอบต่าง ๆ เท่านั้น แต่ทว่าวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีนี้มีข้อเสีย คือ ในกรณีที่ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มที่เราพิจารณาอยู่นั้น มีจำนวนคำตอบมากมาย ซึ่งจะทำให้เราต้องเสียเวลาในการประเมินค่าของคำตอบที่ดีที่สุด วิธีการค้นหาคำตอบจะช่วยให้เราไม่ต้องทำการประเมินค่าของตัวแปรผลลัพธ์ทุก ๆ ชุด แต่ทำการประเมินค่าเพียงบางค่าเท่านั้น วิธีการค้นหาที่แพร่หลายและใช้กันมาก ได้แก่ วิธีการกำหนดขอบเขตและแตกกิ่งสาขาปัญหา (branch and bound method) และวิธีการแจงนับโดยปริยาย (implicit enumeration)

2.3.2 วิธีการตัดพื้นที่คำตอบออก (Cutting plane method)

วิธีการตัดพื้นที่คำตอบออก (cutting plane method) นั้นเป็นการหาคำตอบ โดยการเพิ่มสมการทุติยภูมิ (secondary constraint) ที่เราทำการสร้างขึ้นมาใหม่ เพิ่มเติมเข้าไปในปัญหาที่พิจารณาอยู่ เพื่อทำหน้าที่ตัดพื้นที่ของคำตอบส่วนที่เป็นคำตอบที่ไม่ใช่จำนวนเต็มออกไป เพื่อช่วยให้เราหาคำตอบที่เป็นค่าเชิงจำนวนเต็มได้ วิธีการตัดพื้นที่คำตอบออกที่แพร่หลายและใช้กันมากคือ วิธี Fractional cut และวิธี All integer cut

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัญญารัตน์ บุษบรรณ และคณะ(2540) ทำการศึกษาเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนคนไข้ที่ทำการรักษาและจำนวนคนไข้ในที่จำหน่ายของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ 3 โรงพยาบาล ได้แก่ โรงพยาบาลราชวิถี โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ และโรงพยาบาลศิริราช โดยใช้วิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีโฮลท์และวินเตอร์ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ และวิธีทรานส์เฟอร์ฟังก์ชัน อนุกรมเวลาที่นำมาศึกษาเป็นอนุกรมเวลารายเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม 2552 ถึงเดือน ธันวาคม 2526 การพิจารณาเปรียบเทียบการพยากรณ์ที่เหมาะสมใช้วัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ 3 ค่า ได้แก่ MAD (Mean Absolute Deviation) MSE (Mean Squared Error) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) โดยวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจะให้ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ต่ำที่สุด จากนั้นศึกษาพบว่าวิธีโฮลท์และวินเตอร์เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาจำนวนคนไข้ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลศิริราช และอนุกรมเวลาจำนวนคนไข้ที่จำหน่ายในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ สำหรับวิธีบอกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาจำนวนคนไข้ในที่เข้ารับการรักษาและจำนวนคนไข้ที่จำหน่ายในโรงพยาบาลราชวิถี จำนวนคนไข้ในที่รับการรักษาในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ และจำนวนคนไข้ในที่รับการรักษาในศิริราช

ปรียาภรณ์ ธรรมชูเชาวรัตน์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับการวางแผนการผลิตไม้ดอกชวนชมในแต่ละขนาดและสายพันธุ์ต่างๆ โดยในงานวิจัยนี้ได้วิธีการพยากรณ์แบบ Winter's Method มาคำนวณหาค่าพยากรณ์ยอดขายโดยมีวัตถุประสงค์ของการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดในแต่ละไตรมาส และเป็นไปตามข้อกำหนดของข้อจำกัดต่างๆ ได้แก่ ความต้องการปริมาณเชิงวัตถุดิบต่ำสุด ข้อจำกัดด้านแรงงาน จากนั้นนำข้อมูลมาประมวลผลด้วยโปรแกรม Solver Microsoft Excel 2003 ซึ่งสามารถที่จะหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยทำการประมวลผล 4 ไตรมาสในปี 2549 ทำให้ทราบถึงปริมาณต้องการต้นไม้ดอกชวนชมแต่ละขนาดแต่ละสายพันธุ์ที่ควรทำการผลิต และสั่งซื้อจากสวนอื่น โดยต้นไม้ที่ควรสั่งซื้อมากที่สุดในไตรมาสแรกคือต้นไม้ขนาด 8 นิ้ว สายพันธุ์ธรรมดาจำนวน 2000 ต้น และขนาด 11 นิ้ว สายพันธุ์ยักษ์ 210 ต้น ซึ่งถ้าสามารถขายต้นไม้ดอกชวนชมได้ทั้งหมดตามยอดจะทำให้ได้กำไรสูงที่สุดตามที่ได้คาดการไว้ว่าจะได้รับจากการผลิตไม้ดอกชวนชม จากนั้นยังมีการทำโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อให้เจ้าของร้านสะดวกในการใช้งานเพื่อสามารถที่จะปรับปรุงข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับการผลิตได้ด้วยตัวเองพร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมอีกด้วย

ไพริน ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์ และคณะ (2550) ได้ศึกษาการบริหารจัดการบุคลากรทางการแพทย์ต่อผู้ป่วย ได้เสนอระบบการจัดบุคลากรทางการแพทย์ในโรงพยาบาลโดยแต่เดิมจะใช้บุคลากรในการจัดตารางเวลาการทำงาน ซึ่งในคำนวณกำลังคนที่ต้องการในการแพทย์จะต้องมีการตรวจสอบเงื่อนไขและข้อกำหนดต่างๆทำให้เกิดความไม่สะดวกและเสียเวลามาก โดยโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ เพื่อพัฒนาระบบการบริหารการจัดการบุคลากรทางการแพทย์ให้เหมาะสมกับผู้ป่วยให้เกิดความรวดเร็ว สะดวกสบาย และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพมากขึ้น โครงงานการบริหารจัดการบุคลากรทางการแพทย์ต่อผู้ป่วยประกอบด้วย ระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในระบบ เพื่อนำข้อมูลมาให้คำนวณกำลังคนและใช้ในการจัดตารางและระบบคำนวณกำลังคนทางการแพทย์ให้เหมาะสมกับผู้ป่วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ลักษณะของข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ลักษณะของข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ดังนี้

1. ห้องผ่าตัดเล็ก โดยใช้ข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลา 5 ปี เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 รวมเป็นเวลา 60 เดือน

2. ห้องคลอด โดยใช้ข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลา 5 ปี เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2552 รวมเป็นเวลา 60 เดือน

3. แผนกผู้ป่วยนอก โดยใช้ข้อมูลเป็นรายวันระยะเวลา 5 ปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2552 รวมเป็นเวลา 1,306 วัน

แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ในการศึกษาครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์โดยแผนกเวชสถิติ โรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ได้รับความอนุเคราะห์โดยแผนกเวชสถิติ โรงพยาบาลอ่าวลึก จังหวัดกระบี่

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาตัวแบบในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย ด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาระบบการบริหารงานพยาบาล ความต้องการของระบบการบริหารงานเจ้าหน้าที่ของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอกในปัจจุบัน

4. สร้างสมการทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับขอบข่ายข้อจำกัดที่ได้ศึกษา เพื่อแทนรูปแบบปัญหาต่างๆในการจัดสรรจำนวนพยาบาล

5. นำรูปแบบปัญหารและหลักเกณฑ์ต่างๆ ในการจัดสรรพยาบาลในข้อ 4 มาสร้างเป็นสมการวัตถุประสงค์ ไปหาผลลัพธ์โดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming) จากโปรแกรมสำเร็จรูป Tora

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)
2. การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

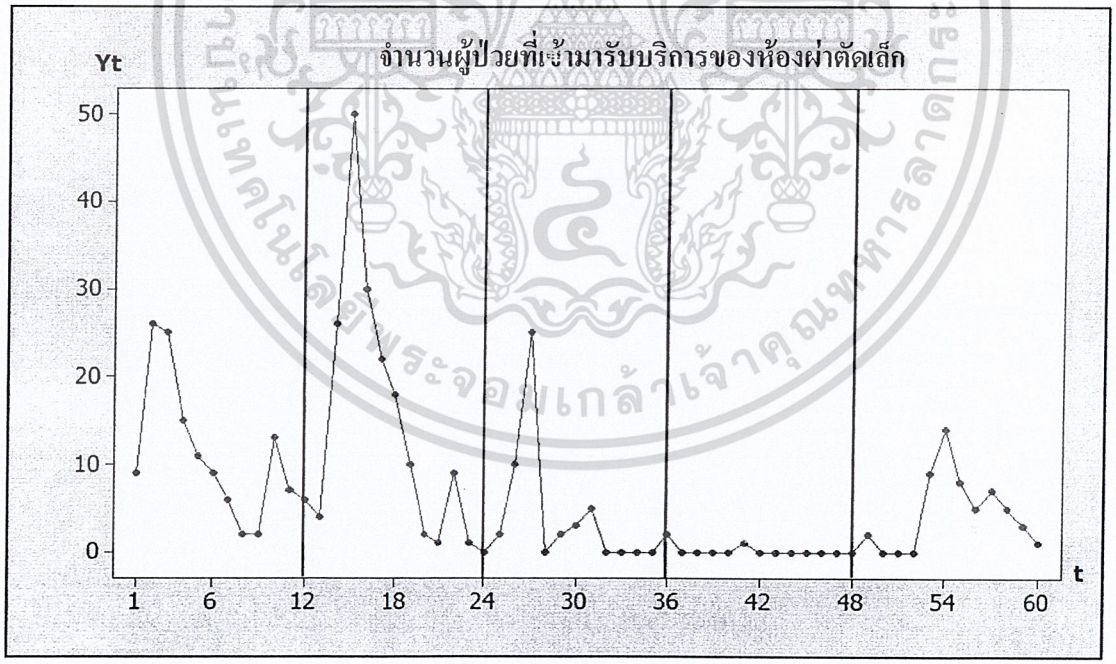
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอกด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) และนำจำนวนผู้ป่วยที่ได้จากการพยากรณ์มาทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วยโดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

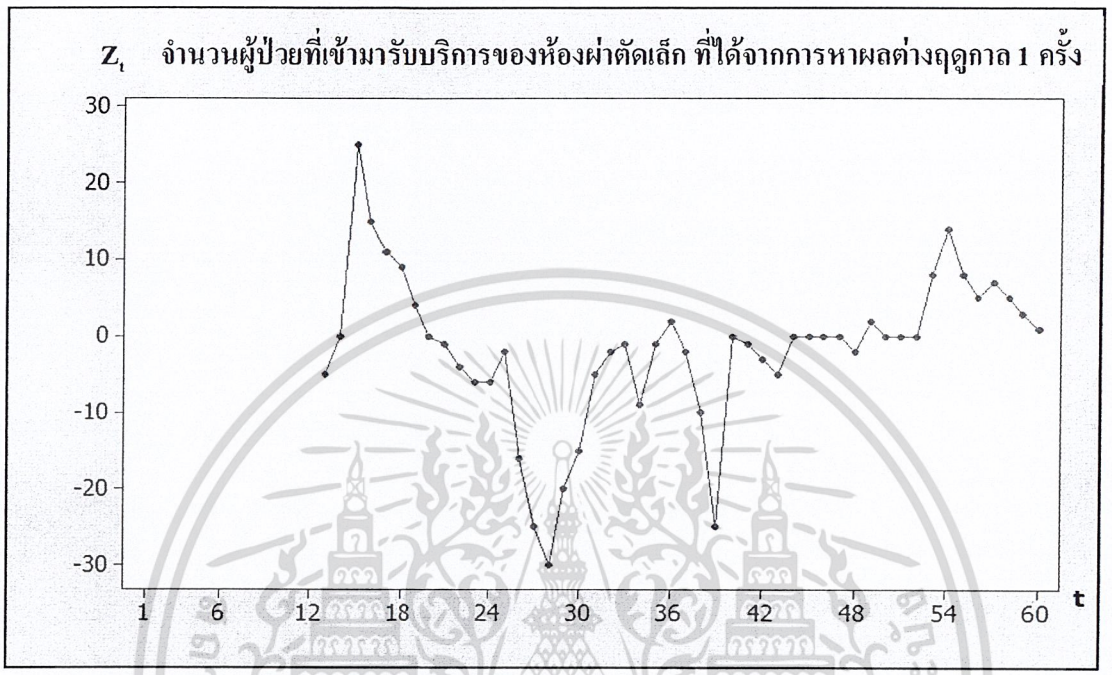
4.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องผ่าตัดเล็ก



รูปที่ 4.1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

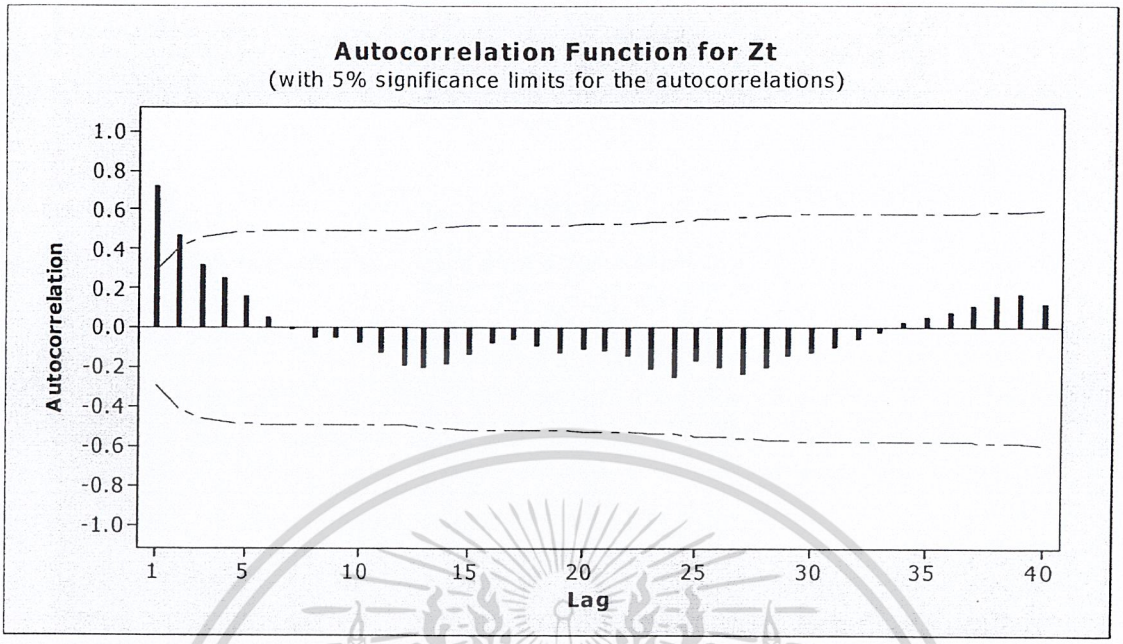
จากรูปที่ 4.1 พบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนโดยการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.2



