สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคายางพาราโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

A COMPARISON OF RUBBER PRICE MODELS : BOX-JENKINS METHOD, TRANSFER FUNCTION METHOD AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

T060535

พรทิพย์ ฉัตรชัยพันธ์

PORNTIP CHATCHAIPUN

QW.
W899n
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 60535
วัน,เดือน,ปี - 3 ก.ค. 2549

b 11587246
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1743-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A COMPARISON OF RUBBER PRICE MODELS : BOX-JENKINS METHOD, TRANSFER FUNCTION METHOD AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

PORNTIP CHATCHAIPUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN APPLIED STATISTICS

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

ISBN 974-15-1743-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคายางพาราโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นางสาวพรทิพย์ ฉัตรชัยพันธ์
รหัสประจำตัว	45064159
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถิติประยุกต์
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ราคายางแผ่นดิบและราคาน้ำยางสด มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี คือวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีโดยใช้ค่าสถิติวัดความถูกต้อง 2 ค่า ได้แก่ (1) รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) และ (2) เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) รวมทั้งใช้การตรวจสอบความเอนเอียงเป็นเกณฑ์ร่วมในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลราคายางพาราจากสถาบันวิจัยยาง และอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยจากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน

ผลการเปรียบเทียบพบว่า

(1) ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 เมื่อพิจารณาอนุกรมเวลาเพียง 1 ชุด พบว่า วิธีที่เหมาะสมคือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และเมื่อนำอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยร่วมพิจารณาพบว่าวิธีที่เหมาะสมคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

(2) ราคายางแผ่นดิบ เมื่อพิจารณาอนุกรมเวลาเพียง 1 ชุด พบว่า วิธีที่เหมาะสมคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และเมื่อนำอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยร่วมพิจารณาพบว่าวิธีที่เหมาะสมคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

(3) ราคาน้ำยางสด เมื่อพิจารณาอนุกรมเวลาเพียง 1 ชุด พบว่า วิธีที่เหมาะสมคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และเมื่อนำอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยร่วมพิจารณาพบว่าวิธีที่เหมาะสมคือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

และเมื่อตรวจสอบความเอนเอียงพบว่าทุกตัวแบบให้ค่าพยากรณ์ที่ไม่มีความเอนเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	A Comparisons of Rubber Price Models : Box-Jenkins Method, Transfer Function Method and Artificial Neural Networks
Student	Miss Porntip Chatchaipun
Student ID	45064159
Degree	Master of Science
Programe	Applied Statistics
Year	2005
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Walailak Atthirawong

ABSTRACT

This thesis attempted to identify time series forecasting model of Rubber Smoked Sheet Price, Rubber Sheet Price and Field Latex Price. The main objectives were two folds. The first objective was to make a comparison of three forecasting models namely : Box-Jenkins method, Transfer Function method and Artificial Neural Networks. The second objective was to compare the forecasting accuracy using Root Mean Squared Error (RMSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Furthermore, Bias test was employed to check whether the forecast values of each model yield unbias estimator or not. A set of rubber price data was extracted from the Rubber Research Institute and a set of Yen currencies exchange rate data was extracted from Bank of Thailand between January 3rd, 2001 and December 29th, 2003 which equal to 733 days.

The results of the study were as follows :

(1) For Rubber Smoked Sheet Prices, when taking only one time series data set into consideration, Box-Jenkins method yielded the most accurate forecasting values. When taking both time series data set of Yen currencies exchange rate and Rubber Smoked Sheet Price into consideration, Artificial Neural Networks yielded the most accurate forecasting.

(2) For Rubber Sheet Price, when taking only one time series data set into consideration, Artificial Neural Networks yielded the most accurate forecasting values.When taking both time series data set of Yen currencies exchange rate and Rubber Sheet Price into consideration, Artificial Neural Networks yielded the most accurate forecasting.

(3) For Field Latex Price, when taking only one time series data set into consideration, Artificial Neural Networks yielded the most accurate forecasting values. When taking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

both time series data set of Yen currencies exchange rate and Field Latex Prices into consideration, Artificial Neural Networks yielded most accurate forecasting. Finally, it was also found that all models yielded unbiased forecast.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ เนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษา ตรวจทาน ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดี ด้วยความเมตตาตลอดเวลาที่ได้ทำงานวิจัยชิ้นนี้จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวความคิด และคำแนะนำอันมีค่าเพื่อเป็นแนวทางในการเขียนวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล ดร.ธนกรณ์ แน่นหนา ตลอดจนคณาจารย์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องๆ ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนของผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจตลอดเวลาที่ทำงานวิจัยนี้

พรทิพย์ ฉัตรชัยพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....5

1.3 ขอบเขตจำกัดของการศึกษา.....5

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....8

1.7 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....8

2.1.1 วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์.....8

2.1.2 วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน.....19

2.1.2 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....25

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....37

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....41

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล.....41

3.2 ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น.....41

3.3 หาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม.....41

3.4 การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์.....45

3.5 วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....47

4.1 ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์.....48

4.1.1 วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์.....48

4.1.2 วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน.....60

4.1.3 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....71

4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบ.....91

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....96

5.1 สรุปผลการวิจัย.....96

5.2 อภิปรายผล.....99

5.3 ข้อเสนอแนะ.....100

บรรณานุกรม.....101

ภาคผนวก.....104

ประวัติผู้เขียน.....121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2529 พ.ศ. 2533 และพ.ศ. 2539.....2

1.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทย ปี 2541 – 2546.....3

2.1 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าประมาณความคลาดเคลื่อน
มาตรฐานของพารามิเตอร์.....17

4.1 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0).....50

4.2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0) หลังปรับตัวแบบ.....50

4.3 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA(1,1,0).....50

4.4 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(2,1,0).....54

4.5 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(2,1,0) หลังปรับตัวแบบ.....55

4.6 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA(2,1,0).....55

4.7 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(3,1,0).....59

4.8 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(3,1,0) หลังปรับตัวแบบ.....59

4.9 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA(3,1,0).....59

4.10 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,2,0).....63

4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน
ของราคายางแผ่นรมควันชั้น3.....65

4.12 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันราคายางแผ่นดิบ.....68

4.13 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันราคาน้ำยางสด.....71

4.14 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่าย
ประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1.....72

4.15 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่าย
ประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2.....73

4.16 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่าย
ประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3.....74

4.17 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1.....75

4.18 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2.....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.19 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 77

4.20 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1 78

4.21 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 79

4.22 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 80

4.23 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1 82

4.24 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 83

4.25 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 84

4.26 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1 85

4.27 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 86

4.28 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 87

4.29 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1 88

4.30 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 89

4.31 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.32 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3.....92
4.33 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ.....92
4.34 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด.....93
4.35 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ระหว่าง วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....94
4.36 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ระหว่าง วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า.....94
4.37 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบระหว่าง วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....94
4.38 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ ระหว่าง วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า.....94
4.39 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสดระหว่าง วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.....95
4.40 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด ระหว่าง วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า.....95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงส่วนประกอบและโครงสร้างของเซลล์ประสาท....26

2.2 แสดงลักษณะของโหนดภายในโครงสร้างของเซลล์ประสาทเทียม....27

2.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบชั้นเดียว....28

2.4 แสดงลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบหลายชั้น....29

2.5 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้า....30

2.6 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ....31

4.1 แสดงราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546....47

4.2 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3....48

4.3 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3....49

4.4 แสดงราคายางแผ่นดิบ ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546....51

4.5 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นดิบ....52

4.6 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นดิบ....53

4.7 แสดงราคาน้ำยางสด ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546....56

4.8 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคาน้ำยางสด....57

4.9 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคาน้ำยางสด....58

4.10 แสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย ระหว่าง วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546....60

4.11 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 2 ของอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย....61