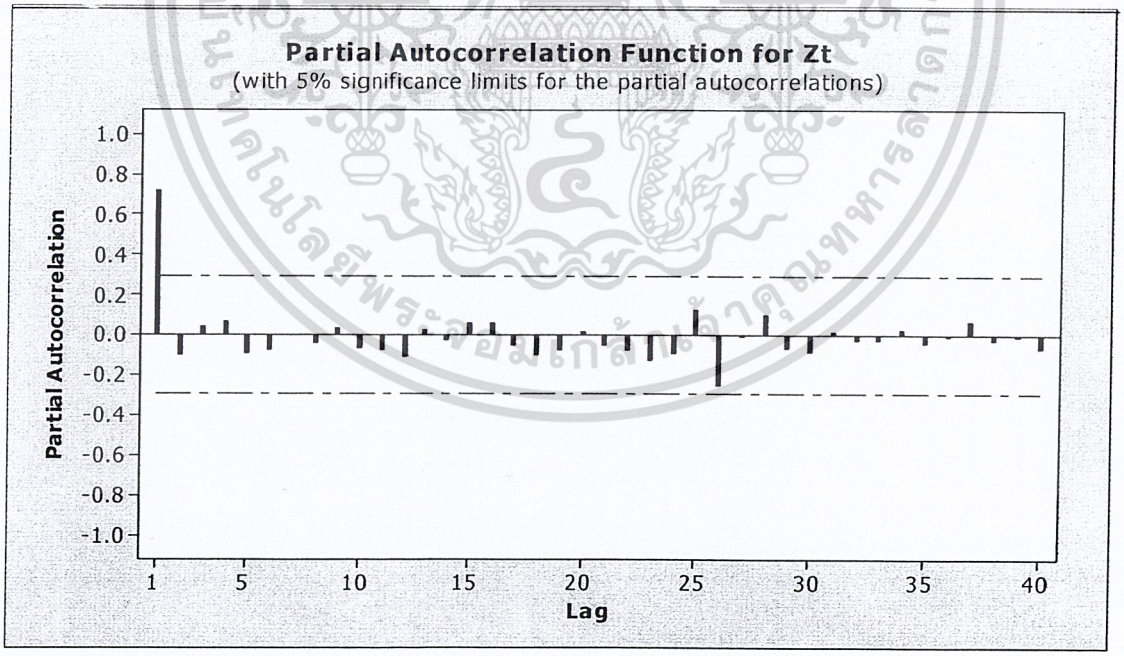
รูปที่ 4.2 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.2 อนุกรมเวลาที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี สามารถนำอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF (Autocorrelation Function) และคอเรลโรแกรมของ PACF (Partial Autocorrelation Function) เพื่อหารูปแบบ ดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.4 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 จะเห็นว่า ACF ลดลงอย่างรวดเร็ว PACF cut off ที่ lag 1 ในส่วนของฤดูกาล ACF และ PACF ไม่มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ lag 12, 24, 36, ...ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA(1,0,0) × SARIMA$(0,1,0)_{12}$ ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 48.97

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
ϕ_1	0.7301	0.0997	7.32	0.000

จากตารางที่ 4.1 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \phi_1 = 0 \quad H_1: \phi_1 \neq 0$

จากตารางพบว่าค่า p -value ของ ϕ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\phi_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบนั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.2 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	2.9	11.0	16.2	*
DF	11	23	35	*
P-Value	0.992	0.983	0.997	*

พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

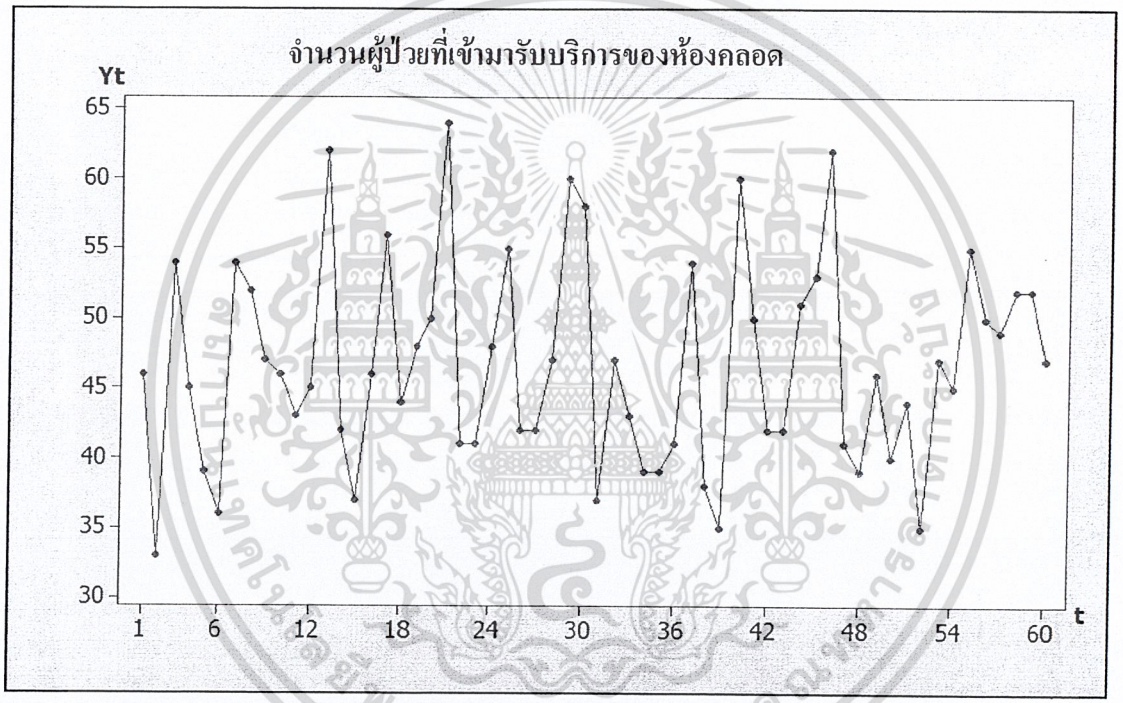
$H_0: \rho_1(e_t) = \ldots = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1, 2, ..., 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางพบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 และ lag ที่ 36 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(1,0,0) × SARIMA$(0,1,0)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

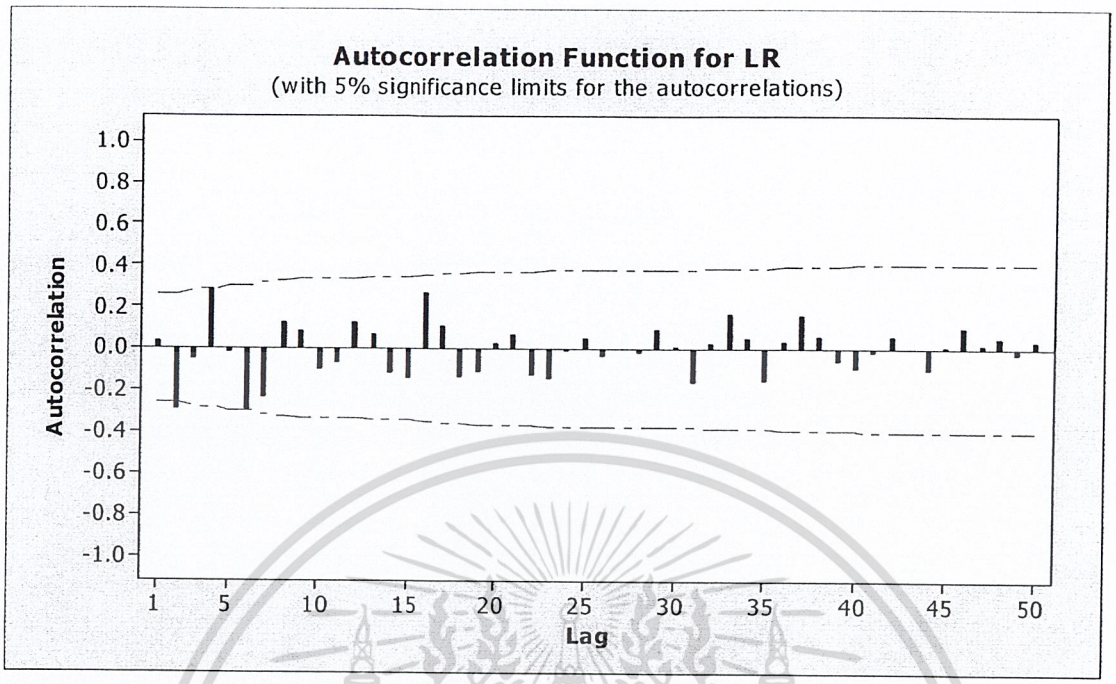
4.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องคลอด



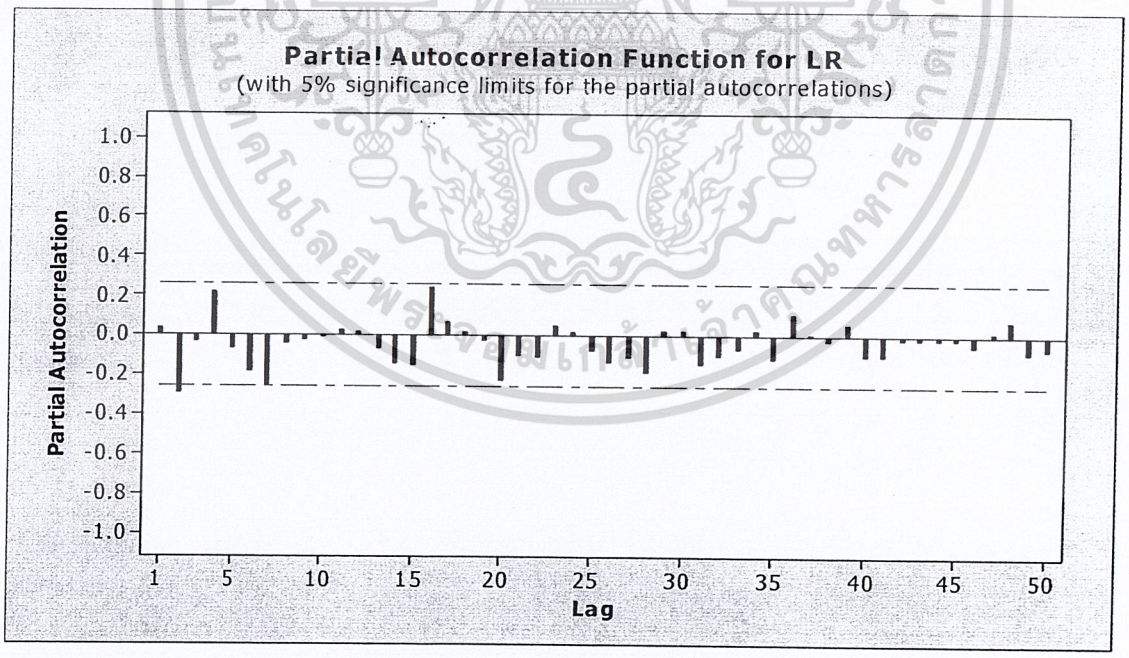
รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด

จากรูปที่ 4.5 พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลไม่มีแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถนำอนุกรมเวลาไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF และคอเรลโรแกรมของ PACF เพื่อหารูปแบบ ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด



รูปที่ 4.7 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 และ 4.7 จะเห็นว่า ACF และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็วหลังจาก lag ที่ 2 ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA (2,0,2) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 44.93

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
ϕ_1	0.1262	0.0122	10.31	0.000
ϕ_2	-0.9971	0.0119	-83.79	0.000
θ_1	0.1707	0.0714	2.39	0.020
θ_2	-0.9619	0.0694	-13.86	0.000
θ_0	87.532	1.551	56.45	0.000

จากตารางที่ 4.3 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \phi_1 = 0 \quad H_1 : \phi_1 \neq 0$

จากตารางพบว่าค่า p -value ของ ϕ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\phi_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ จากการทดสอบในทำนองเดียวกันพบว่า $\phi_2, \theta_1, \theta_2$ และ θ_0 ควรมีในตัวแบบ นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.4 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.2	17.5	26.4	35.5
DF	7	19	31	43
P-Value	0.317	0.558	0.703	0.785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

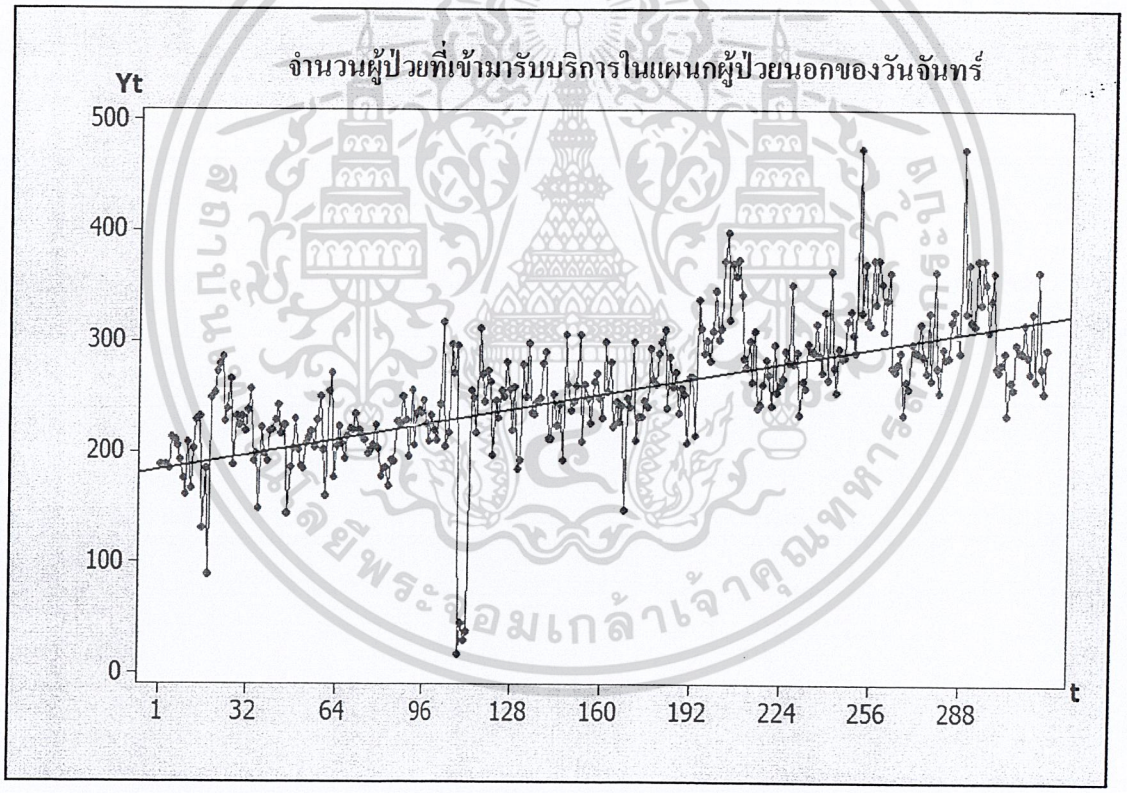
พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \rho_1(e_t) = \ ... = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1, 2,..., 12

จากตารางพบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 ,lag ที่ 36 และ lag ที่ 48 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(2,0,2) เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

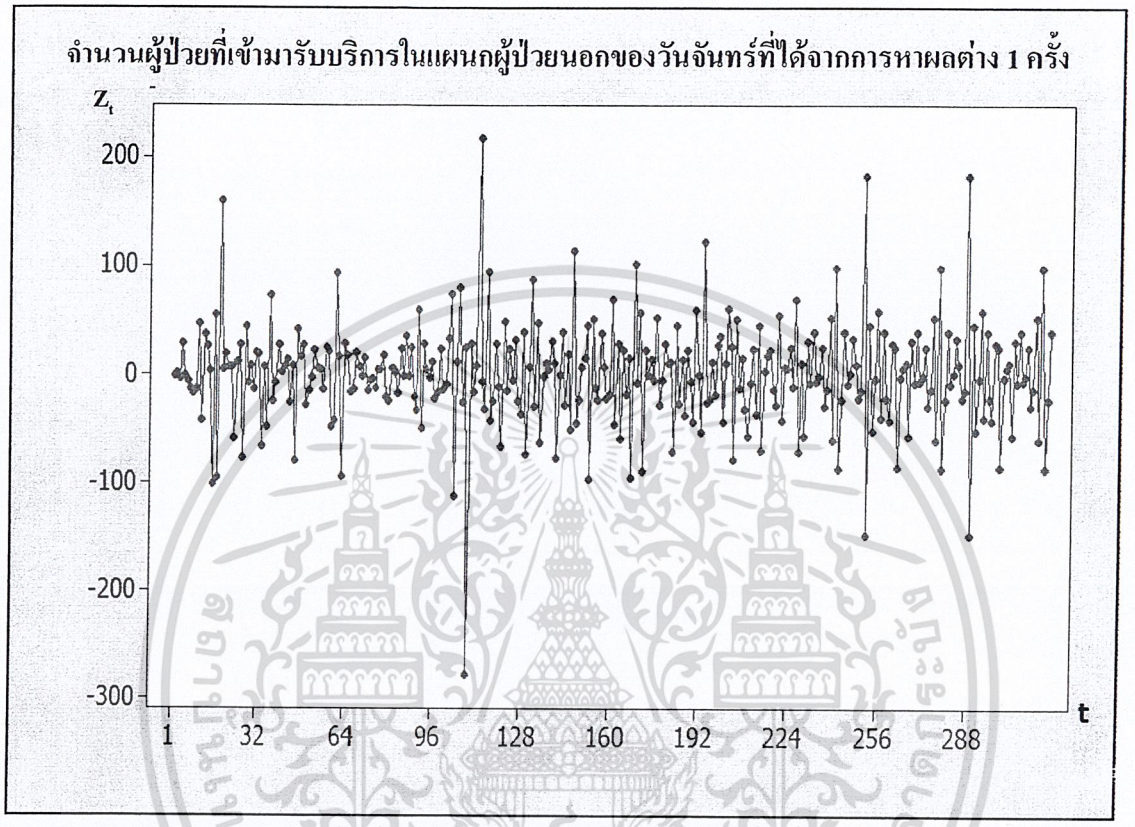
4.1.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์