4.12 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 2 ของอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.13 แสดง SCC ของส่วนเหลืออนุกรมเวลา α_t และ β_t ของ
อนุกรมเวลาราคายางแผ่นรมควันชั้น 3.....63
4.14 แสดง ACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3.....64
4.15 แสดง PACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3.....64
4.16 แสดง SCC ของส่วนเหลืออนุกรมเวลา α_t และ β_t
ของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบ.....66
4.17 แสดง ACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นดิบ.....67
4.18 แสดง PACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นดิบ.....67
4.19 แสดง SCC ของส่วนเหลืออนุกรมเวลา α_t และ β_t
ของอนุกรมเวลาราคาน้ำยางสด.....69
4.20 แสดง ACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคาน้ำยางสด.....70
4.21 แสดง PACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคาน้ำยางสด.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งจะเห็นได้จากการส่งสินค้าออกในอดีตที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นสินค้าเกษตรถึงร้อยละ 75 (กรมเศรษฐกิจการเกษตร, 2520:3) สินค้าเกษตรที่มีบทบาทในการทำรายได้เข้าประเทศ เช่น ข้าว ยางพารา ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง น้ำตาล ข้าวโพด กุ้งและอาหารทะเลกระป๋อง เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์จากยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจที่ก่อให้เกิดทั้งการจ้างงานและการกระจายรายได้มาโดยตลอด นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์จากยางพารายังเป็นสินค้าที่มีส่วนสร้างความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันให้แก่มนุษยชาติโดยทั่วไป ยางพาราเป็นพืชที่ให้น้ำยางที่นำไปแปรรูปผ่านขบวนการการผลิตตามขั้นตอน ซึ่งก่อให้เกิดอุตสาหกรรมผลิตสินค้า บริการ การจ้างงาน เช่น โรงรมควันยาง โรงงานยางแท่ง โรงงานทำยางข้น โรงงานทำยางรถยนต์ เป็นต้นยางพาราที่ผ่านการแปรรูปแล้วจะเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในวงการอุตสาหกรรม โดยวัตถุดิบเหล่านี้อยู่ในรูปของยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง หรือน้ำยางข้น ซึ่งจะถูกแปรสภาพเป็นส่วนประกอบของยานพาหนะ เช่น ยางรถยนต์ สายพาน และส่วนประกอบในอาคารบ้านเรือน เป็นต้น นอกจากนี้ต้นยางที่แก่และหมดอายุการกรีดแล้วสามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ใช้ทำเครื่องเฟอร์นิเจอร์ ใช้ทำฟืน เผาถ่าน และถังบรรจุสินค้าได้

การส่งออกยางพาราของไทยในตลาดต่างประเทศเริ่มครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2453 เป็นจำนวน 13 ลองตัน (13.3 ตัน) ซึ่งช่วงนั้นไทยมีอันดับส่งออกที่ 36 ในจำนวนประเทศที่ส่งออกทั้งหมด 42 ประเทศ และในปี พ.ศ. 2534 ประเทศไทยส่งออกยางพารา 1,231,900 ตัน เป็นอันดับหนึ่งของโลก รองลงมาคือ ประเทศอินโดนีเซียส่งออก 1,220,000 ตัน และประเทศมาเลเซียส่งออก 1,041,200 ตัน รวมปริมาณการส่งออกของทั้งสามประเทศ คิดเป็นร้อยละ 88.44 ของปริมาณการส่งของทั่วโลก และในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยยังคงครองความเป็นผู้ส่งออกยางพาราเป็นอันดับหนึ่งของโลก

จากรายงานสถิติยางพาราประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2544 สถาบันวิจัยยางพบว่าประเทศไทยมีผลผลิตยางแยกตามประเภทเป็น ยางแผ่นรมควันมีการผลิต 1,123,638 เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 47.89 รองลงมาเป็นยางแท่งมีการผลิต 827,409 เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 35.26 และน้ำยางข้นมีการผลิต 292,192 เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 12.52 ที่เหลือเป็นยางชนิดอื่นๆ ทางด้านปริมาณการส่งออกแยกตามประเภทเป็น ยางแผ่นรมควันมีการส่งออก 1,006,144 เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 46.45 รองลงมาเป็นยางแท่งมีการส่งออก 808,475 เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 37.32 และน้ำยางข้นมีการส่งออก 284,671 เมตริกตัน คิดเป็นร้อยละ 13.14 ที่เหลือเป็นยางชนิดอื่นๆ สำหรับมูลค่ายางส่งออกแยกตามประเภทเป็น ยางแผ่นรมควันมีมูลค่า 25,129.90 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 47.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมาเป็นยางแท่งมีมูลค่า 20,885.44 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 39.25 และน้ำยางข้นมีมูลค่า 7,066.60 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 13.28 ที่เหลือเป็นยางชนิดอื่นๆ (สถาบันวิจัยยาง, 2545)

ตารางที่ 1.1 พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2529 พ.ศ. 2533 และพ.ศ. 2539

(หน่วย : ไร่)

จังหวัด	ปี 2529	ปี 2533	ปี 2539
1. ประจวบคีรีขันธ์	3,397	5,563	2,819
2. ชุมพร	145,739	188,942	318,709
3. ระนอง	26,599	75,804	79,935
4. สุราษฎร์ธานี	1,117,510	1,325,183	1,662,643
5. นครศรีธรรมราช	1,467,727	1,466,229	146,104
6. พังงา	553,415	485,464	617,817
7. ภูเก็ต	106,645	110,634	108,302
8. กระบี่	646,645	507,078	621,997
9. ตรัง	963,425	1,061,592	1,059,294
10. พัทลุง	552,066	556,740	513,369
11. สงขลา	1,623,704	1,650,244	1,650,178
12. สตูล	254,779	256,058	281,290
13. ยะลา	934,308	907,545	945,105
14. ปัตตานี	354,450	245,689	271,153
15. นราธิวาส	935,591	870,973	890,127
16. ชลบุรี	27,501	23,143	121,274
17. ฉะเชิงเทรา	4,532	8,181	16,597
18. ระยอง	397,816	606,696	639,790
19. จันทบุรี	396,918	263,237	527,569
20. ตราด	253,361	183,126	198,035
21. สระแก้ว	-	-	4,180
22. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด	-	193,533	400,780
รวม	10,766,128	10,986,660	12,562,438

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทย ปี 2541 – 2546

ปี	ปริมาณการส่งออก (ตัน)	มูลค่าการส่งออก (ล้านบาท)
2541	1,998,247	55,413.46
2542	2,031,166	43,937.37
2543	2,542,071	60,742.75
2544	2,548,992	58,700.36
2545	2,785,665	74,606.18
2546	3,107,766	115,826.76

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2545

ในอนาคตประเทศไทยอาจยังคงเป็นผู้ผลิตและส่งออกอันดับต้นๆของโลก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้วิธีการทางสถิติเพื่อศึกษาและพยากรณ์ราคายางพารา เพื่อจะได้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงราคายางพาราและเป็นข้อมูลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการรักษาเสถียรภาพของราคาและการกำหนดนโยบายการผลิตยางพาราต่อไป

เทคนิคการพยากรณ์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม (Traditional Statistical Method) และเทคนิคการพยากรณ์แบบใหม่ (Modern Statistical Method) เทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (Multiple Regression Analysis) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) วิธีวินเทอร์ (Winter's Method) วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) และวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer Function Method) ส่วนเทคนิคการพยากรณ์แบบใหม่ ได้แก่ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) และวิธีแก้ปัญหาเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) (Delurgio, 1998) วิธีการพยากรณ์ในกลุ่มแรกเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ส่วนวิธีการพยากรณ์ในกลุ่มที่ 2 เป็นวิธีการที่เริ่มได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน

ปัจจุบันเทคนิคการพยากรณ์แบบใหม่ที่ได้รับความสนใจนำมาศึกษาวิจัยมากที่สุดคือวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Westheider, 1997) ถึงแม้ว่าการประยุกต์ใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการพยากรณ์ได้รับการพัฒนาในระยะเวลาไม่นานนัก แต่การศึกษาวิจัยโครงข่ายประสาทเทียมมีประวัติย้อนหลังไปถึงต้นทศวรรษ 1940 แนวคิดหลักของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมคือ การพยายามทำให้ระบบคอมพิวเตอร์มีความสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์เช่นเดียวกับมนุษย์ และสามารถเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับให้กลายเป็นองค์ความรู้ (Knowledge) สะสมไว้ในโครงข่ายประสาทเทียม องค์ความรู้ที่ได้นั้นสามารถนำมาหาคำตอบของปัญหาที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันได้ การพยากรณ์โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแตกต่างจากวิธีการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบดั้งเดิม เนื่องจากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่ขึ้นกับรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล และสามารถใช้กับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ (Imperfect) หรือไม่ครบถ้วน (Incomplete) ในการหาค่าพยากรณ์ได้ จุดเด่นอีกประการหนึ่งของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมคือให้ความถูกต้องในการทำนายที่สูงกว่าวิธีการพยากรณ์แบบอื่นๆเมื่อข้อมูลมีรูปแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Makridakis, 1998)

เทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิมมีอยู่หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ให้ความถูกต้อง (Accuracy) สูงและใช้ได้กับอนุกรมเวลาทุกลักษณะ ได้แก่ วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้พยากรณ์จะต้องมีความชำนาญทางด้านสถิติ เพราะผู้พยากรณ์ต้องมีความรู้เกี่ยวกับรูปแบบ ARMA (Autoregressive Moving Average Models) ที่จะกำหนดให้กับอนุกรมเวลาและใช้เวลาในการคำนวณเพื่อหาสมการพยากรณ์และค่าพยากรณ์มาก สำหรับวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน เป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์โดยให้ความสำคัญกับอนุกรมเวลาอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอนุกรมเวลาที่จะพยากรณ์ ซึ่งทั้งวิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันได้ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ส่วนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นเทคนิคการพยากรณ์สมัยใหม่ที่เริ่มได้รับความนิยมสูงแต่ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย ทั้ง 3 วิธีต่างให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูง จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคายางพาราจากทั้ง 3 วิธี ว่าวิธีใดจะมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากกว่ากัน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา (1) ราคาน้ำยางสด (2) ราคายางแผ่นดิบ และ(3) ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) โดยใช้ราคา ณ ตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่เป็นตัวแทน ซึ่งน้ำยางสดและยางแผ่นดิบเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3)เนื่องจากยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) เป็นยางที่ประเทศไทยส่งออกมากที่สุด นอกจากนั้นแล้วในการศึกษาครั้งนี้ได้นำอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเมื่อเทียบกับเงินบาทไทยซึ่งเป็นอนุกรมเวลาอีกชุดหนึ่งเข้ามาร่วมพิจารณาในการพยากรณ์ด้วยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยจะศึกษาว่าอนุกรมเวลาดังกล่าวสามารถให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูงขึ้นกว่าวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ซึ่งใช้เพียงข้อมูลเดิมในอดีตหรือไม่ เหตุผลที่เลือกอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเข้ามาเป็นตัวแทนร่วมในการพิจารณาในการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีเนื่องจากการศึกษาของสถาบันวิจัยยาง(2545) พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อตลาดและราคายางพาราของประเทศไทยปัจจัยหนึ่งคืออัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเมื่อเทียบกับเงินบาทไทย

สำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์นั้นตรวจสอบโดย (1) วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ (Accuracy) ค่าสถิติที่ใช้วัดความถูกต้องมี 2 ค่าได้แก่ รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) (2) การทดสอบความเอนเอียง (Bias Test) ระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโดยใช้สมการถดถอยของค่าสังเกตบนค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของการพยากรณ์แต่ละวิธีโดยใช้วิธีทางสถิติสำหรับการพยากรณ์ราคายางพารา ซึ่งประกอบด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ (1) วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ (2) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคายางพารา ระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ (1) วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (2) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ตรวจสอบโดย

1.2.3.1 วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ค่าสถิติที่ใช้วัดความถูกต้องมี 2 ค่า ได้แก่ รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

1.2.3.2 การทดสอบความเอนเอียง (Bias Test) ระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโดยใช้สมการถดถอยของค่าสังเกตบนค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ เก็บรวบรวมจากสถาบันวิจัยยาง ซึ่งประกอบด้วย ราคาน้ำยางสด ราคายางแผ่นดิบ และราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นราคา ณ ตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่ ซึ่งเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน และเก็บรวบรวมอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยจากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน

1.3.2 วิธีการพยากรณ์ที่นำมาศึกษาวิจัยครั้งนี้มี 3 วิธี คือ วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.3.3 ทำการพยากรณ์ล่วงหน้าดังนี้

- ราคาน้ำยางสดพยากรณ์ 2 วันล่วงหน้า
- ราคายางแผ่นดิบและราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 พยากรณ์ 5 วันล่วงหน้า

1.3.4 การวิจัยครั้งนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Neural Networks)

1.3.5 ประสิทธิภาพของการพยากรณ์นั้นตรวจสอบโดย วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ค่าสถิติที่ใช้วัดความถูกต้องมี 2 ค่า ได้แก่ รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) (2) การทดสอบความเอนเอียง (Bias Test)

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 ศึกษาวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี คือ (1) วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ (2) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคายางพารา

1.4.2 เก็บรวบรวมข้อมูล

1.4.3 ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น

1.4.4 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีต่อไปนี้

- วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์
- วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน
- วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1.4.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

1.4.5.1 ความถูกต้องในการพยากรณ์

- รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE)
- เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

1.4.5.2 การทดสอบความเอนเอียง (Bias Test)

1.4.6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของราคายางพารา ซึ่งภาครัฐอาจจะนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการรักษาเสถียรภาพของราคาได้ โดยผ่านตลาดกลางซื้อขายผลผลิตยางพาราล่วงหน้าที่รัฐบาลจัดตั้งขึ้น

1.5.2 เพื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางพาราในอนาคต

1.5.3 ค่าพยากรณ์ที่ได้ จะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับใช้ประกอบการวางแผนและกำหนดนโยบายการผลิตยางพาราของประเทศ

1.5.4 เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า วิจัย วิธีพยากรณ์อื่นๆที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

อนุกรมเวลา (Time Series Data) หมายถึง กลุ่มของค่าสังเกตของตัวแปรหนึ่งที่ค่าสังเกตทุกหน่วยเวลาติดต่อกันเป็นอันดับ (Sequence) ในที่นี้จะแทนค่าสังเกตที่เวลา t ใดๆ ด้วย Y_t

ยางแผ่นรมควัน (Rubber Smoked Sheet) หมายถึง ยางแผ่นที่ทำให้แห้งด้วยการรมควัน ซึ่งจัดชั้นยางทำได้โดยใช้สายตา ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญอย่างมาก

ยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) หมายถึง ยางแผ่นที่ห่อแล้ว มีเชื้อราสนิม ราแดงหรือราแห้งได้ไม่เกินร้อยละ 10 ยางแผ่นรมควันชั้นนี้ สีไม่ใส มีฟองอากาศเล็กๆ และมีผงเปลือกยางปลอมปนได้เล็กน้อย แต่ต้องแห้ง เหนียว ไม่มีตำหนิ ไม่พุพอง ไม่มีทราย สิ่งสกปรกหรือสารอื่นๆปน ขณะทำการห่อยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อนุกรมเวลา
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อนุกรมเวลา

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวหรือพฤติกรรมของข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อสร้างตัวแบบ (Model) สำหรับพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลา เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษาภายในงานวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. เทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)
2. เทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer Function Method)
3. เทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

2.1.1 เทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

เป็นวิธีวิเคราะห์ที่อาศัยขบวนการสโตคาสติก (Stochastic Process) โดยถือว่าข้อมูลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง มีลักษณะการเกิดที่เป็นไปตามกฎความน่าจะเป็น กำหนดให้ Y_t เป็นค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลา t ซึ่ง Y_t มีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (Probability Density Function) เป็นแบบปกติมีค่าเฉลี่ยคือ μ_y และค่าความแปรปรวน σ_y^2 โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (ε_t) ณ เวลา t มีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน σ_ε^2 เท่ากัน

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อการพยากรณ์โดยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์นั้น ลักษณะของอนุกรมเวลาต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Time Series) กรณีที่อนุกรมเวลาไม่มีคุณสมบัติสเตชันนารีจะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้มีคุณสมบัติดังกล่าวเสียก่อน ซึ่งอาจทำได้หลายวิธีเช่น การหาผลต่างของค่าสังเกตที่อยู่ติดกัน การหาลอการิทึมของค่าสังเกตในอนุกรมเวลาในกรณีที่ความแปรปรวนของอนุกรมเวลาไม่คงที่ (กัญญารัตน์ บุษบรรณ, 2540)

อนุกรมเวลาที่จะนำมาวิเคราะห์โดยวิธีวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ เพื่อหาสมการพยากรณ์แยกออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อนุกรมเวลาสเตชันนารี (Stationary Time Series) เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกตมีคุณสมบัติทางสถิติคือ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (Probability Density Function) ของค่าสังเกต ณ เวลาต่างๆคงที่ กล่าวคือไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่เป็นสเตชันนารี จะมีความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่าง Y_t, Y_{t+1}, Y_{t+2}, ... ,Y_{t+T-1} ที่จุดเริ่มต้น t ไม่ต่างจากความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่าง Y_{t+i}, Y_{t+i+1}, Y_{t+i+2}, ... $Y_{t+i+T-1}$ ที่จุดเริ่มต้น t+i สำหรับ i = 1,2,...,n

2. อนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary Time Series) เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกตไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี

การพิจารณาว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาหรือพิจารณาจากคอเรลโรแกรมที่แสดงฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation Function : ACF) หรือ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ซึ่งมีความหมายดังนี้

1. ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองที่ lag k (r_k) เป็นฟังก์ชันที่ใช้วัดสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ห่างกัน k ช่วงเวลา จะใช้ r_k แทนฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของตัวอย่างที่ lag k r_k เป็นตัวประมาณของ ρ_k ซึ่งเป็นฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของประชากรที่ lag k r_k มีคุณสมบัติดังนี้ r_k มีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง 1 และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่าง Y_t และ Y_{t+k} จะไม่ต่างจากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} นั่นคือ $r_k = r_{-k}$ จะคำนวณค่า r_k ได้จาก

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2}; k = 1,2,... \qquad (2.1)$$

เมื่อ $\bar{Y} = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{n}$ เป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา

n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา

ค่าของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเอง r_k มีค่าเข้าใกล้ +1 แสดงว่าค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา มีสหสัมพันธ์กันมาก และสหสัมพันธ์มีทิศทางตามกัน กล่าวคือ ถ้าค่า Y_t มีค่าสูง ค่า Y_{t+k} จะสูงด้วย หรือถ้าค่า Y_t มีค่าต่ำ ค่า Y_{t+k} จะต่ำด้วย เมื่อ r_k เข้าใกล้ –1 แสดงว่าค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลานั้น มีสหสัมพันธ์กันมากแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน กล่าวคือ ถ้าค่า Y_t มีค่าสูง ค่า Y_{t+k} จะมีค่าต่ำหรือถ้าค่า Y_t มีค่าต่ำ ค่า Y_{t+k} จะมีค่าสูง เมื่อ r_k มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ค่าสังเกตที่ห่างกัน k ช่วงเวลามีสหสัมพันธ์กันน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรมเวลาสเตชันนารี จะมีคอเรลโรแกรมซึ่งเป็นกราฟที่เกิดจากการพล็อตระหว่างค่าของ k และ r_k ถ้าค่า r_kมีลักษณะลดลง(die down) อย่างรวดเร็ว เมื่อค่าสังเกตของอนุกรมเวลามีระยะห่างกันเพิ่มขึ้น หรือ r_kมีค่าเข้าใกล้ 0 ที่ระยะห่าง k มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า r_k ที่คำนวณได้อาจจะเข้าใกล้ 0 มากจนกล่าวได้ว่ามาจากอนุกรมเวลาที่มี $\rho_k = 0$ การพิจารณาว่าการกำหนดว่า r_k มาจากอนุกรมเวลาที่ ρ_k มีค่าเป็น 0 หรือไม่นั้น จะใช้การทดสอบสมมติฐาน โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

$$H_0: \rho_k = 0$$

$$H_1: \rho_k \neq 0$$

การตรวจสอบสมมติฐานจะต้องพิจารณาว่า r_k อยู่ภายในช่วง ± 2 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ r_k หรือไม่ ถ้าอยู่ในช่วงดังกล่าวจะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\rho_k = 0$ ซึ่ง 2 เป็นค่าประมาณของ $Z_{.025}$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ r_k ประมาณด้วย $1/\sqrt{n}$

2. ฟังก์ชันสหสัมพันธ์บางส่วนที่ lag k จะเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา เมื่อกำหนดให้ค่าสังเกต ณ เวลาอื่นคงที่ จะใช้ r_k แทนฟังก์ชันสหสัมพันธ์บางส่วนของตัวอย่างที่ lag k เป็นตัวประมาณของ ρ_{kk} ซึ่งแทนฟังก์ชันสหสัมพันธ์บางส่วนของประชากรที่ lag k จะคำนวณหา r_{kk} ได้จาก

$$r_{kk} = \begin{cases} r_1 & \\ \dfrac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j} & \text{สำหรับ } k = 2,3,\ldots \end{cases} \qquad (2.2)$$

เมื่อ $r_{k,j} = r_{k-1,j} - r_{kk}\, r_{k-1,k-j}$ สำหรับ $j = 1,2,\ldots,k-1$

อนุกรมเวลาสเตชันนารีจะมีคอเรลโรแกรมที่เป็นกราฟที่เกิดจากการพล็อตระหว่างค่าของ k และ r_{kk} ถ้าค่า r_{kk} จะมีลักษณะลดลง(die down) อย่างรวดเร็ว เมื่อค่าสังเกตของอนุกรมเวลามีระยะห่างกันเพิ่มขึ้น หรือ r_{kk}มีค่าเข้าใกล้ 0 ที่ระยะห่าง k มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า r_{kk} ที่คำนวณได้อาจจะเข้าใกล้ 0 มากจนกล่าวได้ว่ามาจากอนุกรมเวลาที่มี $\rho_{kk} = 0$ การพิจารณาว่าการกำหนดว่า r_{kk} มาจากอนุกรมเวลาที่ ρ_{kk} มีค่าเป็น 0 หรือไม่นั้น จะใช้การทดสอบสมมติฐาน โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบสมมติฐานจะต้องพิจารณาว่า r_{kk} อยู่ในช่วง ± 2 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ r_{kk} หรือไม่ ถ้าอยู่ในช่วงดังกล่าวจะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\rho_{kk} = 0$ ซึ่ง 2 เป็นค่าประมาณของ $Z_{.025}$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ r_{kk} ประมาณด้วย $1/\sqrt{n}$

ขั้นตอนการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบบ๊อกซ์และเจนกินส์ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดตัวแบบ (Identification)

ก่อนการกำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลา$\{Y_t\}$ จะต้องพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นมีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีหรือไม่ หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารีต้องแปลงอนุกรมเวลาใหม่ให้เป็นสเตชันนารีก่อน แล้วจึงหาตัวแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาใหม่

ตัวแบบอนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์แบบบ๊อกซ์และเจนกินส์เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี มีดังนี้

1. ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p (Autoregressive Model of Order p) : AR(p)

ซึ่ง p คือ อันดับที่ของออโตรีเกรสซีฟ มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (2.3)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตอนุกรมเวลา ณ เวลา t

δ คือ ค่าคงที่

$\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟ (Autoregressive Parameters)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

ตัวอย่างของตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p

1. ตัวแบบ AR(1)

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

มี $|\phi_1| < 1$ เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติสเตชันนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวแบบ AR(2)

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

เมื่อ $\phi_1 + \phi_2 < 1$, $\phi_2 - \phi_1 < 1$ และ $|\phi_1| < 1$ เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติสเตชันนารี

2. ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q (Moving Average Model of Order q) : MA(q) ซึ่ง q คืออันดับที่ของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.4)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

δ คือ ค่าคงที่

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Parameters)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

ตัวอย่างของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q

1. ตัวแบบ MA(1)

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

เมื่อ $|\theta_1| < 1$ เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นอินเวอร์ติเบิ้ล (Invertible) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้เขียน ε_t ในเทอมของ $Y_t, Y_{t+1}, Y_{t+2}, \ldots$ ได้ และประมาณค่าความคลาดเคลื่อนของ ε_t ได้

2. ตัวแบบ MA(2)

$$Y_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

เมื่อ $\theta_1 + \theta_2 < 1$, $\theta_2 - \theta_1 < 1$ และ $|\theta_2| < 1$ เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นอินเวอร์ติเบิ้ล (Invertible)

3. ตัวแบบผสมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p และ q (Mixed Autoregressive and Moving Average Model of Order p and q) : ARMA (p,q) มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของตัวแบบผสมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p และ q

1. ARMA (p,q) ที่มี $p = 1, q = 1$ หรือ ARMA (1,1)

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

เมื่อ $|\phi_1| < 1$ เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติสเตชันนารี

และ $|\theta_1| < 1$ เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นอินเวอร์ติเบิ้ล (Invertible)

กรณีที่อนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี การหาตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลานั้นจะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อน ซึ่งทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ การหาผลต่าง (Differencing) ของอนุกรมเวลาเดิม ผลต่างของอนุกรมเวลานั้นจะทำกี่ครั้งขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาผลต่างนั้นมีคุณสมบัติสเตชันนารีแล้วหรือยัง ถ้าไม่ก็ต้องทำต่อไปจนเป็นสเตชันนารีแล้วจึงนำอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี ไปหาตัวแบบที่เหมาะสมต่อไป

จากอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ หาผลต่างอนุกรมเวลา $\{Z_t\}$ จะใช้การกระทำ ∇ เพื่ออธิบายการหาผลต่างของอนุกรมเวลาเดิมดังนี้

ผลต่างครั้งที่ 1
$$Z_t = \nabla Y_t$$
$$= Y_t - Y_{t-1}$$

ผลต่างครั้งที่ 2
$$Z_t = \nabla^2 Y_t$$
$$= Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$$

ตัวแบบอนุกรมเวลาที่ต้องหาผลต่างของอนุกรมเวลาเพื่อให้มีคุณสมบัติสเตชันนารี โดยกำหนดอันดับของการหาผลต่าง ($d > 1$) เป็นตัวแบบอินทีเกรทเฉลี่ยเคลื่อนที่และออโตรีเกรทซีฟ (Autoregressive Integrated Moving Average) : ARIMA (p,d,q) โดย d เป็นอันดับที่ผลต่างมีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.6)$$

เมื่อ Z_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลา t จากอนุกรมเวลา

δ คือ ค่าคงที่

$\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ออโตรีเกรทซีฟ (Autoregressive Parameters)

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Parameters)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของตัวแบบอินทีเกรทเฉลี่ยเคลื่อนที่และออโตรีเกรทซีฟ

1. ARIMA (0,1,1) หรือ IMA (1,1)มีตัวแบบ

$$Z_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} \qquad \text{เมื่อ } |\theta_1| < 1$$

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

2. ARIMA (1,1,0) หรือ ARI (1,1)มีตัวแบบ

$$Z_t = \delta - \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \text{เมื่อ } |\phi_1| < 1$$

$$Y_t = \delta + (1+\phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

3. ARIMA (1,1,1) มีตัวแบบ

$$Z_t = \delta - \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} \qquad \text{เมื่อ } |\theta_1| < 1 \text{ และ } |\phi_1| < 1$$