รูปที่ 4.8 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

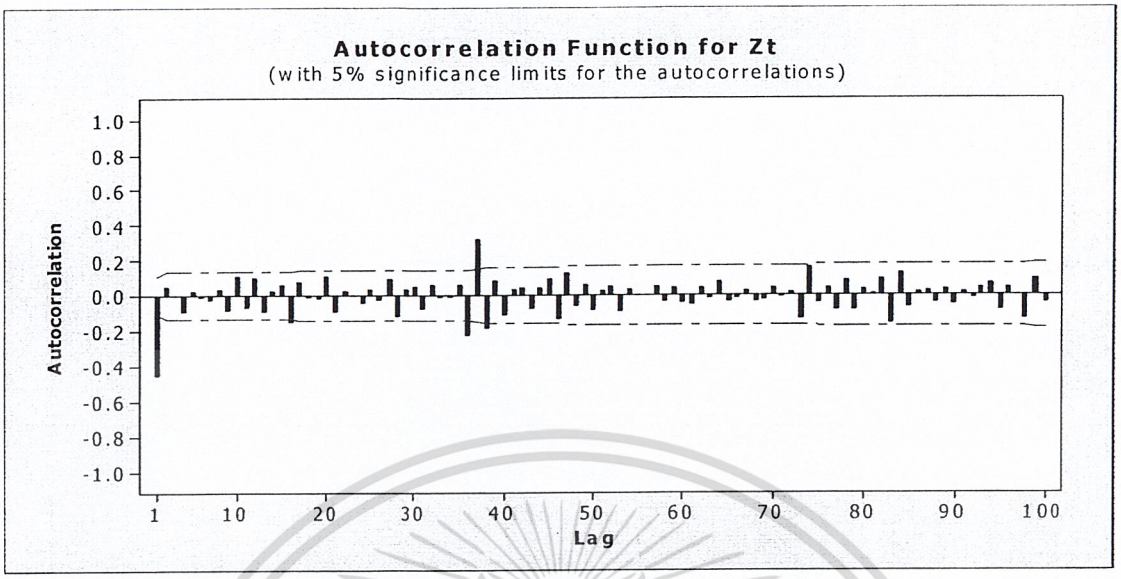
จากรูปที่ 4.8 พบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนโดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.9



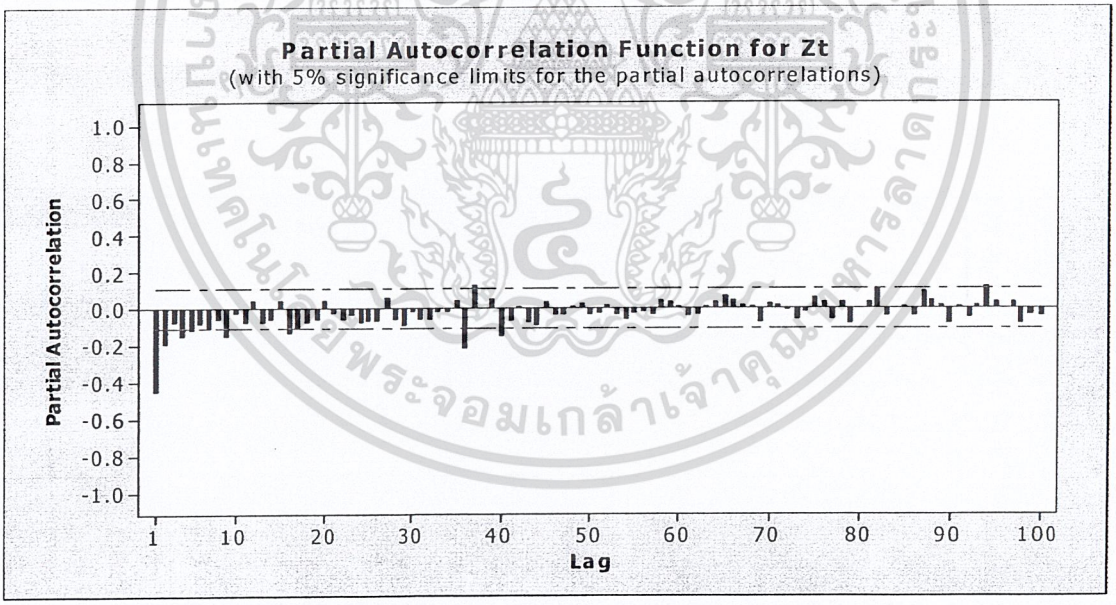
รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.9 อนุกรมเวลาที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี สามารถนำอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF และคอเรลโรแกรมของ PACF เพื่อหารูปแบบ ดังรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.11 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 และ 4.11 จะเห็นว่า ACF และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็ว ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA(1,1,1) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน(MSE)น้อยที่สุด เท่ากับ 1662

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
ϕ_1	0.4413	0.0606	7.28	0.000
θ_1	0.9916	0.0000	54152.52	0.000
θ_0	0.23684	0.04539	5.22	0.000

จากตารางที่ 4.5 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \phi_1 = 0 \quad H_1 : \phi_1 \neq 0$

จากตาราง พบว่าค่า p -value ของ ϕ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\phi_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ จากการทดสอบในทำนองเดียวกันพบว่า θ_1 และ θ_0 ควรมีในตัวแบบ นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.6 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6.2	10.4	15.5	28.2
DF	9	21	33	45
P-Value	0.722	0.973	0.996	0.977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

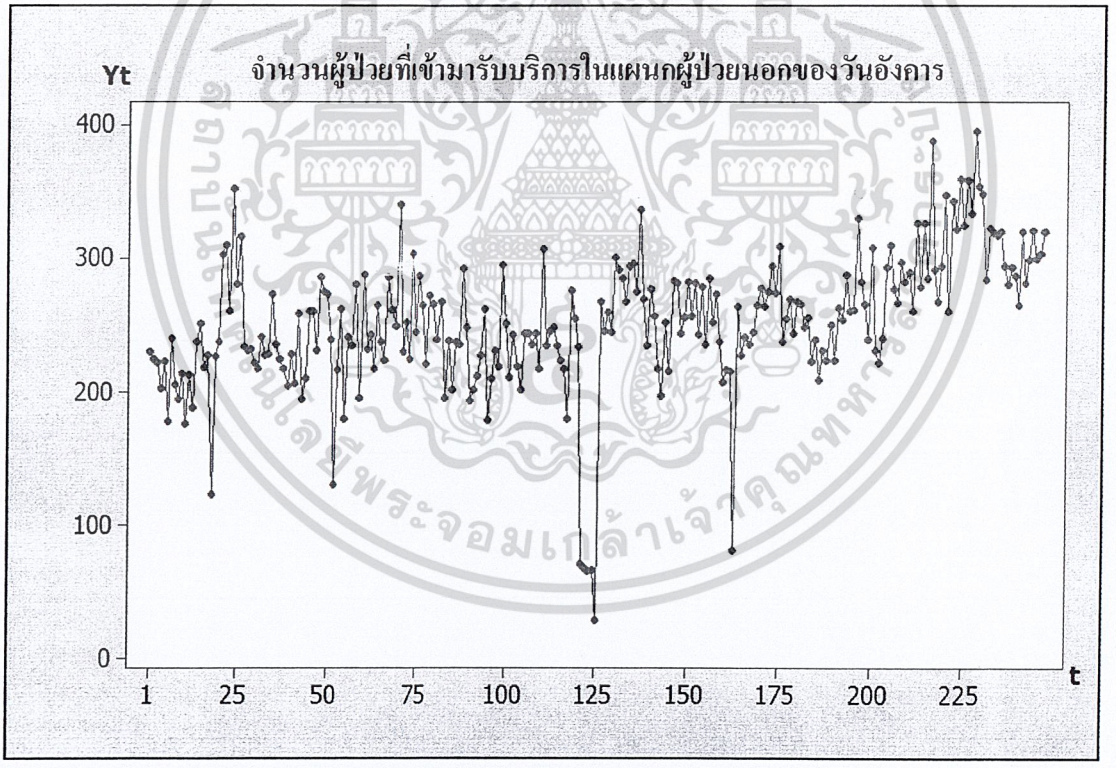
พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \rho_1(e_t) = \ldots = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1,2,…,12

จากตารางพบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 ,lag ที่ 36 และ lag ที่ 48 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(1,1,1) เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

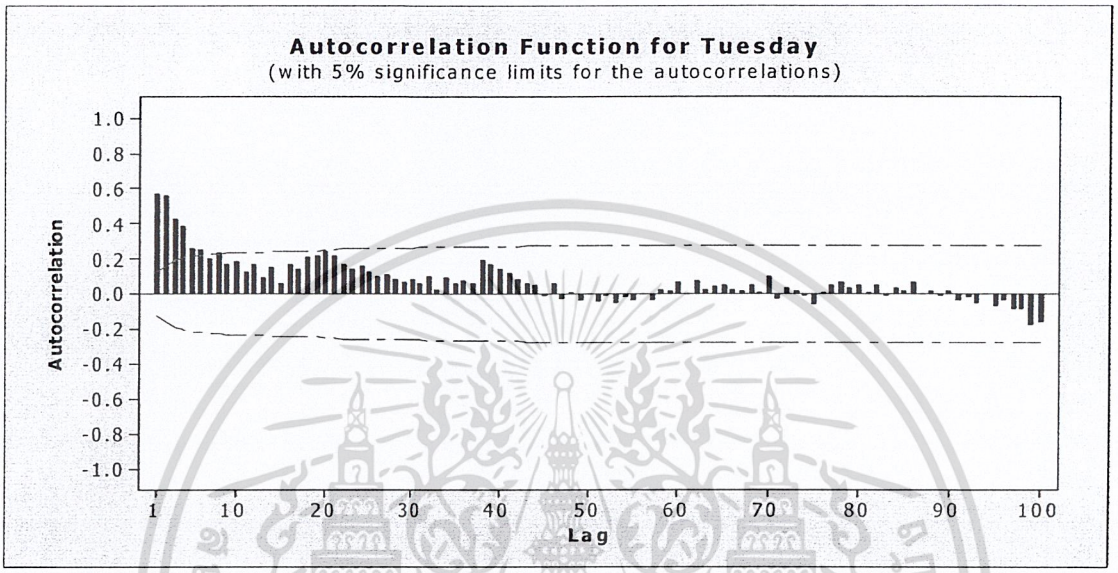
4.1.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ของวันอังคาร



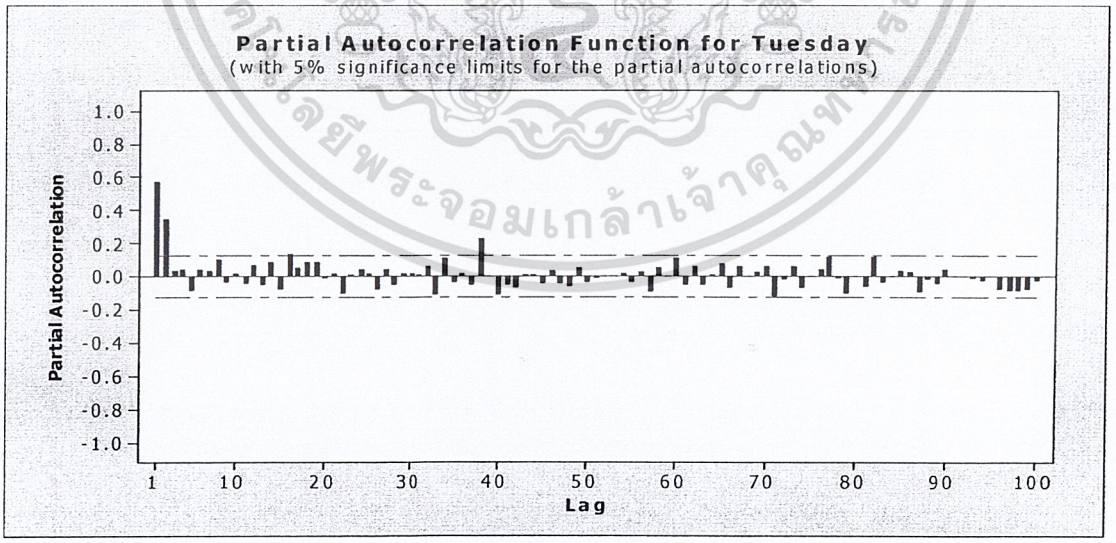
รูปที่ 4.12 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.12 พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลไม่มีแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถนำอนุกรมเวลาไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF และคอเรลโรแกรมของ PACF เพื่อหารูปแบบ ดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร



รูปที่ 4.14 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 และ 4.14 จะเห็นว่า ACF ลดลงอย่างรวดเร็วและ PACF cut off ที่ lag 2 ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA(2,0,0) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 1566

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
ϕ_1	0.3767	0.0601	6.27	0.000
ϕ_2	0.3503	0.0602	5.82	0.000
θ_0	69.023	2.518	27.41	0.000

จากตารางที่ 4.7 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \phi_1 = 0 \quad H_1 : \phi_1 \neq 0$

จากตาราง พบว่าค่า p -value ของ ϕ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\phi_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ จากการทดสอบในทำนองเดียวกันพบว่า ϕ_2 และ θ_0 ควรมีในตัวแบบ นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.8 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	7.7	26.2	33.0	58.7
DF	9	21	33	45
P-Value	0.569	0.198	0.466	0.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

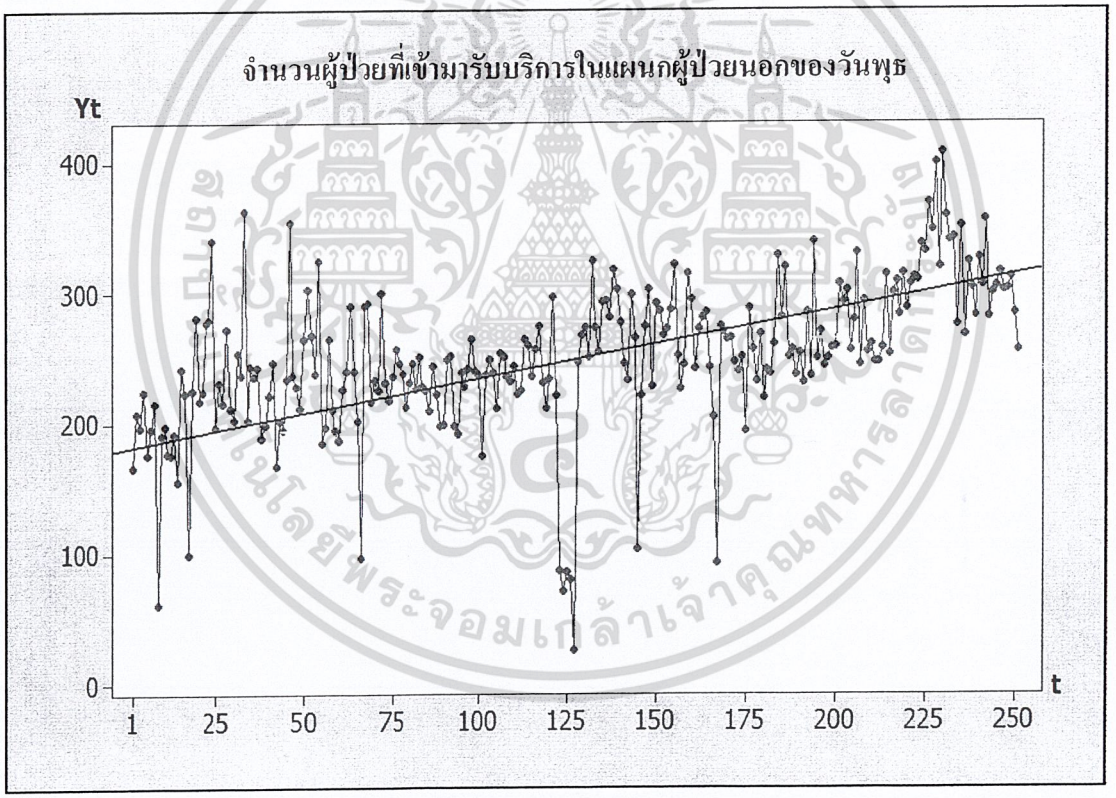
พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \rho_1(e_t) = \ ... = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1,2,…,12

จากตารางพบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 ,lag ที่ 36 และ lag ที่ 48 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(2,0,0) เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

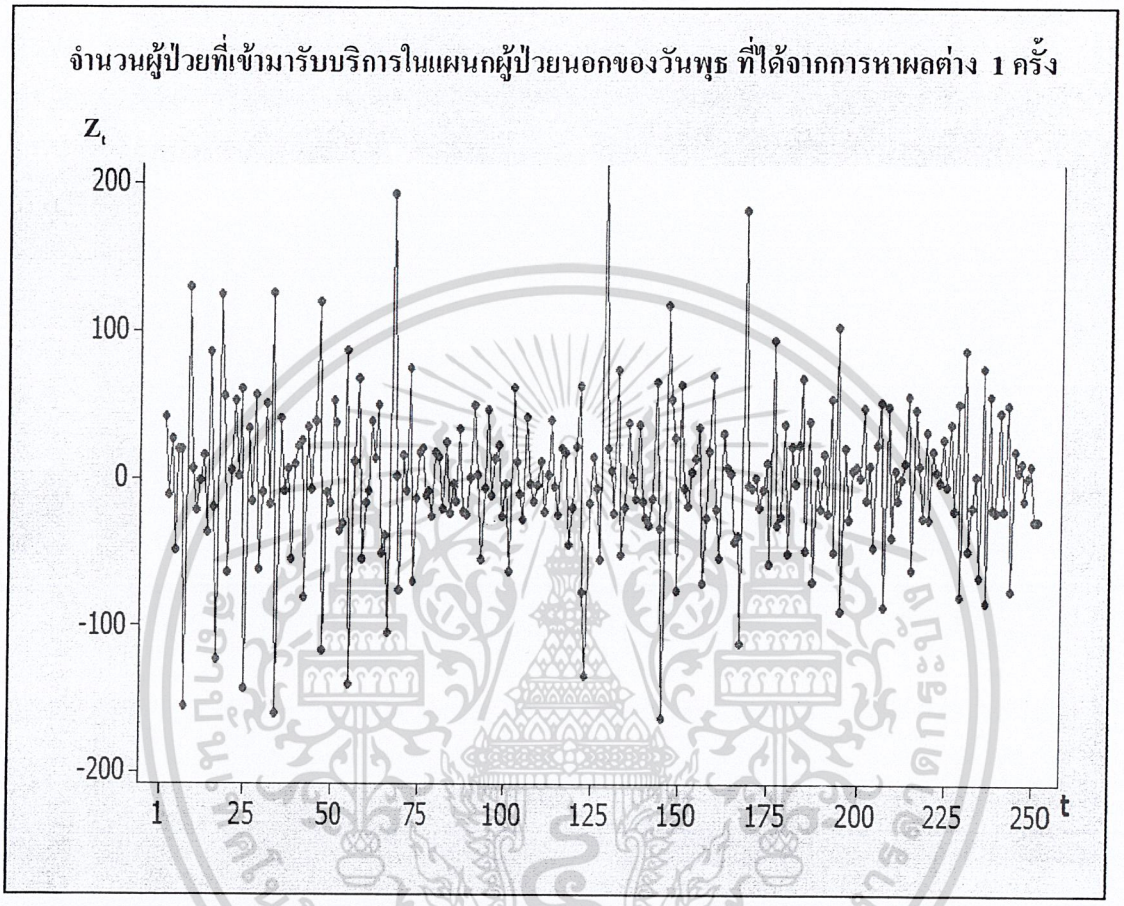
4.1.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ



รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

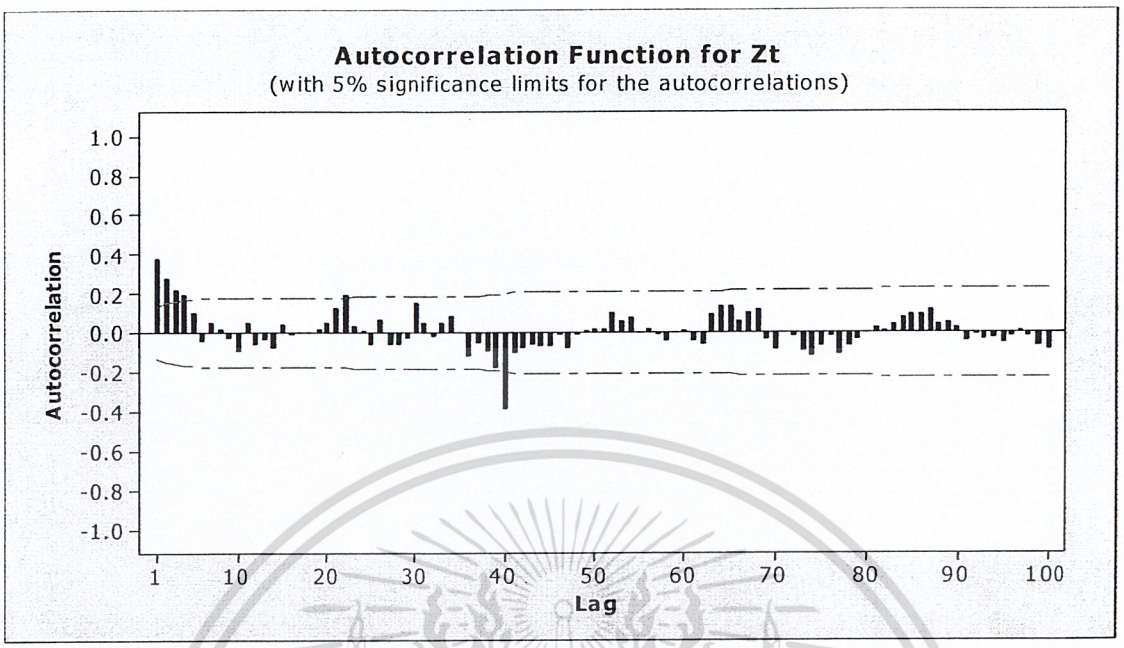
จากรูปที่ 4.15 พบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนโดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.16



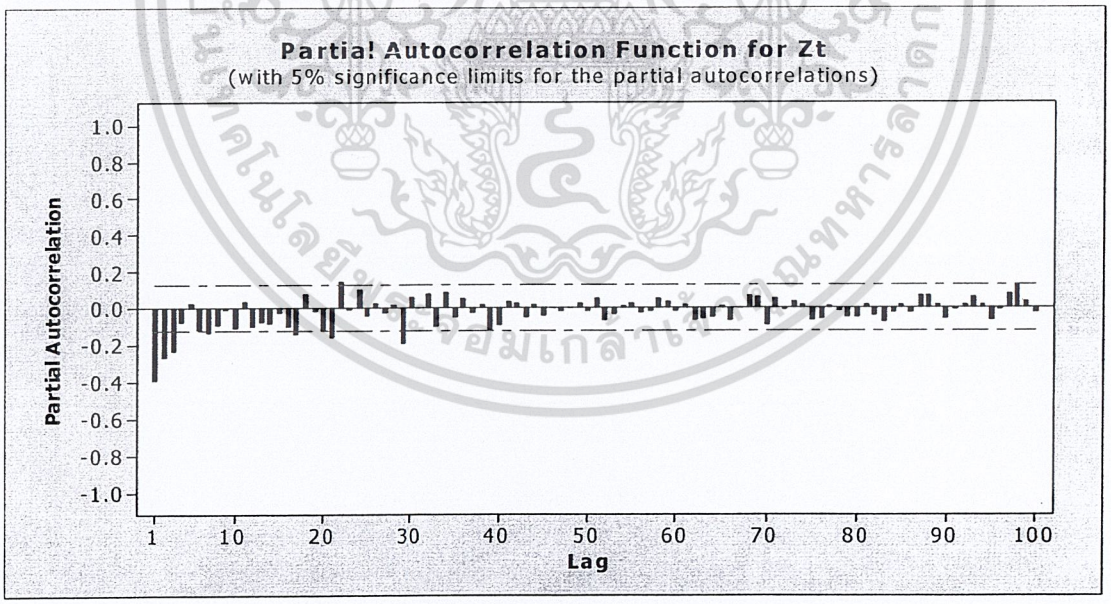
รูปที่ 4.16 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.16 อนุกรมเวลาที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี สามารถนำอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF และคอเรลโรแกรมของ PACF เพื่อหารูปแบบ ดังรูปที่ 4.17 และรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.18 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.17 และ 4.18 จะเห็นว่า ACF และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็ว และในส่วนของฤดูกาล ACF cut off ที่ lag 22 และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็วใน lag 22, 44, 66, ... ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA(1,1,1) × SARIMA$(0,0,1)_{22}$ ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน(MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 1945

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
ϕ_1	0.3176	0.0694	4.58	0.000
θ_1	0.9187	0.0275	33.42	0.000
θ_{22}	-0.2612	0.0639	-4.09	0.000

จากตารางที่ 4.9 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \phi_1 = 0 \quad H_1 : \phi_1 \neq 0$

จากตาราง พบว่าค่า p -value ของ ϕ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\phi_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ จากการทดสอบในทำนองเดียวกันพบว่า θ_1 และ θ_{22} ควรมีในตัวแบบ นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.10 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.9	23.5	36.9	46.4
DF	9	21	33	45
P-Value	0.169	0.316	0.294	0.414

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

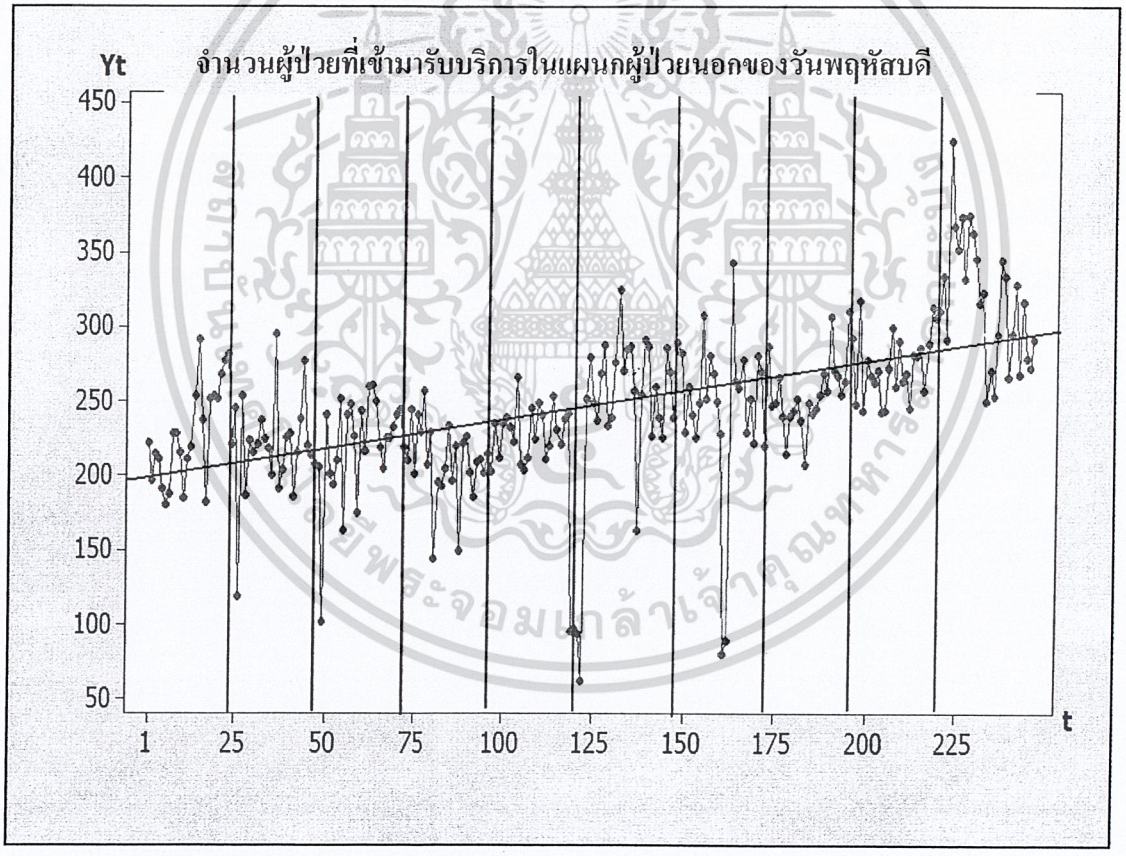
พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \rho_1(e_t) = \ldots = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1, 2,…,12

จากตาราง พบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 ,lag ที่ 36 และ lag ที่ 48 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(1,1,1) $\times$SARIMA$(0,0,1)_{22}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

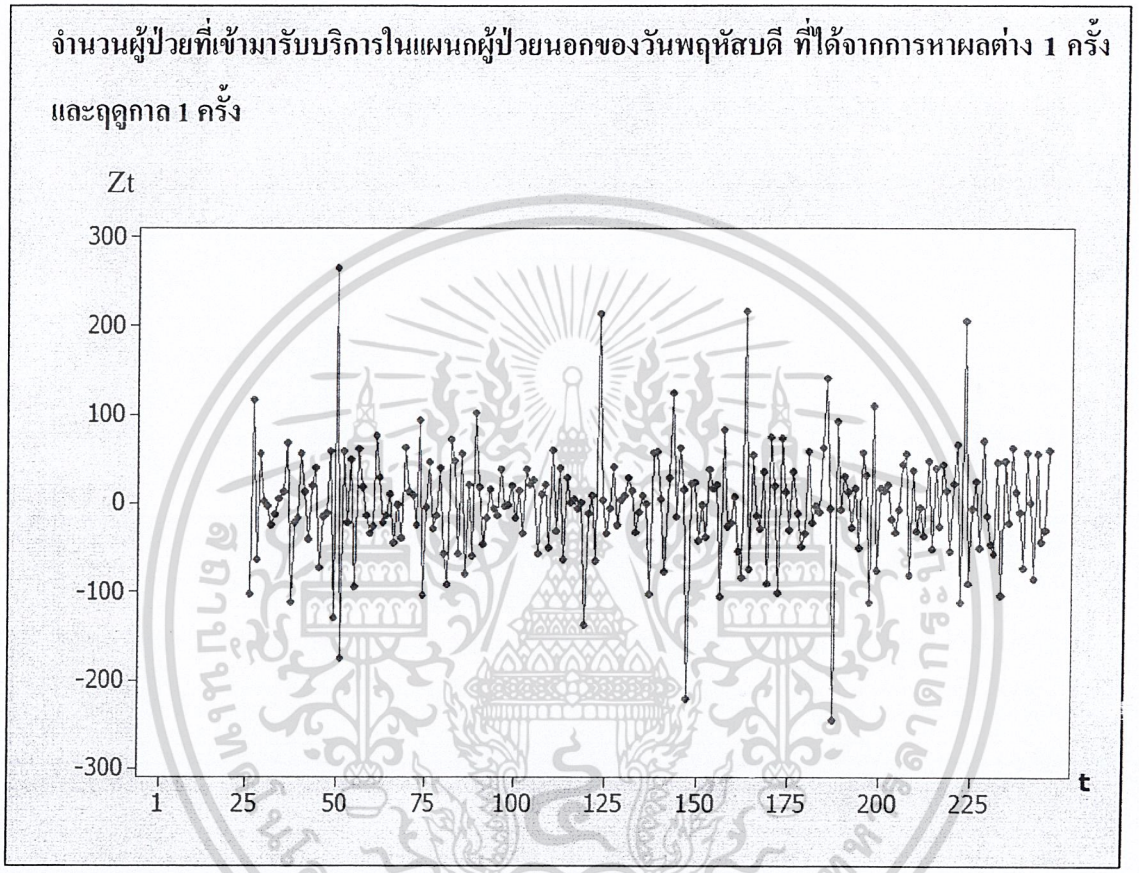
4.1.6 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี