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

4. ARIMA (0,1,0) มีตัวแบบ

$$Z_t = \delta + \varepsilon_t$$

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

ถ้าอนุกรมเวลาที่พิจารณามีทั้งแนวโน้มและความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องจะกำหนดตัวแบบ SARIMA $(P,D,Q)_L$ (Seasonal Integrated Autoregressive and Moving Average) ที่ Oder (P,D,Q) โดย P เป็นอันดับของ SAR (Seasonal Autoregressive) Q เป็นอันดับของ SMA (Seasonal Moving Average) และ D เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาลเพื่อทำให้อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาลเป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{Z_t\}$ ที่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี โดย

$$Z_t = \nabla_L^D Y_t$$

เช่น สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน $L = 12$

$D = 1,$ $\quad Z_t = \nabla_{12}^1 Y_t$

$$= Y_t - Y_{t-12}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$D = 2, \qquad Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t$

$= \nabla_{12} (Y_t - Y_{t-12})$

$= Y_t - 2Y_{t-12} - Y_{t-24}$

ตัวอย่างของตัวแบบอนุกรมเวลา SARIMA $(P,D,Q)_L$ เช่น

อนุกรมเวลารายเดือนที่มีตัวแบบเป็น SARIMA $(0,1,1)_{12}$ จะเขียนตัวแบบเป็น

$Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-12}$ เมื่อ $|\theta_1| < 1$

หรือ $Y_t = Y_{t-12} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-12}$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลา t และ Y_{t-12} คือค่าสังเกตที่อยู่ก่อนเวลา t 12 ช่วงเวลา

θ_1 คือ พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล (Seasonal Moving Average Parameters)

ดังนั้นตัวแบบอนุกรมเวลาทั่วไปสำหรับใช้พยากรณ์โดยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_L$ เป็นดังนี้

$$\phi_p(B)\phi_P(B^L)Z_t = \delta + \theta_q(B)\theta_Q(B^L)\varepsilon_t$$

โดยที่ $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p)$

$\phi_P(B^L) = (1 - \phi_{1L} B^L - \phi_{2L} B^{2L} - \ldots - \phi_{PL} B^{PL})$

$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q)$

$\theta_Q(B^L) = (1 - \theta_{1L} B^L - \theta_{2L} B^{2L} - \ldots - \theta_{QL} B^{QL})$

$Z_t = (1 - B^L)^D (1 - B)^d Y_t$

ตัวอย่างของตัวแบบอนุกรมเวลา $(p,d,q)(P,D,Q)_L$ เช่น

ตัวแบบ $(1,0,0)(0,1,1)_{12}$ คือ

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B^{12})Y_t = \delta + (1 - \theta_{12} B^{12})\varepsilon_t$$

จะได้ $Y_t = \delta + \varepsilon_t + \phi_1 Y_{t-1} + Y_{t-12} - \phi_1 Y_{t-13} - \theta_{12}\varepsilon_{t-12}$

ตัวแบบ $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ คือ

$$(1 - B)(1 - B^{12})Y_t = \delta + (1 - \theta_1 B)(1 - \theta_{12} B^{12})\varepsilon_t$$

จะได้ $Y_t = \delta + \varepsilon_t + Y_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_t + Y_{t-12} - \theta_{12}\varepsilon_{t-12} - Y_{t-13} + \theta_1\theta_{12}\varepsilon_{t-13}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameters Estimation)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบจะใช้การวิเคราะห์ตัวเลข (Numerical Analysis) ซึ่งจะต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Squares Method) โดยกำหนดค่าประมาณเบื้องต้น (Initial Estimate) ของพารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้าย (Final Estimate) โดยการทำซ้ำ (Iteration) ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ($\sum e_t^2$) มีค่าต่ำสุดจะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในสมการพยากรณ์

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

เมื่อกำหนดตัวแบบและประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว ต้องมีการตรวจสอบว่าตัวแบบที่เลือกไว้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาหรือไม่ การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบมีหลายวิธี แต่ละวิธีอาจให้ผลสรุปไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงควรใช้การตรวจสอบความเหมาะสมหลายวิธีพร้อมกันในการตรวจความเหมาะสมของตัวแบบได้แก่

1. การทดสอบของบ๊อกซ์และจุง (Box-Ljung) เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ว่าเป็นอิสระกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : \rho_1(e_t) = \ldots = \rho_m(e_t) = 0$

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

โดยใช้ตัวทดสอบสถิติ

$$Q = n(n+2)\sum_{i=1}^{m}\frac{r_k^2(e_t)}{n-k} \qquad (2.7)$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

M คือ lag สูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$ คือ ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา

ตัวทดสอบสถิติ Q มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ ที่มีองศาความเป็นอิสระเท่ากับ $m-n_p$ ซึ่ง n_p คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Q > \chi^2_{\alpha,(m-n_p)}$ แสดงว่าตัวแบบ ARMA(p,q) ที่กำหนดยังไม่เหมาะสม

2. พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ว่ามีสหสัมพันธ์กันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \rho_k(e_t) = 0$$
$$H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0$$

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $r_k(e_t)$ ตกอยู่นอกช่วง 2 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $r_k(e_t)$ สรุปว่าตัวแบบ ARMA(p,q) ที่กำหนดยังไม่เหมาะสม

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์และค่าประมาณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของพารามิเตอร์

ตัวแบบ	ตัวประมาณ	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
AR(1)	$\hat{\phi}_1$	$\left[\frac{1-(\hat{\phi}_1)^2}{n}\right]^{1/2}$
AR(2)	$\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2$	$\left[\frac{1-(\hat{\phi}_1)^2}{n}\right]^{1/2}, \left[\frac{1-(\hat{\phi}_2)^2}{n}\right]^{1/2}$
MA(1)	$\hat{\theta}_1$	$\left[\frac{1-(\hat{\theta}_1)^2}{n}\right]^{1/2}$
MA(2)	$\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2$	$\left[\frac{1-(\hat{\theta}_1)^2}{n}\right]^{1/2}, \left[\frac{1-(\hat{\theta}_2)^2}{n}\right]^{1/2}$
ARMA(1,1)	$\hat{\phi}_1$	$\left[\frac{(1-\hat{\phi}_1{}^2)(1-\hat{\phi}_1\hat{\theta}_1)^2}{n(\hat{\phi}_1-\hat{\theta}_1{}^2)}\right]^{1/2}$
	$\hat{\theta}_1$	$\left[\frac{(1-\hat{\theta}_1{}^2)(1-\hat{\phi}_1\hat{\theta}_1)^2}{n(\hat{\phi}_1-\hat{\theta}_1{}^2)}\right]^{1/2}$

<u>ขั้นที่ 4</u> การพยากรณ์ (Forecasting)

วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์จะให้สมการพยากรณ์ที่จะใช้หาค่าพยากรณ์ล่วงหน้าได้หลายช่วงเวลา สมการพยากรณ์จะสร้างจากตัวแบบที่ได้ทดสอบแล้วว่าเหมาะสมกับการพยากรณ์ โดยส่วนใหญ่ค่าพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์ หากเป็นการพยากรณ์ระยะยาว ค่าพยากรณ์นั้นจะให้สาระจากข้อมูลจริงน้อยลง และความแม่นยำที่ได้จากการพยากรณ์ก็จะมีค่าลดลงกว่าการพยากรณ์ระยะสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
60535

ตัวอย่างสมการพยากรณ์ล่วงหน้า p ช่วงเวลาในตัวแบบต่างๆ

1. ตัวแบบ AR(1)

$$\hat{Y}_{t+p} = \begin{cases} \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 Y_t & \text{เมื่อ } p = 1 \\ \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 Y_{t+p-1} & \text{เมื่อ } p \geq 2 \end{cases}$$

2. ตัวแบบ AR(2)

$$\hat{Y}_{t+p} = \begin{cases} \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 Y_t + \hat{\phi}_2 Y_{t-1} & \text{เมื่อ } p = 1 \\ \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 \hat{Y}_{t+1} + \hat{\phi}_2 Y_t & \text{เมื่อ } p = 2 \\ \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 \hat{Y}_{t+p-1} + \hat{\phi}_2 \hat{Y}_{t+p-2} & \text{เมื่อ } p \geq 3 \end{cases}$$

3. ตัวแบบ MA(1)

$$\hat{Y}_{t+p} = \begin{cases} \hat{\delta} - \hat{\theta}_1 e_t & \text{เมื่อ } p = 1 \\ \hat{\delta} & \text{เมื่อ } p \geq 2 \end{cases}$$

4. ตัวแบบ MA(2)

$$\hat{Y}_{t+p} = \begin{cases} \hat{\delta} - \hat{\theta}_1 e_t - \hat{\theta}_2 e_{t-1} & \text{เมื่อ } p = 1 \\ \hat{\delta} - \hat{\theta}_2 e_t & \text{เมื่อ } p = 2 \\ \hat{\delta} & \text{เมื่อ } p \geq 3 \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตัวแบบ ARIMA(0,1,0)

$$\hat{Y}_{t+p} = \begin{cases} \hat{\delta} + Y_t & \text{เมื่อ } p = 1 \\ \hat{\delta} + \hat{Y}_{t+p-1} & \text{เมื่อ } p \geq 2 \end{cases}$$

2.1.2 เทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer Function Method)

วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่พัฒนามาจากเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ๊อกซ์และเจนกินส์ ในบางครั้งจึงใช้ชื่อว่า วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (Box and Jenkins Transfer Function Method) วิธีการวิเคราะห์ใช้หลักการที่ว่าค่าในอดีตของอนุกรมเวลาหนึ่งอนุกรมเวลาหรือมากกว่าหนึ่งอนุกรมเวลาซึ่งเรียกว่าอนุกรมเวลานำเข้า (Input Series) $\{X_t\}$ สัมพันธ์กับอนุกรมเวลาที่จะพยากรณ์เรียกว่าอนุกรมเวลาผลลัพธ์ (Output Series) $\{Y_t\}$ ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาอนุกรมเวลานำเข้าหนึ่งอนุกรมเวลาคือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย

ขั้นตอนการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดตัวแบบ (Identification)

1.1 จากอนุกรมเวลานำเข้าและอนุกรมเวลาผลลัพธ์นำอนุกรมเวลาทั้งสองชุดมาพิจารณาว่ามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีหรือไม่โดยพิจารณาค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลาแต่ละชุด หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี จะต้องแปลงอนุกรมเวลาชุดเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารี

1.2 การหา Prewhitening สำหรับอนุกรมเวลานำเข้า $\{X_t\}$ Prewhitening สำหรับอนุกรมเวลานำเข้า หาได้โดยการนำอนุกรมเวลานำเข้าที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี $\{Z_t^{(x)}\}$ มาหาตัวแบบ ARIMA (p_x,d,q_x) การหาตัวแบบจะมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการสร้างสมการบ๊อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ การกำหนดตัวแบบ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ การตรวจสอบพารามิเตอร์แต่ละตัวในตัวแบบ และการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ จะได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลา $\{Z_t^{(x)}\}$ ซึ่งเขียนอยู่ในรูปทั่วไปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\phi_p{}^{(x)}(B)Z_t{}^{(x)} = \delta + \theta_q{}^{(x)}(B)\varepsilon_t{}^{(x)} \quad (2.8)$$

$$\varepsilon_t{}^{(x)} = \frac{\phi_p{}^{(x)}(B)Z_t{}^{(x)} - \delta}{\theta_q{}^{(x)}(B)} \quad (2.9)$$

เมื่อ $\phi_p{}^{(x)}(B) = 1 - \phi_1{}^{(x)}B - \phi_2{}^{(x)}B^2 - \ldots - \phi_p{}^{(x)}B^p$

$\theta_q{}^{(x)}(B) = 1 - \theta_1{}^{(x)}B - \theta_2{}^{(x)}B^2 - \ldots - \theta_q{}^{(x)}B^q$

$\phi_1{}^{(x)}, \phi_2{}^{(x)}, \ldots, \phi_p{}^{(x)}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟ

$\theta_1{}^{(x)}, \theta_2{}^{(x)}, \ldots, \theta_q{}^{(x)}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

δ คือ ค่าคงที่

$\varepsilon_t{}^{(x)}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ซึ่งคำนวณค่า Prewhitening สำหรับ X_t ได้จาก

$$\alpha_t = \frac{\hat{\phi}_p{}^{(x)}(B)}{\hat{\theta}_q{}^{(x)}(B)} Z_t{}^{(x)} \quad (2.10)$$

เมื่อ α_t คือ random shock หรือ white noise term

$\hat{\phi}_p^{(x)}$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ $\phi_p^{(x)}$

$\hat{\theta}_q^{(x)}$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ $\theta_q^{(x)}$

$Z_t{}^{(x)}$ คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลานำเข้าที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี ณ เวลา t

1.3 การหา Prewhitening สำหรับอนุกรมเวลาผลลัพธ์ $\{Y_t\}$ การคำนวณค่า Prewhitening สำหรับ Y_t หาได้โดยการนำค่าสังเกตของอนุกรมเวลาผลลัพธ์ที่มีคุณสมบัติสเตชันนารีมาคำนวณจากสมการ

$$\beta_t = \frac{\hat{\phi}_p{}^{(x)}(B)}{\hat{\theta}_q{}^{(x)}(B)} Z_t \quad (2.11)$$

เมื่อ β_t คือ random shock หรือ white noise term

$\hat{\phi}_p^{(x)}$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ $\phi_p^{(x)}$

$\hat{\theta}_q^{(x)}$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ $\theta_q^{(x)}$

Z_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาผลลัพธ์ที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี ณ เวลา t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 หาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ข้ามของตัวอย่าง (Sample Cross Correlation Function หรือ SCC) ระหว่าง α_t และ β_t หาได้จาก

$$r_k(\beta_t,\alpha_t)=\frac{\sum_{t=1}^{n-k}(\alpha_t-\bar{\alpha})(\beta_{t+k}-\bar{\beta})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n}(\alpha_t-\bar{\alpha})^2\sum_{t=1}^{n}(\beta_t-\bar{\beta})^2}};k=0,\pm1,\pm2,... \qquad (2.12)$$

เมื่อ $\bar{\alpha}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\{\alpha_t\}$

$\bar{\beta}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\{\beta_t\}$

n คือ ขนาดของอนุกรมเวลา

1.5 การกำหนดตัวแบบเบื้องต้นสำหรับทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน รูปแบบทั่วไปของตัวแบบเบื้องต้นสำหรับทรานสเฟอร์ฟังก์ชันคือ

$$Z_t=\mu+\frac{C\omega(B)}{\delta(B)}B^bZ_t^{(x)}+\eta_t \qquad (2.13)$$

เมื่อ $Z_t^{(x)}$ ค่า สังเกตของอนุกรมเวลานำเข้าที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี

Z_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาผลลัพธ์ที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี

μ คือ ค่าคงที่

C คือ พารามิเตอร์สัดส่วนที่ไม่ทราบค่า

η_t คือ ส่วนประกอบของค่าความคลาดเคลื่อน

b คือ จำนวนคาบก่อนที่อนุกรมเวลานำเข้าเริ่มส่งผลกับอนุกรมเวลาผลลัพธ์ซึ่งเท่ากับ lag ที่พบค่าสูงสุดค่าแรกของ $r_k(\beta_t,\alpha_t)$

$\omega(B) = 1 - \omega_1B - \omega_2B^2 - \ldots - \omega_sB^s$ คือ ตัวกระทำ $Z_t^{(x)}$ ของลำดับ s ซึ่ง s คือจำนวนค่าสังเกตของอนุกรมเวลานำเข้าที่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกตของอนุกรมเวลาผลลัพธ์ ซึ่งเท่ากับจำนวน lag ที่อยู่ระหว่างค่าสูงค่าแรกของ $r_k(\beta_t,\alpha_t)$ กับค่าที่ค่อยๆลดลงอย่างมีรูปแบบของ $r_k(\beta_t,\alpha_t)$

$\delta(B) = 1 - \delta_1B - \delta_2B^2 - \ldots - \delta_rB^r$ คือ ตัวกระทำ Z_t ของลำดับ r ซึ่ง r คือจำนวนค่าในอดีตของ Z_t ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งดูจากลักษณะและถ้ามีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบ sine wave คือการเคลื่อนไหวเป็นคาบที่เท่าๆกันในแต่ละคาบมีลักษณะการเคลื่อนไหวของ $r_k(\beta_t,\alpha_t)$ ถ้ามีลักษณะค่อยๆลดลงแบบเอกซ์โปเนนเชียล จะกำหนด r = 1 สูงต่ำที่เหมือนกัน จะกำหนด r = 2

1.6 การกำหนดตัวแบบ ARIMA $(p_n,0,q_n)$ สำหรับ η_t จากขั้นตอนที่ 1.5 จะได้อนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$ ต่อไปจะกำหนดตัวแบบ ARIMA ของอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$ โดยพิจารณาจากค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$r_k\{\eta_t\}$ และ $r_{kk}\{\eta_t\}$ มีขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งมีขั้นตอนคือ การกำหนดตัวแบบ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ การตรวจสอบพารามิเตอร์แต่ละตัวในตัวแบบ และการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจะได้สมการ

$$\eta_t = \frac{\hat{\phi}_{pn}(B)}{\hat{\theta}_{qn}(B)}\varepsilon_t \tag{2.14}$$

เมื่อ $\hat{\phi}_{pn}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟ ของอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$

$\hat{\theta}_{qn}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ของอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$

η_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลา t จากอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงที่เป็นอิสระกันแบบปกติ ที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

จากขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนของวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน จะได้ตัวแบบ

$$Z_t = \mu + \frac{C\omega(B)}{\delta(B)}B^b Z_t^{(x)} + \frac{\phi_{pn}(B)}{\theta_{qn}(B)}\varepsilon_t \tag{2.15}$$

<u>ขั้นที่ 2</u> การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (Parameters Estimation)

การประมาณค่าพารามิเตอร์จะกระทำในลักษณะเดียวกันกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์

<u>ขั้นที่ 3</u> การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagaostic Checking)

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะกระทำในลักษณะเดียวกันกับการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบของวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์

<u>ขั้นที่ 4</u> การพยากรณ์ (Forecasting)

วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันจะให้สมการพยากรณ์ที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์ล่วงหน้าหลายช่วงเวลา สมการพยากรณ์จะสร้างจากตัวแบบที่ได้ทดสอบแล้วว่าเหมาะสมกับการพยากรณ์ การพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาผลลัพธ์จะใช้ค่าในอดีตและค่าพยากรณ์ล่วงหน้าของอนุกรมเวลานำเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยหาค่าพยากรณ์ล่วงหน้าของอนุกรมเวลานำเข้าได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลานำเข้าซึ่งได้กำหนดตัวแบบและทดสอบความเหมาะสมกับการพยากรณ์ สำหรับการพยากรณ์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการพยากรณ์วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Bowerman and O'Connel, 1987)

การทดสอบแนวโน้มและความผันแปรเนื่องจากฤดูกาล

วิธีการทดสอบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มและความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลมีหลายวิธี ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยใช้หลักการวิเคราะห์การถดถอย โดยกำหนด

ตัวแบบผลบวก $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_1 X_{1t} + \ldots + S_{L-1} X_{L-1,t} + \varepsilon_t$

ตัวแบบผลคูณ $Y_t = \beta_0 \beta_1^{t} S_1 X_{1t} \ldots S_{L-1} X_{L-1,t} \varepsilon_t$

จะเขียนตัวแบบผลคูณเป็นรูปตัวแบบผลบวกได้โดยการแปลง Y_t ให้เป็น $\ln Y_t$ หรือ Y_t'

$$\ln Y_t = \ln\beta_0 + (\ln\beta_1)t + S_1 X_{1t} + \ldots + S_{L-1} X_{L-1,t} + \varepsilon_t$$

$$Y_t' = \beta_0' + \beta_1' t + S_1 X_{1t} + \ldots + S_{L-1} X_{L-1,t} + \varepsilon_t$$

การตรวจสอบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มและความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลหรือไม่ ทั้งตัวแบบผลบวกและตัวแบบผลคูณจะทำได้โดยวิธีเดียวกัน

การตรวจสอบอนุกรมเวลาที่มี L ฤดูกาลต่อปีที่มีตัวแบบบวกมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบว่ามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงหรือไม่ โดยการทดสอบแบบบางส่วน (Partial Test) ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : \beta_1 = 0$ หรือ $Y_t = \beta_0 + S_1 X_{1t} + \ldots + S_{L-1} X_{L-1,t} + \varepsilon_t$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ หรือ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_1 X_{1t} + \ldots + S_{L-1} X_{L-1,t} + \varepsilon_t$

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ตัวทดสอบสถิติ

$$t = \frac{b_1}{S_{b_1}} \qquad (2.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ b_1 คือ ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_1

s_{b_1} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ b_1

ตัวทดสอบสถิติมีการแจกแจงแบบ t ซึ่งมีองศาความเป็นอิสระเท่ากับ n-L-1 เมื่อ n คือขนาดของอนุกรมเวลาที่นำมาทดสอบ จะยอมรับ H_0 เมื่อ $|t| \leq t_{\alpha/2,n-L-1}$ แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มจะต้องทดสอบต่อไปว่านอกจากมีแนวโน้มแล้วยังมีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลอีกหรือไม่ ซึ่งทำได้โดยการทดสอบในขั้นตอนที่ 3

2. การทดสอบว่าอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเกี่ยวข้องหรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : S_1 = \ldots = S_{L-1} = 0$

$H_1 :$ มี S_1 อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ตัวทดสอบสถิติ

$$F = [(SSR(X_1,\ldots,X_{L-1}) / (L-1)] / [(SSE(X_1,\ldots,X_{L-1}) / (n-L-1)]$$

เมื่อ $SSR(X_1,\ldots,X_{L-1})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวม (SST) ที่เนื่องจาก $X_1,\ldots,X_{L-1}$

$SSE(X_1,\ldots,X_{L-1})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวม (SST) ที่ไม่ใช่จาก $X_1,\ldots,X_{L-1}$

$SST = \sum(Y_t - Y)^2$

ตัวทดสอบสถิติ F ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ L-1 และ n-L จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F \geq F_{\alpha,(L-1,n-L)}$ แสดงว่าอนุกรมเวลามีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาล แต่ไม่มีแนวโน้ม

3. การทดสอบว่านอกจากอนุกรมเวลาจะมีแนวโน้มแล้วจะมีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยหรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : S_1 = \ldots = S_{L-1} = 0$

$H_1 :$ มี S_1 อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ตัวทดสอบสถิติ

$$F = [(SSR(t,X_1,\ldots,X_{L-1}) - SSR(t)/ (L-1)] / [(SSE(t,X_1,\ldots,X_{L-1}) / (n-L-1)]$$

เมื่อ $SSR(t,X_1,\ldots,X_{L-1})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวม (SST) ที่เนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล

$SSR(t)$ เป็นส่วนของความผันแปรรวม (SST) เนื่องมาจากแนวโน้ม

$SSE(t,X_1,\ldots,X_{L-1})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวม (SST) ที่ไม่ใช่จากแนวโน้ม

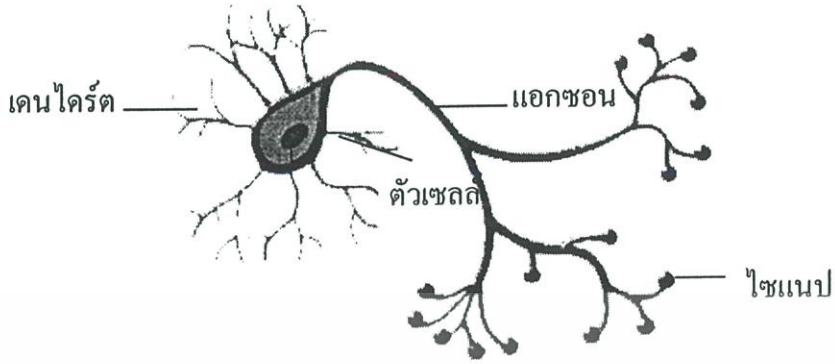
สถิติที่ใช้ทดสอบคือ F มีการแจกแจงแบบ F ที่องศาความเป็นอิสระ L-1 และ n-L-1 จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $F \geq F_{\alpha\ (L-1,n-L-1)}$ แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มและความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.1.3 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นแขนงหนึ่งของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยมีโครงสร้างและการทำงานคล้ายกับระบบประสาทของมนุษย์ แนวความคิดทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่การนำข้อดีของระบบประสาทมาใช้ในการทำงานร่วมกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ เช่น ความสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ การจำแนกลักษณะสิ่งของที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน และการแปลความหมายของสัญลักษณ์และภาพ (Hebb, 1958) และงานอีกประเภทหนึ่งที่นำวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ คือ งานด้านการพยากรณ์ Delurgio (1998) กล่าวว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้รูปแบบของระบบที่มี
ความซับซ้อนสูงและหาค่าพยากรณ์จากข้อมูลในอดีตได้ดีกว่าวิธีการพยากรณ์แบบดั้งเดิม (Traditional Statistical Method)

การทำงานของเซลล์ประสาท จะเริ่มจากเซลล์นิวรอลรับอินพุท (Input) จากเซลล์นิวรอลตัวอื่น ผ่านจุดเชื่อมโยงที่เรียกว่า ไซแนป (Synapse) สัญญาณข้อมูลจาก ไซแนป จะถูกส่งผ่านเข้าทาง เดนไดรต์ (Dendrite) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลอินพุทเข้าสู่ตัวเซลล์ (Cell Body) สัญญาณอินพุทจะถูกประมวลผลบางประการตามกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และส่งสัญญาณเอาท์พุท (Output) ออกทางส่วนของเซลล์ที่เรียกว่า แอกซอน (Axon) สัญญาณดังกล่าวจะผ่านข้าม ไซแนป ด้วยเงื่อนไขบางประการ ซึ่งเป็นส่วนอินพุทของเซลล์อื่นต่อไป (ประกายรัตน์ สุวรรณ, 2539) ลักษณะโดยทั่วไปของส่วนประกอบและโครงสร้างของเซลล์ประสาทแสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบและโครงสร้างของเซลล์ประสาท

โครงข่ายประสาทเทียมมีคุณลักษณะคล้ายกับสมองในแง่ที่สามารถรวบรวมความรู้ (Knowledge) ได้โดยการผ่านกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) และความรู้เหล่านั้นจะถูกจัดเก็บอยู่ในโครงข่ายด้วยค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้เมื่อมีการเรียนรู้สิ่งใหม่เข้าไป