รูปที่ 4.19 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

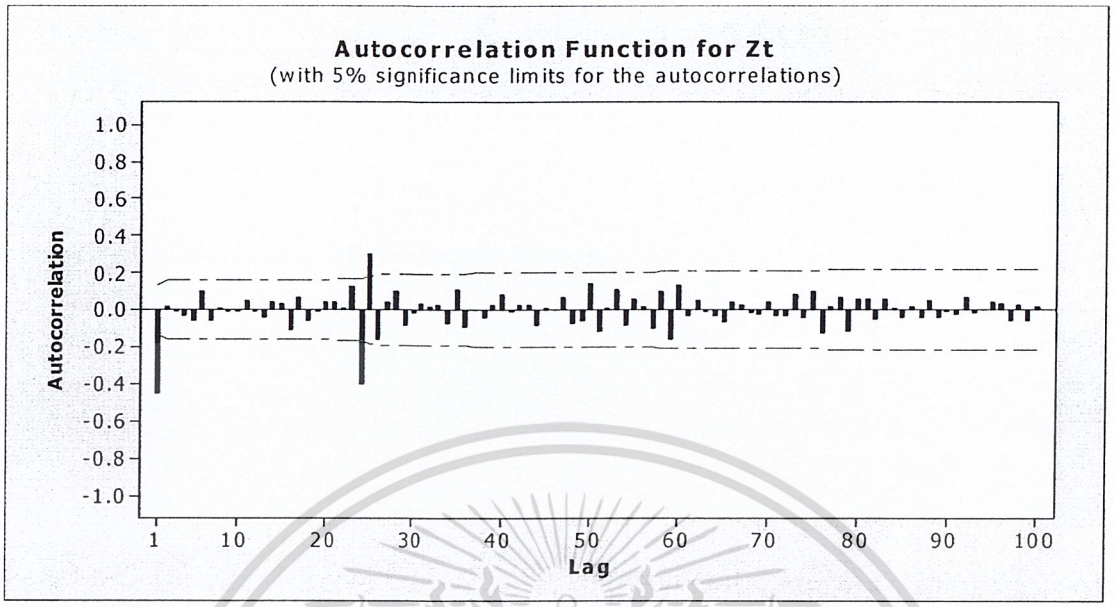
จากรูป 4.19 พบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนโดยการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.20



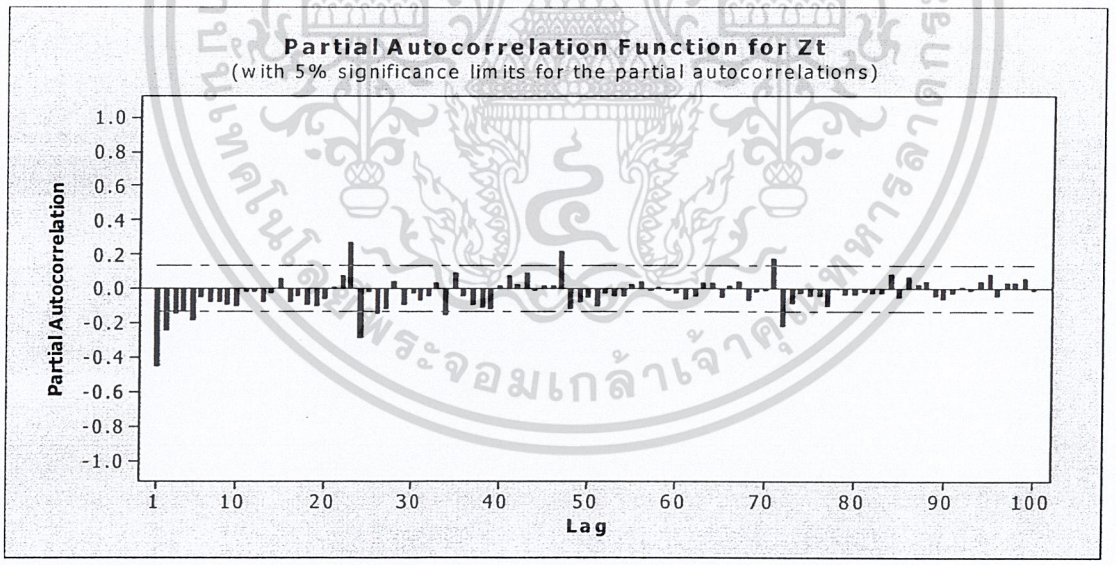
รูปที่ 4.20 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดีที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.20 อนุกรมเวลาที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี สามารถนำอนุกรมเวลาไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF และคอเรลโรแกรมของ PACF เพื่อหารูปแบบดังรูปที่ 4.21 และรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.22 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.21 และ 4.22 จะเห็นว่า ACF cut off ที่ 1 และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็ว และในส่วนของฤดูกาล ACF cut off ที่ lag 24 และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็ว ใน lag ที่ 24, 48, 72, 96, ... ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA(0,1,1) × SARIMA$(0,1,1)_{24}$ ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน(MSE)น้อยที่สุดเท่ากับ 1608

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
θ_1	0.7014	0.0488	14.38	0.000
θ_{24}	0.8792	0.0557	15.78	0.000

จากตารางที่ 4.11 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \theta_1 = 0 \quad H_1 : \theta_1 \neq 0$

จากตาราง พบว่าค่า p -value ของ θ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\theta_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ จากการทดสอบในทำนองเดียวกันพบว่า θ_{24} ควรมีในตัวแบบ นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.12 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.3	14.0	24.7	52.0
DF	10	22	34	46
P-Value	0.597	0.900	0.878	0.253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

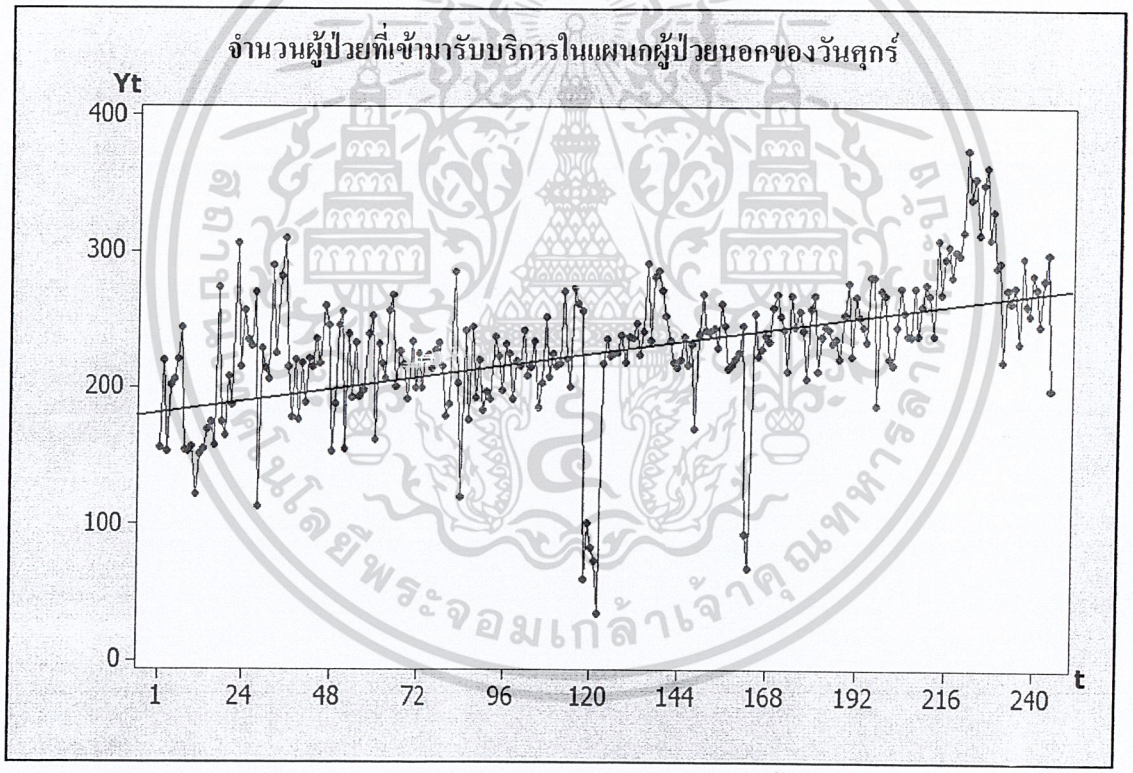
พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \rho_1(e_t) = \ldots = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1,2,...,12

จากตารางพบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 ,lag ที่ 36 และ lag ที่ 48 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(0,1,1) × $SARIMA(0,1,1)_{24}$ ตัวแบบที่เหมาะสม

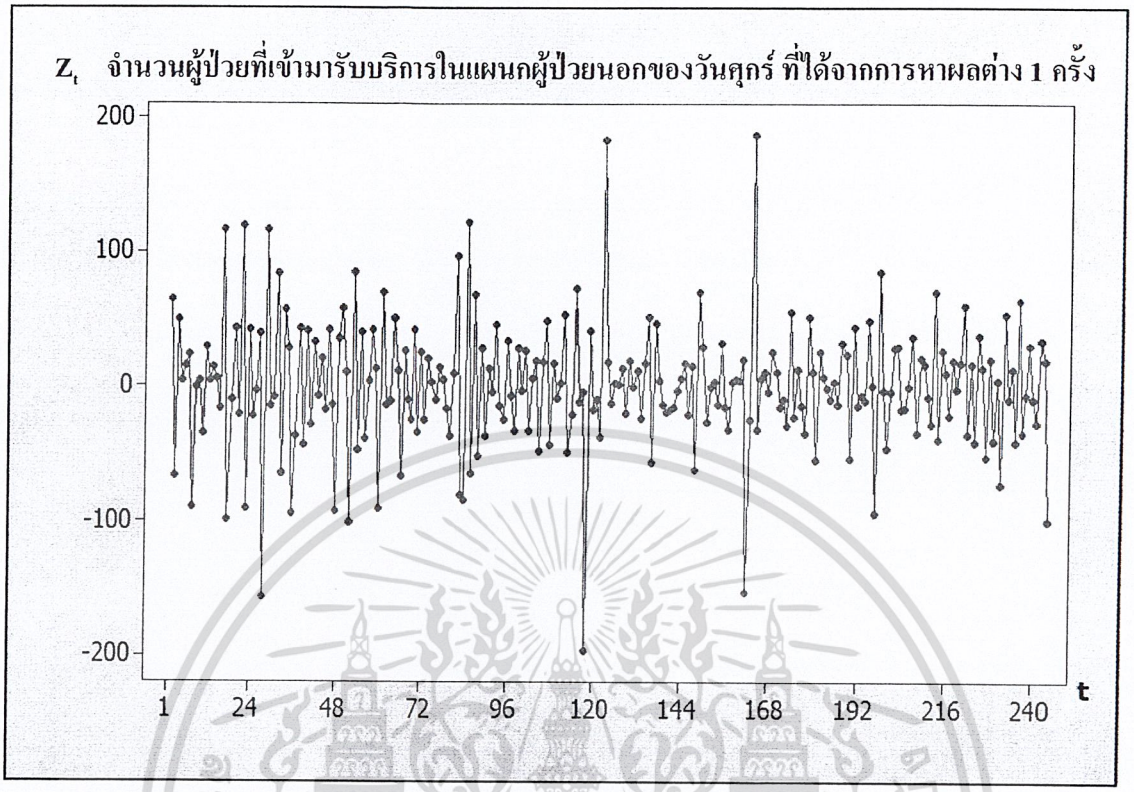
4.1.7 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์



รูปที่ 4.23 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์

จากรูป 4.23 พบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนโดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.24

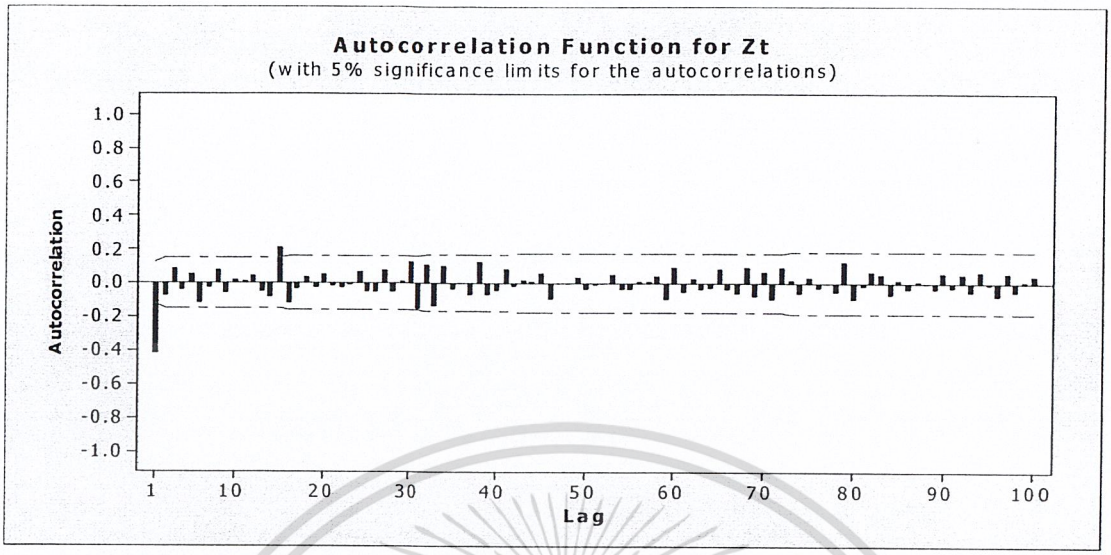
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



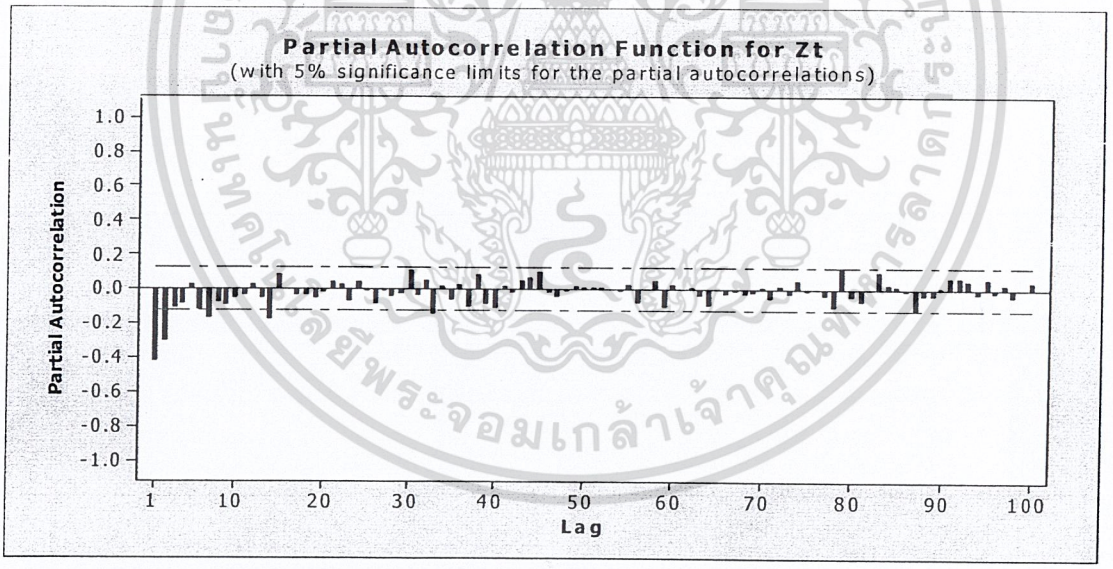
รูปที่ 4.24 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.24 อนุกรมเวลาที่ได้จากการหาผลต่างแนวโน้ม 1 ครั้ง พบว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี โดยไม่มีแนวโน้มมาเกี่ยวข้อง สามารถนำอนุกรมเวลาไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ ACF และคอเรลโรแกรมของ PACF เพื่อหารูปแบบดังรูปที่ 4.25 และรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 แสดงคอเรลโรแกรมของ ACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.26 แสดงคอเรลโรแกรมของ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.25 และ 4.26 จะเห็นว่า ACF ลดลงอย่างรวดเร็วหลัง lag 1 และ PACF ลดลงอย่างรวดเร็วหลัง lag 2 ตัวแบบที่เป็นไปได้ คือ ARIMA(2,1,1) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน(MSE) น้อยที่สุดเท่ากับ 1583

1. การตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์

Parameter	Coef	SE Coef	T	P
ϕ_1	0.3199	0.0647	4.94	0.000
ϕ_2	0.1760	0.0647	2.72	0.007
θ_1	0.9893	0.0001	17778.98	0.000
θ_0	0.14304	0.04496	3.18	0.002

จากตารางที่ 4.13 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \phi_1 = 0 \quad H_1 : \phi_1 \neq 0$

จากตาราง พบว่าค่า p -value ของ ϕ_1 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า $\phi_1 \neq 0$ ซึ่งพารามิเตอร์ ϕ_1ควรมีในตัวแบบ

จากการทดสอบในทำนองเดียวกันพบว่า ϕ_2 ,θ_1และ θ_0 ควรมีในตัวแบบ นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่

ตารางที่ 4.14 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	11.3	24.8	36.1	47.9
DF	8	20	32	44
P-Value	0.187	0.211	0.284	0.316

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0: \rho_1(e_t) = \ldots = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1: \rho_k(e_t)$ บางค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k=1,2,…,12

จากตาราง พบว่าค่า p-value ของ lag ที่ 12 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน สำหรับ lag ที่ 24 ,lag ที่ 36 และ lag ที่ 48 สามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ lag ที่ 12 นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(2,1,1) เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

4.2 การวิเคราะห์จำนวนพยาบาลที่เหมาะสมโดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมแก่ห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอดและแผนกผู้ป่วยนอก และจากการศึกษาขอบข่ายข้อจำกัดที่มีผลต่อการจัดสรรจำนวนพยาบาล ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์จำนวนพยาบาลของห้องผ่าตัดเล็กและห้องคลอด

ตารางที่ 4.15 แสดงการกำหนดตัวแปรที่ใช้แทนจำนวนพยาบาลและจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการห้องผ่าตัดเล็กและห้องคลอด

แผนก	จำนวนพยาบาล	จำนวนผู้ป่วย
ห้องผ่าตัดเล็ก	X_1	n_1
ห้องคลอด	X_2	n_2

การสร้างสมการเป้าหมายในปัญหาพิเศษครั้งนี้ ต้องการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้มีจำนวนน้อยที่สุดและเพียงพอกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการ

สมการเป้าหมายที่ได้ คือ $\text{Min } Z = X_1 + X_2$

ขอบข่ายข้อจำกัดที่มีผลต่อการจัดสรรจำนวนพยาบาล คือ

1. ห้องผ่าตัดเล็ก ใช้อัตราส่วนจำนวนพยาบาล : จำนวนผู้ป่วย เท่ากับ 2: 1 นั่นคือ พยาบาล 1 คน ดูแลผู้ป่วยได้ 0.5 คน
2. ห้องผ่าตัดเล็กมีจำนวนพยาบาลทั้งหมด 4 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ห้องคลอด ใช้อัตราส่วนจำนวนพยาบาล : จำนวนผู้ป่วย เท่ากับ 2: 1 นั่นคือ พยาบาล 1 คน ดูแลผู้ป่วยได้ 0.5 คน
4. ห้องคลอดมีจำนวนพยาบาลทั้งหมด 10 คน โดยมีช่วงเวลาในการปฏิบัติงาน 3 เวลา ได้แก่ ช่วงเวลาเช้า ช่วงเวลาบ่าย และช่วงเวลาดึก นั่นคือ แต่ละช่วงเวลาจะมีพยาบาลปฏิบัติงาน 3.33 คน

สามารถสร้างอสมการขอบข่ายข้อจำกัด ได้ดังนี้

$$0.5X_1 \geq \frac{n_1}{\text{จำนวนวันในการปฏิบัติงานของแต่ละเดือน}}$$

$$0.5X_2 \geq \frac{n_2}{\text{จำนวนวันในการปฏิบัติงานของแต่ละเดือน}}$$

$$X_1 \leq 4$$

$$X_2 \leq 3.33$$

ดังนั้น จากขอบข่ายข้อจำกัดข้างต้น สามารถเขียนเป็นอสมการการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มดังนี้ คือ

สมการเป้าหมาย $\text{Min } Z = X_1 + X_2$

เงื่อนไข

$$0.5X_1 \geq \frac{n_1}{\text{จำนวนวันในการปฏิบัติงานของแต่ละเดือน}}$$

$$0.5X_2 \geq \frac{n_1}{\text{จำนวนวันในการปฏิบัติงานของแต่ละเดือน}}$$

$$X_1 \leq 4$$

$$X_2 \leq 3.33$$

$$X_1, X_2 \geq 0 \text{ ; จำนวนเต็ม}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การวิเคราะห์จำนวนพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอก

ตารางที่ 4.16 แสดงการกำหนดตัวแปรที่ใช้แทนจำนวนพยาบาลและจำนวนผู้ป่วย ที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ถึงวันศุกร์

วัน	จำนวนพยาบาล	จำนวนผู้ป่วย
จันทร์	X_1	n_1
อังคาร	X_2	n_2
พุธ	X_3	n_3
พฤหัสบดี	X_4	n_4
ศุกร์	X_5	n_5

การสร้างสมการเป้าหมายในปัญหาพิเศษครั้งนี้ ต้องการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้มีจำนวนน้อยที่สุดและเพียงพอกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการ

สมการเป้าหมายที่ได้ คือ $\text{Min } Z = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$

ขอบข่ายข้อจำกัดที่มีผลต่อการจัดสรรจำนวนพยาบาล คือ

1. แผนกผู้ป่วยนอก ใช้อัตราส่วนจำนวนพยาบาล : จำนวนผู้ป่วย เท่ากับ 1: 50
2. แผนกผู้ป่วยนอก มีจำนวนพยาบาลที่สามารถจัดสรรเข้าปฏิบัติงานระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ มีจำนวนไม่เกิน 30 คน

สามารถสร้างอสมการขอบข่ายข้อจำกัด ได้ดังนี้

$$50X_1 \geq n_1$$

$$50X_2 \geq n_2$$

$$50X_3 \geq n_3$$

$$50X_4 \geq n_4$$

$$50X_5 \geq n_5$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 30$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จากขอบข่ายข้อจำกัดข้างต้น สามารถเขียนเป็นอสมการการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม ดังนี้ คือ

สมการเป้าหมาย $\quad \text{Min } Z = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$

เงื่อนไข $\quad 50X_1 \geq n_1$

$50X_2 \geq n_2$

$50X_3 \geq n_3$

$50X_4 \geq n_4$

$50X_5 \geq n_5$

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 30$

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$; จำนวนเต็ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้ทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย ด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) แล้วทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลเพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ป่วย โดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming) ในห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ซึ่งสามารถสรุปผล ได้ดังนี้

5.1 การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

5.1.1 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก โดยมีรูปแบบอนุกรมเวลาเป็น ARIMA(1,0,0)× SARIMA$(0,1,0)_{12}$ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = Y_{t-12} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} + \varepsilon_t$$

โดยที่

$$\hat{Y}_t(l) = Y_{t-12+l} + 0.7301Y_t - 0.7031Y_{t-13+l} \quad \text{สำหรับ } l = 1$$

$$\hat{Y}_t(l) = Y_{t-12+l} + 0.7301\hat{Y}_t(l-1) - 0.7301Y_{t-13+l} \quad \text{สำหรับ } l \geq 2$$

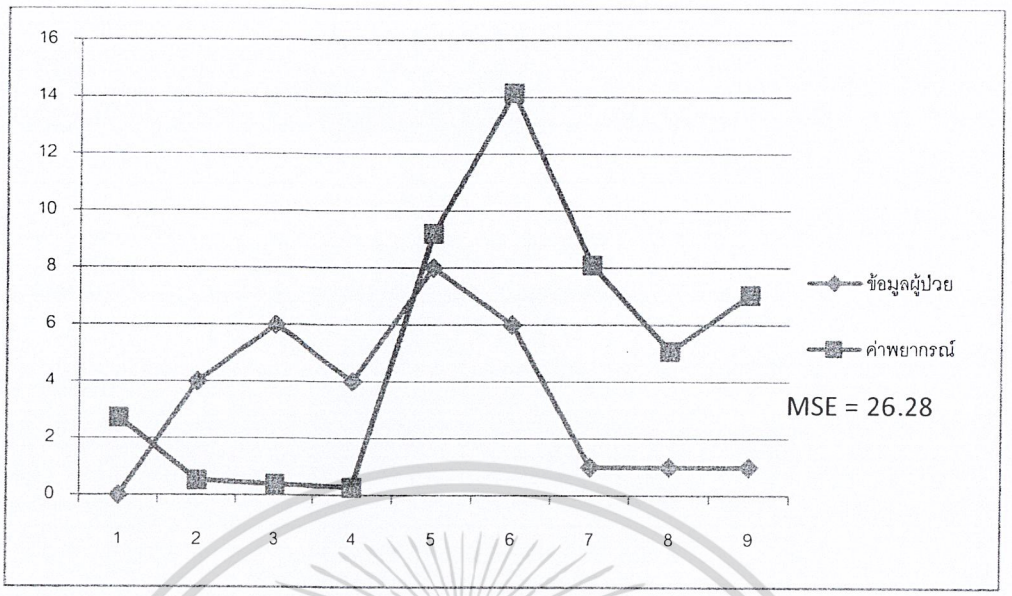
โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ทำการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน ดังนี้ $\hat{Y}_{61} = Y_{49} + 0.7301Y_{60} - 0.7301Y_{48}$

$$= 2 + 0.7301(1) - 0.7301(0)$$

$$= 2.7301$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยของห้องผ่าตัดเล็กกับค่าพยากรณ์

5.1.2 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด โดยมีรูปแบบของอนุกรมเวลาเป็น ARIMA(2,0,2) จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$$

โดยที่

$$\hat{Y}_t(l) = 87.532 + 0.1262Y_t - 0.9971Y_{t-1} - 0.1707e_t + 0.9619e_{t-1} \quad \text{สำหรับ } l = 1$$

$$\hat{Y}_t(l) = 87.532 + 0.1262\hat{Y}_t(l-1) - 0.9971Y_t + 0.9619e_t \quad \text{สำหรับ } l = 2$$

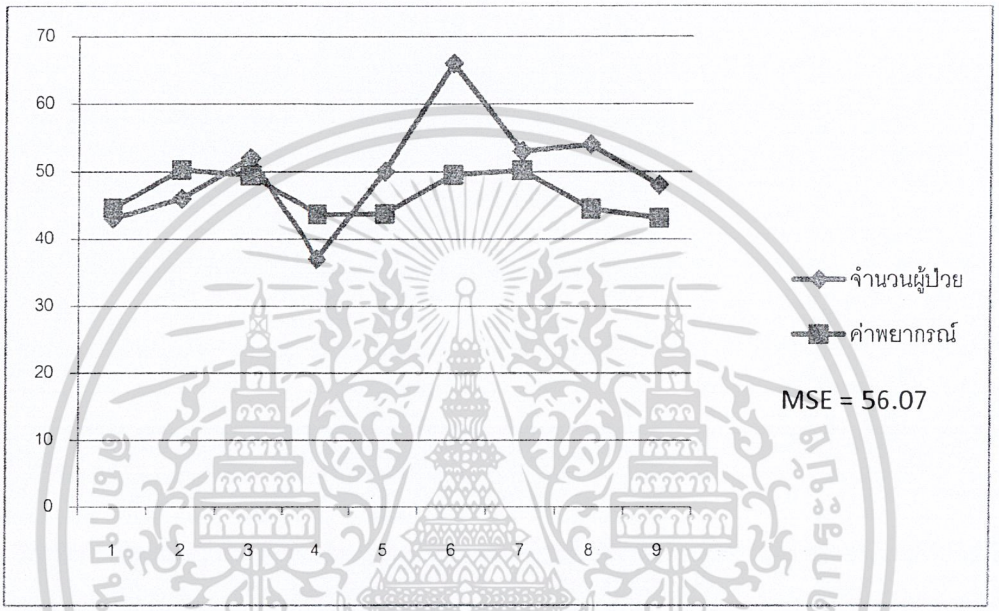
$$\hat{Y}_t(l) = 87.532 + 0.1262\hat{Y}_t(l-1) - 0.9971\hat{Y}_t(l-2) \quad \text{สำหรับ } l \geq 3$$

โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ทำการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{61} &= 87.532 + 0.1262Y_{60} - 0.9971Y_{59} - 0.1707e_{60} + 0.9619e_{59} \\ &= 87.532 + 0.1262(47) - 0.9971(52) - 0.1707(4.3657) + 0.9619(3.9159) \\ &= 44.63\end{aligned}$$



รูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยของห้องคลอดกับค่าพยากรณ์

5.1.3 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ โดยมีรูปแบบของอนุกรมเวลาเป็น ARIMA(1,1,1) จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \theta_0 + Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\hat{Y}_t(l) = 0.23684 + Y_t + 0.4413Y_t - 0.4413Y_{t-1} - 0.9916e_t$ สำหรับ $l = 1$

$\hat{Y}_t(l) = 0.23684 + \hat{Y}_t(l-1) + 0.4413\hat{Y}_t(l-1) - 0.4413Y_t$ สำหรับ $l = 2$

$\hat{Y}_t(l) = 0.23684 + \hat{Y}_t(l-1) + 0.4413\hat{Y}_t(l-1) - 0.4413\hat{Y}_t(l-2)$ สำหรับ $l \geq 3$

โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

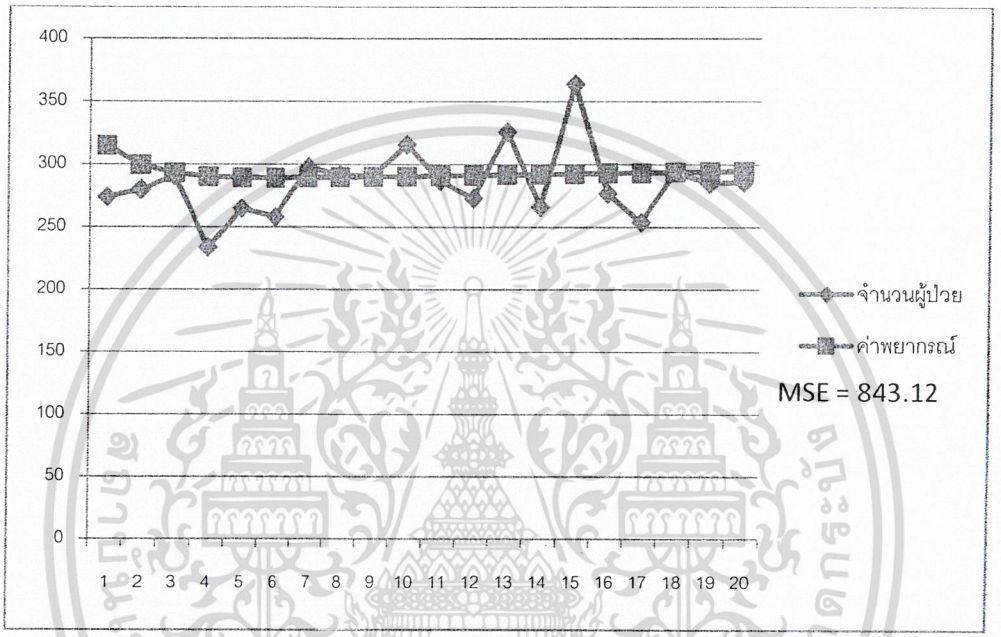
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{228} = 0.23684 + Y_{227} + 0.4413Y_{227} - 0.4413Y_{226} - 0.9916e_{227}$$

$$= 0.23684 + 351 + 0.4413(351) - 0.4413(281) - 0.9916(67.4487)$$

$$= 315.245$$



รูปที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์กับค่าพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคาร โดยมีรูปแบบของอนุกรมเวลาเป็น ARIMA(2,0,0) จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\hat{Y}_t(l) = 69.023 + 0.3767Y_t + 0.3503Y_{t-1}$ สำหรับ $l = 1$

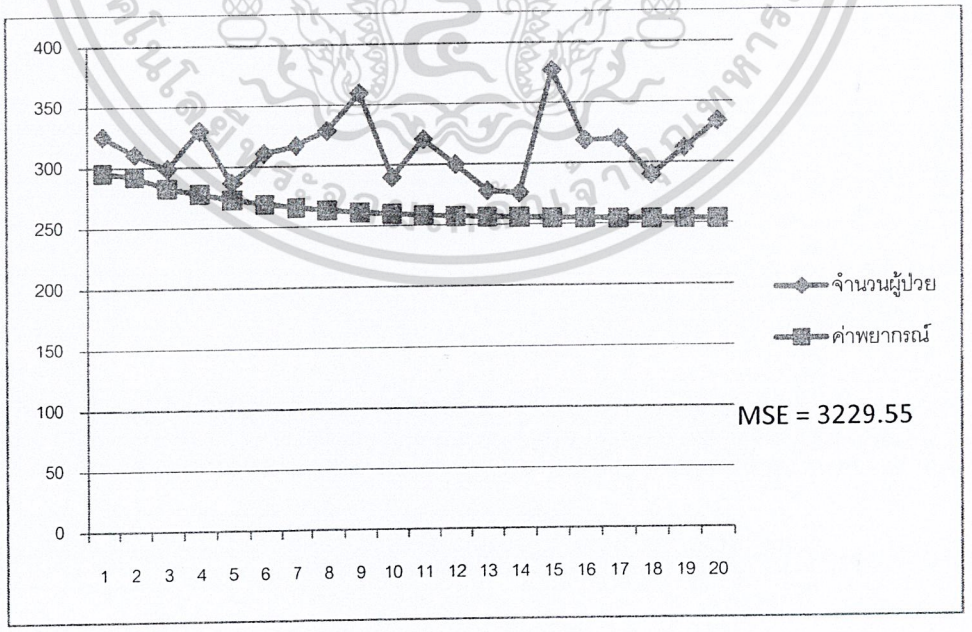
$\hat{Y}_t(l) = 69.023 + 0.3767\hat{Y}_t(l-1) + 0.3503Y_t$ สำหรับ $l = 2$

$\hat{Y}_t(l) = 69.023 + 0.3767\hat{Y}_t(l-1) + 0.3503\hat{Y}_t(l-2)$ สำหรับ $l \geq 3$

โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{248} &= 69.032 + 0.3767Y_{247} + 0.3503Y_{246} \\ &= 69.023 + (0.3767)(320) + (0.3503)(303) \\ &= 295.7079\end{aligned}$$



รูปที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันอังคารกับค่าพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ของวันพุธ

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธ โดยมีรูปแบบของอนุกรมเวลาเป็น ARIMA(1,1,1)×SARIMA$(0,0,1)_{22}$ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_{22} \varepsilon_{t-22} + \theta_1 \theta_{22} e_{t-23} + \varepsilon_t$$

โดยที่

$\hat{Y}_t(l) = 0.3176Y_t + Y_t - 0.3176Y_{t-1} - 0.9187e_t + 0.2612e_{t-21} - 0.2399e_{t-22}$ สำหรับ $l = 1$

$\hat{Y}_t(l) = 0.3176\hat{Y}_t(l-1) + \hat{Y}_t(l-1) - 0.3176Y_t + 0.2612e_{t-21+l} - 0.2399e_{t-22+l}$ สำหรับ $l = 2$

$\hat{Y}_t(l) = 0.3176\hat{Y}_t(l-2) + \hat{Y}_t(l-2) - 0.3176\hat{Y}_t(l-1) + 0.2612e_{t-21+l} - 0.2399e_{t-22+l}$

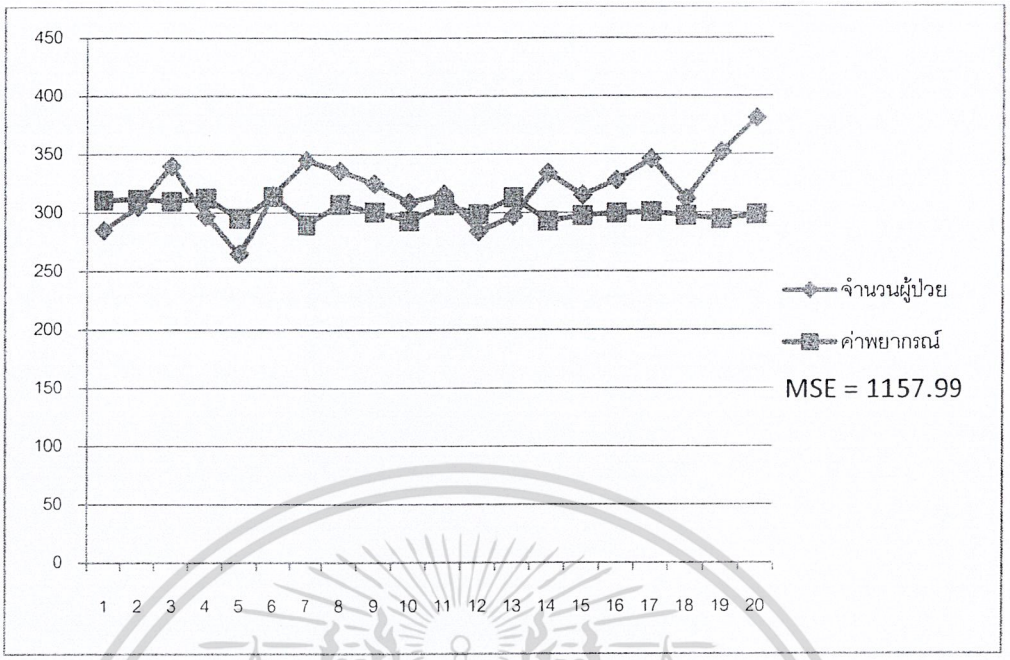
สำหรับ $l \geq 3$

โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{252} &= 0.3176Y_{251} + Y_{251} - 0.3176Y_{250} - 0.9187e_{251} + 0.2612e_{230} - 0.2399e_{229} \\ &= 0.3176(256) + 256 - 0.3176(284) - 0.9176(-42.5471) + 0.2612(87.32165) \\ &\quad -0.2399(-9.217) \\ &= 311.21\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพุธกับค่าพยากรณ์

5.1.6 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดี โดยมีรูปแบบของอนุกรมเวลาเป็น ARIMA(0,1,1) × SARIMA$(0,1,1)_{24}$ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-24} - Y_{t-25} - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_{24}\varepsilon_{t-24} + \theta_1\theta_{24}\varepsilon_{t-25} + \varepsilon_t$$

โดยที่

$$\hat{Y}_t(l) = Y_t + Y_{t-23} - Y_{t-24} - 0.7014e_t - 0.8792e_{t-23} + 0.6167e_{t-24} \quad \text{สำหรับ } l = 1$$

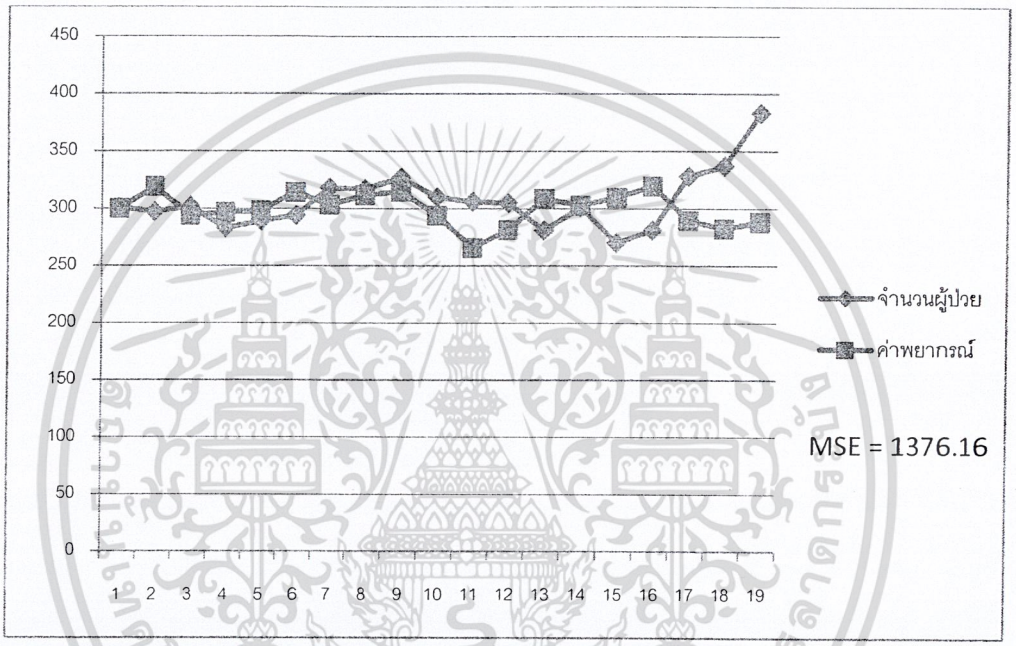
$$\hat{Y}_t(l) = \hat{Y}_t(l-1) + Y_{t-24+l} - Y_{t-25+l} - 0.8792e_{t-24+l} + 0.6167e_{t-25+l} \quad \text{สำหรับ } l \geq 2$$

โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{247} &= Y_{246} + Y_{223} - Y_{222} - 0.7014e_{246} - 0.8792e_{223} + 0.6167e_{222} \\ &= 292 + 425 - 292 - 0.7014(-10.140) - 0.8792(130.766) + 0.6167(-34.724) \\ &= 295.728\end{aligned}$$



รูปที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันพฤหัสบดีกับค่าพยากรณ์

5.1.7 อนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอก ของวันศุกร์

การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์ โดยมีรูปแบบของอนุกรมเวลาเป็น จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \theta_0 + Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \phi_2 Y_{t-2} - \phi_2 Y_{t-3} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

โดยที่ $\hat{Y}_t(l) = 0.14304 + Y_t + 0.3199Y_t - 0.3199Y_{t-1} + 0.1760Y_{t-1} - 0.1760Y_{t-2} - 0.9893e_t$

สำหรับ $l = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_t(l) = 0.14304 + \hat{Y}_t(l-1) + 0.3199\hat{Y}_t(l-1) - 0.3199Y_t + 0.1760Y_t - 0.1760Y_{t-1}$$

สำหรับ $l = 2$

$$\hat{Y}_t(l) = 0.14304 + \hat{Y}_t(l-1) + 0.3199\hat{Y}_t(l-1) - 0.3199\hat{Y}_t(l-2) + 0.1760\hat{Y}_t(l-2) - 0.1760Y_t$$

สำหรับ $l = 3$

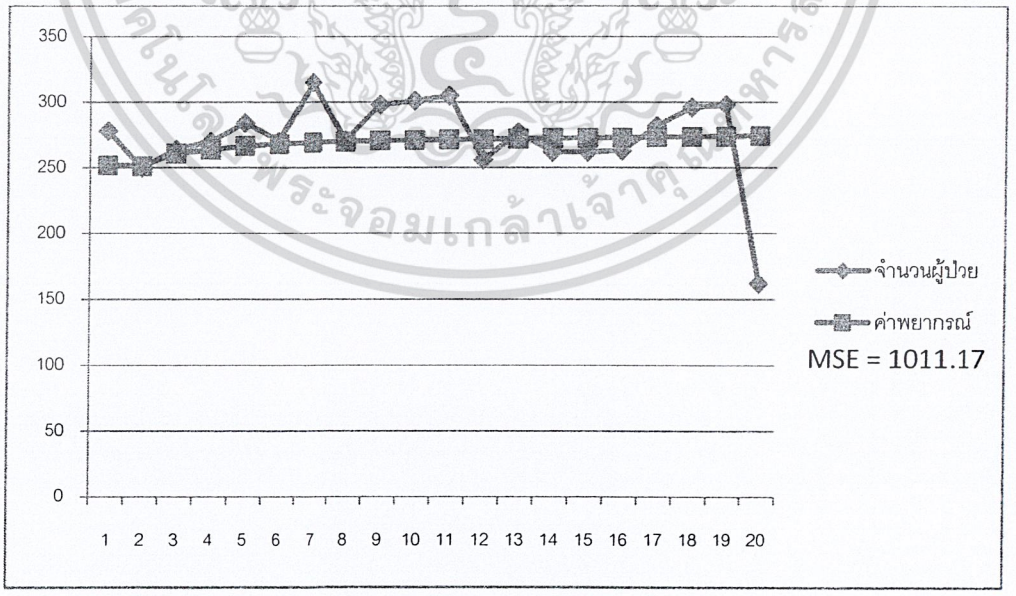
$$\hat{Y}_t(l) = 0.14304 + \hat{Y}_t(l-1) + 0.3199\hat{Y}_t(l-1) - 0.3199\hat{Y}_t(l-2) + 0.1760\hat{Y}_t(l-2) - 0.1760\hat{Y}_t(l-3)$$

สำหรับ $l \geq 4$

โดยทำการพยากรณ์ l หน่วยเวลาล่วงหน้า

การจัดตารางเข้าเวร จะต้องจัดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน จึงได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{245} &= 0.14304 + Y_{244} + 0.3199Y_{244} - 0.3199Y_{243} + 0.1760Y_{243} \\ &\quad -0.1760Y_{242} - 0.9893e_{244} \\ &= 0.14304 + 199 + 0.3199(199) - 0.3199(299) + 0.1760(299) \\ &\quad -0.1760(280) - 0.9893(-82.403) \\ &= 252.018\end{aligned}$$



รูปที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยในแผนกผู้ป่วยนอกของวันศุกร์กับค่าพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การจัดสรรจำนวนพยาบาลโดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming)

จากผลการจัดสรรจำนวนพยาบาลโดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มโดยแยกตามแผนก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนพยาบาลที่ได้จากการวิเคราะห์ กับจำนวนพยาบาลที่จัดสรรโดยหัวหน้าพยาบาลของห้องผ่าตัดเล็กและห้องคลอด

แผนก	โดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม	โดยหัวหน้าพยาบาล
	จำนวนพยาบาล	จำนวนพยาบาล
ห้องผ่าตัดเล็ก		
ช่วงเวลาเช้า 8.30 - 16.30 น.	1	2
ห้องคลอด		
ช่วงเวลาเช้า 8.30 - 16.30 น.	3	3
ช่วงเวลาบ่าย 16.30 - 00.00 น.	3	2
ช่วงเวลาดึก 00.00 - 8.30 น.	3	1

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่า การจัดสรรจำนวนพยาบาลของห้องผ่าตัดเล็กโดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มได้น้อยกว่าจำนวนพยาบาลที่หัวหน้าพยาบาลได้จัดไว้ และการจัดสรรจำนวนพยาบาลของห้องคลอดในช่วงเวลาเช้าเท่ากับจำนวนพยาบาลที่จัดโดยหัวหน้าพยาบาล แต่ในช่วงเวลาบ่าย และช่วงเวลาดึกได้มากกว่าจำนวนพยาบาลที่หัวหน้าพยาบาลได้จัดไว้ เนื่องจากเรามีข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาเช้า และคาดว่าในช่วงเวลาบ่ายและดึก จะมีจำนวนผู้ป่วยเท่ากับช่วงเวลาเช้า จึงได้ทำการจัดสรรจำนวนพยาบาลให้เท่ากับช่วงเวลาเช้า แต่ในทางปฏิบัติ หัวหน้าพยาบาลจะทำการจัดจำนวนพยาบาลในแต่ละช่วงเวลาตามประสบการณ์จึงได้จัดให้มีจำนวนพยาบาลลดลงในช่วงเวลาบ่ายและช่วงเวลาดึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนพยาบาลที่ได้จากผลการวิเคราะห์ กับจำนวนพยาบาลที่จัดสรรโดยหัวหน้าพยาบาล ในแผนกผู้ป่วยนอกของวันจันทร์ถึงวันศุกร์

วัน	โดยการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม	โดยหัวหน้าพยาบาล
	จำนวนพยาบาล	จำนวนพยาบาล
จันทร์	6	5
อังคาร	6	5
พุธ	6	5
พฤหัสบดี	6	5
ศุกร์	5	5

จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นว่า การจัดสรรจำนวนพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอก ตั้งแต่ วันจันทร์ถึงวันศุกร์มีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนพยาบาลที่หัวหน้าพยาบาลได้จัดไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในทางปฏิบัติจำนวนพยาบาลที่ปฏิบัติงานในแผนกต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลาอาจแตกต่างกันตามขนาดและที่ตั้งของโรงพยาบาล ควรศึกษาข้อจำกัดอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อให้การจัดสรรจำนวนพยาบาลมีความเหมาะสมมากขึ้น

2. สำหรับปัญหาพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ซึ่งเทคนิคการพยากรณ์มีประโยชน์อย่างมากในการคาดการณ์จำนวนผู้ป่วยที่จะเข้ามารับบริการล่วงหน้า ซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในแผนกอื่นๆ และโรงพยาบาลอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญญารัตน์ บุษบรรณ และคณะ. (2540). **ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนคนไข้ที่ทำการรักษาและจำนวนคนไข้ในที่จำหน่ายของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ 3 โรงพยาบาล ได้แก่ โรงพยาบาลราชวิถี โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ และโรงพยาบาลศิริราช.** ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กฤษดา แสวงดี . (2545). **แนวทางการจัดอัตรากำลังทางการพยาบาล.**กรุงเทพฯ : กองการพยาบาล สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

ประกอบ จิรกิติ . (2535). **การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม.** กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ปรียาภรณ์ ธรรมชูเชาวรัตน์ และคณะ. (2549). **การสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับการวางแผนการผลิตไม้ดอกชวนชมในแต่ละขนาดและสายพันธุ์ต่างๆ.** ปัญหาพิเศษวิทยศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมศรี บัณฑิตวิไล. (2546). **เอกสารประกอบการเรียนวิชาอนุกรมเวลาและดัชนี.** คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มณฑล ใจกุศล และคณะ. (2546). **การวิจัยดำเนินงาน.** คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคณะ.(2548). **เทคนิคการพยากรณ์.** กรุงเทพฯ: โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

อาจารย์นายแพทย์วิฑูร แสงสิงแก้ว และคณะ. (2527). **การบริหารโรงพยาบาล 1**. กรุงเทพฯ : บริษัทสารมวลชนจำกัด. น.313-324

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ไพลิน ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์ และคณะ. (2550). **การจัดการบุคลากรทางการแพทย์ต่อผู้ป่วย**.ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โรงพยาบาลอ่าวลึก. [ออนไลน์]. สืบค้นได้จาก :http://www.kbo.moph.go.th/~aoluk/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2553)

ข้อมูลหน่วยบริการโรงพยาบาลแวงน้อย. [ออนไลน์]. สืบค้นได้จาก :http://www.wnhospital.net/html/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=48 (สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการบริการของห้องผ่าตัดเล็ก ห้องคลอด และแผนกผู้ป่วยนอก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ.2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องผ่าตัดเล็ก

ปี / เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553
มกราคม	9	4	2	0	2	0
กุมภาพันธ์	26	26	10	0	0	4
มีนาคม	25	50	25	0	0	6
เมษายน	15	30	0	0	0	4
พฤษภาคม	11	22	2	1	9	8
มิถุนายน	9	18	3	0	14	6
กรกฎาคม	6	10	5	0	8	1
สิงหาคม	2	2	0	0	5	1
กันยายน	2	1	0	0	7	1
ตุลาคม	13	9	0	0	5	
พฤศจิกายน	7	1	0	0	3	
ธันวาคม	6	0	2	0	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของห้องคลอด

ปี / เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553
มกราคม	46	62	55	54	46	43
กุมภาพันธ์	33	42	42	38	40	46
มีนาคม	54	37	42	35	44	52
เมษายน	45	46	47	60	35	37
พฤษภาคม	39	56	60	50	47	50
มิถุนายน	36	44	58	42	45	66
กรกฎาคม	54	48	37	42	55	53
สิงหาคม	52	50	47	51	50	54
กันยายน	47	64	43	53	49	48
ตุลาคม	46	41	39	62	52	
พฤศจิกายน	43	41	39	41	52	
ธันวาคม	45	48	41	39	47	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของแผนกผู้ป่วยนอกปี พ.ศ. 2548

เดือน / วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	หยุด	223	194	155	69	218	235	188	237	79	194	220
2	หยุด	176	191	64	130	254	92	222	225	58	167	260
3	หยุด	191	228	57	123	187	83	212	86	149	186	102
4	230	206	153	166	223	92	227	187	60	204	222	79
5	166	107	56	237	หยุด	65	234	214	238	189	98	หยุด
6	222	74	47	หยุด	274	253	197	95	273	191	72	286
7	156	213	192	254	92	260	221	57	203	221	218	237
8	63	178	214	169	78	224	231	232	225	78	210	214
9	47	196	198	78	หยุด	252	94	217	282	60	202	246
10	188	180	216	51	226	306	72	203	87	222	216	หยุด
11	225	221	157	203	100	122	หยุด	224	61	228	215	64
12	208	85	65	251	182	95	หยุด	หยุด	257	199	92	หยุด
13	197	66	53	หยุด	175	272	231	90	236	204	66	275
14	220	211	175	หยุด	78	352	246	62	244	177	220	228
15	65	240	176	หยุด	70	277	270	224	218	94	260	208
16	62	216	177	48	185	268	95	241	310	74	195	153
17	187	188	185	41	237	215	หยุด	254	82	198	238	95
18	222	244	122	229	225	103	239	216	62	206	236	58
19	197	69	71	218	หยุด	101	231	206	191	221	95	216
20	215	71	67	156	165	279	216	75	225	226	76	273
21	153	หยุด	161	292	97	280	119	55	236	218	228	212
22	77	205	213	175	76	279	113	232	200	74	260	206
23	78	61	176	93	89	277	99	227	215	หยุด	234	188
24	188	228	211	72	302	257	92	237	100	หยุด	277	104
25	203	154	151	232	281	121	266	221	50	258	218	73
26	224	72	83	227	252	87	232	290	198	247	81	224
27	211	63	57	242	208	286	273	88	217	228	65	239
28	202	205	208	237	102	316	254	73	243	189	242	265
29	57	0	188	158	96	340	229	218	295	83	231	102
30	62	0	192	75	249	282	109	228	178	59	354	246
31	184	0	219	0	310	0	72	363	0	191	0	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-4 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของแผนกผู้ป่วยนอกปี พ.ศ. 2549

เดือน / วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	หยุด	185	195	96	160	226	97	239	188	77	198	223
2	หยุด	252	227	71	249	192	92	246	91	178	227	132
3	130	233	253	229	292	101	221	229	83	193	184	95
4	303	87	97	237	219	103	221	228	202	198	89	250
5	241	77	86	240	หยุด	223	246	83	237	197	72	หยุด
6	256	202	207	หยุด	0	303	210	102	210	177	193	265
7	77	235	232	257	78	231	200	214	196	96	179	202
8	70	197	187	79	254	233	105	268	285	85	192	198
9	144	163	175	63	340	หยุด	85	226	110	184	202	97
10	216	194	162	250	217	113	หยุด	257	86	202	197	หยุด
11	268	80	91	224	หยุด	83	หยุด	233	206	199	95	หยุด
12	201	71	71	202	หยุด	207	238	หยุด	236	220	60	295
13	155	หยุด	213	หยุด	73	245	245	99	244	245	191	240
14	69	280	243	หยุด	70	218	221	หยุด	193	92	210	215
15	79	265	226	หยุด	271	241	113	195	204	81	239	232
16	186	241	244	77	230	234	86	251	88	186	186	99
17	262	198	232	หยุด	233	77	219	208	101	212	192	45
18	238	109	92	286	205	93	272	216	224	249	101	229
19	194	69	85	97	227	194	213	77	292	150	72	251
20	240	187	218	261	80	287	201	59	หยุด	193	227	237
21	70	195	217	268	69	236	224	210	205	102	231	203
22	76	211	240	89	177	245	98	238	120	73	228	225
23	203	248	217	59	252	200	80	228	99	หยุด	209	97
24	180	240	218	202	225	79	234	229	75	227	238	67
25	325	89	106	261	226	67	266	179	203	252	123	196
26	210	67	78	290	217	214	231	104	248	222	94	211
27	193	184	204	250	96	265	241	73	222	221	225	175
28	85	288	265	201	90	257	214	198	234	91	219	236
29	61	0	290	95	205	219	99	202	242	60	242	192
30	230	0	260	126	225	225	65	225	109	169	211	72
31	241	0	207	0	300	0	219	144	0	262	0	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-5 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของแผนกผู้ป่วยนอกปี พ.ศ. 2550

เดือน / วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	หยุด	223	212	62	180	60	83	325	94	231	287	138
2	หยุด	215	252	243	212	8	255	269	105	269	253	113
3	237	88	หยุด	235	221	9	268	226	274	246	92	279
4	212	75	59	236	201	17	247	125	294	257	80	283
5	220	235	หยุด	211	หยุด	68	252	98	281	235	220	หยุด
6	64	244	307	หยุด	101	71	218	270	325	98	217	286
7	88	251	222	99	หยุด	95	100	301	248	107	221	238
8	256	266	246	92	276	101	93	274	113	255	227	123
9	243	234	208	317	234	16	249	288	93	235	235	92
10	249	108	94	224	หยุด	14	246	239	263	233	97	หยุด
11	236	85	93	257	274	45	268	155	296	163	58	281
12	216	247	233	220	100	65	280	หยุด	318	282	259	292
13	82	236	235	หยุด	81	86	236	หยุด	271	126	197	270
14	84	236	225	หยุด	297	97	92	291	224	98	275	217
15	206	208	225	หยุด	255	83	91	255	100	250	260	118
16	219	186	225	หยุด	297	12	217	234	67	277	219	93
17	239	89	65	หยุด	238	11	259	219	197	299	105	250
18	239	93	71	275	262	29	274	96	275	255	76	244
19	242	225	219	254	135	66	249	หยุด	303	286	185	286
20	116	244	246	271	59	80	223	หยุด	285	105	252	239
21	84	232	265	80	271	94	108	285	241	100	303	232
22	234	204	249	57	234	73	92	293	107	282	239	117
23	202	204	216	205	221	10	312	239	97	หยุด	215	95
24	212	97	88	217	242	11	245	238	246	266	64	หยุด
25	233	78	53	231	257	37	251	104	336	292	75	256
26	209	209	210	231	112	28	237	106	277	272	192	268
27	130	217	248	222	121	26	225	245	287	79	215	290
28	81	244	260	77	296	62	138	268	292	72	228	170
29	238	0	241	64	71	35	132	294	137	257	226	100
30	244	0	218	217	87	9	154	276	93	257	221	96
31	254	0	87	0	หยุด	0	หยุด	237	0	103	0	หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-6 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของแผนกผู้ป่วยนอกปี พ.ศ. 2551

เดือน / วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	หยุด	244	74	215	259	123	274	242	223	231	118	294
2	273	112	หยุด	205	229	260	232	125	248	246	91	261
3	283	84	212	37	154	278	247	85	251	236	232	259
4	240	249	273	0	102	251	268	231	237	115	263	264
5	143	279	273	3	หยุด	281	100	244	238	100	271	หยุด
6	106	245	281	หยุด	241	269	112	261	120	249	307	114
7	298	249	217	หยุด	265	112	226	215	88	231	267	101
8	282	230	114	0	278	108	309	207	245	285	144	266
9	287	108	104	0	หยุด	306	269	129	256	255	105	330
10	229	103	252	0	87	264	249	98	257	222	232	หยุด
11	269	280	237	0	91	194	245	300	208	107	254	311
12	131	236	281	0	238	270	108	หยุด	245	85	244	282
13	107	315	269	หยุด	236	253	119	329	94	241	271	111
14	235	308	222	หยุด	266	120	264	240	109	224	252	119
15	257	262	115	หยุด	229	82	237	258	227	236	109	261
16	322	128	120	หยุด	239	209	219	116	223	269	102	282
17	260	104	224	343	90	275	หยุด	103	237	254	246	307
18	242	290	207	255	94	288	หยุด	254	249	126	288	293
19	121	285	285	128	หยุด	220	139	268	243	83	250	282
20	111	295	250	88	245	243	141	281	114	299	267	133
21	234	หยุด	226	306	247	121	271	244	110	250	245	112
22	281	246	97	264	252	102	255	268	242	339	117	289
23	252	128	96	275	234	261	241	125	239	หยุด	112	266
24	241	91	243	264	126	294	266	92	254	277	241	293
25	241	212	216	223	113	257	257	282	242	113	260	248
26	128	252	243	142	245	287	103	266	233	115	258	187
27	82	242	228	104	265	213	94	320	100	210	255	107
28	245	252	246	261	240	101	249	252	70	224	234	100
29	243	214	121	227	222	132	269	213	147	250	104	299
30	226	0	77	271	259	249	238	105	209	257	112	239
31	226	0	192	0	126	0	240	109	0	223	0	หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-7 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของแผนกผู้ป่วยนอกปี พ.ศ. 2552

เดือน / วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	หยุด	105	107	253	239	310	348	176	284	254	114	299
2	หยุด	273	252	264	131	294	292	157	276	263	242	302
3	128	293	297	276	110	310	315	359	316	127	หยุด	279
4	111	245	247	116	289	313	164	334	289	116	281	246
5	311	263	273	104	หยุด	304	147	359	117	243	295	หยุด
6	308	245	238	หยุด	315	158	หยุด	332	126	294	261	102
7	302	127	126	279	281	160	หยุด	350	301	282	125	หยุด
8	318	116	112	300	หยุด	346	หยุด	144	323	295	102	321
9	272	หยุด	208	269	120	347	425	140	351	275	297	303
10	115	310	282	หยุด	132	337	375	374	323	123	265	หยุด
11	118	294	247	131	หยุด	306	147	395	293	128	300	280
12	240	271	300	127	388	282	115	หยุด	132	261	329	104
13	231	274	274	หยุด	288	163	399	375	124	280	254	87
14	256	116	136	หยุด	286	130	359	363	264	327	122	292
15	244	128	123	หยุด	309	302	399	175	319	345	110	300
16	268	235	268	หยุด	136	260	368	182	268	233	254	312
17	115	277	290	หยุด	128	332	339	342	250	156	320	273
18	110	255	258	159	301	311	188	354	220	116	305	299
19	286	243	260	126	291	301	143	340	129	284	268	97
20	222	256	239	338	307	162	320	363	131	293	284	110
21	279	144	126	326	257	153	324	310	310	306	130	281
22	278	109	115	309	269	312	320	142	317	334	115	303
23	222	258	268	246	164	343	352	143	324	หยุด	261	284
24	100	267	260	268	139	369	355	285	271	151	281	292
25	103	261	314	150	283	334	179	348	273	124	316	199
26	259	244	291	121	268	298	153	342	140	270	317	108
27	240	239	260	312	312	206	371	346	136	287	274	107
28	331	101	131	285	289	124	358	330	240	356	131	351
29	267	0	117	283	295	373	407	155	320	266	129	320
30	217	0	215	282	162	322	374	129	304	296	267	256
31	123	0	326	0	149	0	313	277	0	119	0	หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-8 ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการของแผนกผู้ป่วยนอกปี พ.ศ. 2553

เดือน / วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1	หยุด	265	หยุด	281	132	334	276	133	357
2	94	287	360	277	115	381	250	315	359
3	115	265	325	136	254	345	137	355	331
4	274	289	327	117	319	307	135	341	160
5	326	284	298	326	หยุด	153	326	304	121
6	285	131	140	หยุด	328	127	307	265	310
7	301	115	127	334	282	328	393	178	375
8	278	258	291	301	124	347	394	144	384
9	99	311	290	262	120	332	254	374	339
10	121	315	309	117	294	301	122	317	269
11	280	294	310	105	320	238	110	349	155
12	311	270	301	266	346	159	371	หยุด	145
13	305	131	139	หยุด	หยุด	130	386	หยุด	338
14	297	134	125	หยุด	296	306	452	201	344
15	250	298	316	หยุด	116	319	374	170	353
16	121	317	321	หยุด	122	364	260	334	328
17	116	345	316	147	285	314	157	392	346
18	291	318	306	107	290	274	150	359	134
19	299	315	305	364	312	179	319	388	130
20	340	130	132	276	337	137	335	357	363
21	302	123	110	315	298	291	357	184	319
22	264	292	287	270	133	285	355	127	354
23	103	329	300	262	125	583	290	374	309
24	113	336	284	142	286	608	130	391	293
25	234	317	305	106	312	318	123	364	143
26	330	271	256	277	352	134	หยุด	370	143
27	297	138	127	377	383	128	หยุด	357	277
28	283	129	105	328	162	474	416	163	329
29	270	0	273	281	172	271	316	139	356
30	132	0	278	263	หยุด	308	326	352	287
31	99	0	297	0	319	0	144	383	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้