<u>ลักษณะทั่วไปของโครงข่ายประสาทเทียม</u>

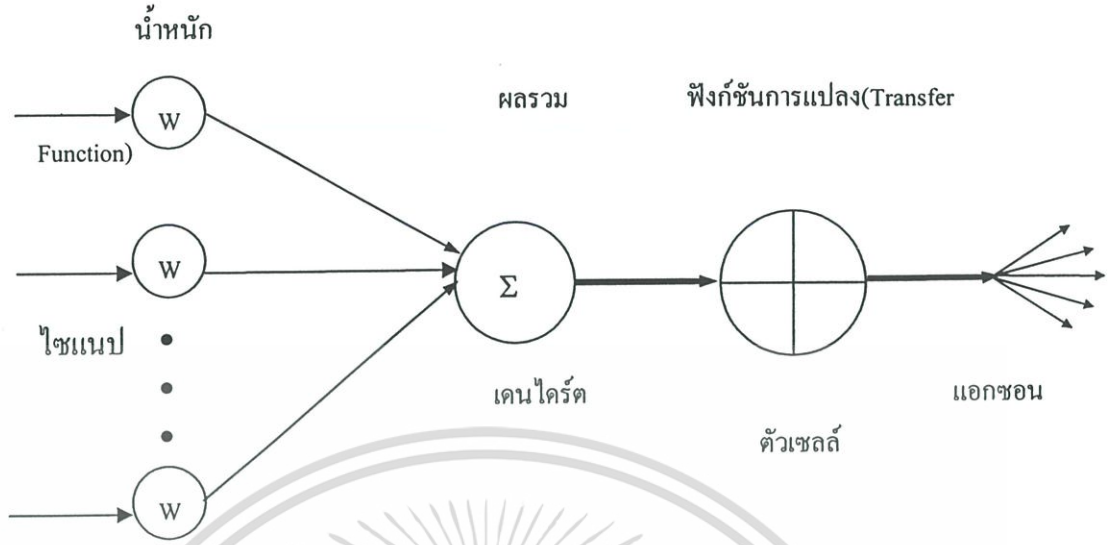
1. การประมวลผลต่างๆเกิดขึ้นในหน่วยประมวลผลย่อยเรียกว่า โหนด (Node) ซึ่งจำลองลักษณะการทำงานมาจากตัวเซลล์

2. การส่งสัญญาณ (Signal) ต่างๆระหว่างโหนดโดยส่วนที่เชื่อมต่อกัน (Connection Link) จำลองมาจากการเชื่อมต่อกันของเดนไดร์ต และแอกซอนในระบบประสาทของมนุษย์

3. แต่ละการเชื่อมต่อจะมีค่าน้ำหนัก (Weight) ที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับอิทธิพลที่โหนดจะได้รับจากโหนดอื่นๆซึ่งจำลองมาจากไซแนป ค่าน้ำหนักที่ได้จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนความรู้ที่รวบรวมไว้ใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างของมนุษย์

4. ภายในโหนดจะมีฟังก์ชันกำหนดสัญญาณเอาท์พุท ซึ่งถูกเรียกว่า Activation Function หรือ Transfer Function ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนกระบวนการทำงานในตัวเซลล์ประสาท ลักษณะของโหนดภายในโครงสร้างของเซลล์ประสาทเทียม แสดงดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของโหนดภายในโครงสร้างของเซลล์ประสาทเทียม

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks Architecture)

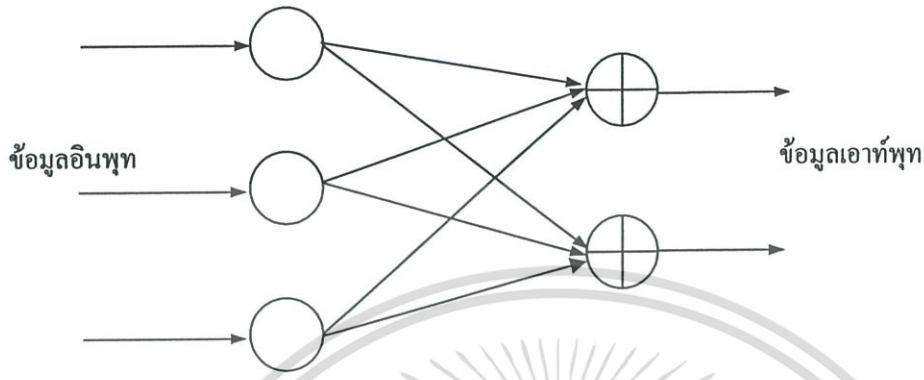
โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมหรือโหนดจำนวนมากที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งการเชื่อมต่อจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยเรียกว่า ชั้น (Layer) ในชั้นแรกจะเป็นชั้นนำข้อมูลเข้าเรียกว่าชั้นอินพุท (Input Layer) ส่วนชั้นสุดท้ายเรียกว่าชั้นเอาท์พุท (Output Layer) และชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท เรียกว่า ชั้นฮิดเดน (Hidder Layer) ซึ่งชั้นฮิดเดนจะมีมากกว่า 1 ชั้นก็ได้ จึงสามารถแบ่งประเภทโครงข่ายประสาทเทียมตามจำนวนชั้นของโครงข่ายแบบกว้างๆได้ 2 แบบคือ โครงข่ายแบบชั้นเดียว (Single Layer) และโครงข่ายแบบหลายชั้น (Multi Layer) การนับชั้นของโครงข่ายจะนับเฉพาะชั้นที่มีการประมวลผลเท่านั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า จำนวนชั้นของโครงข่ายประสาทเทียมคือ จำนวนชั้นฮิดเดนรวมกับจำนวนชั้นเอาท์พุท (ศุภัทรา สุนทราภัย, 2539)

โครงข่ายแบบชั้นเดียว

เป็นโครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่ายที่มีเพียงชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุทเท่านั้น โหนดในชั้นอินพุทจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลอินพุท (Input Value) แล้วส่งข้อมูลอินพุทผ่านเส้นเชื่อมโยงต่างๆไปให้โหนดในชั้นเอาท์พุท ความเข้มของสัญญาณหรือปริมาณข้อมูลที่นำเข้าสู่โหนดในชั้นเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับค่าน้ำหนักที่อยู่บนเส้นเชื่อมโยง โหนดในชั้นเอาท์พุทจะนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการคำนวณโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

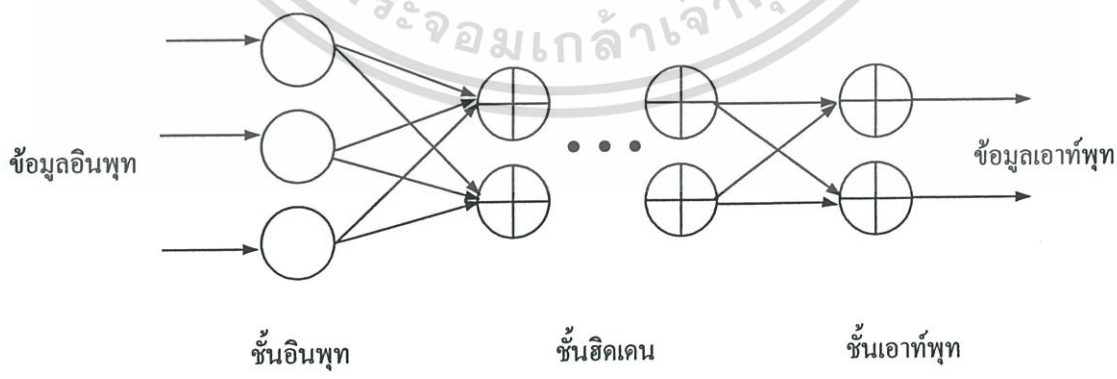
เหมาะสมกับปัญหาแล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นข้อมูลเอาท์พุท ตัวอย่างโครงข่ายแบบชั้นเดียว เช่น เพอเซบตรอน- อย่างง่าย (Simple Perceptron) โครงข่ายโฮบฟิลด์ (Hopfield Networks) เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบชั้นเดียวแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบชั้นเดียว

โครงข่ายแบบหลายชั้น

เป็นโครงข่ายที่มีชั้นฮิดเดนตั้งแต่ 1 ชั้นขึ้นไป โครงข่ายแบบหลายชั้นจะใช้ในกรณีที่มีปัญหาซับซ้อนสูงซึ่งโครงข่ายแบบชั้นเดียวไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา จึงเพิ่มจำนวนของโหนดที่มีการคำนวณหรือชั้นฮิดเดนให้กับโครงข่าย ตัวอย่างของโครงข่ายแบบหลายชั้น เช่น การแพร่แบบย้อนกลับ (Backpropagation) เซลฟ์ออร์แกนไนซิ่งแมปซ์ (Self Organizing Maps) เคาน์เตอร์พรอพะเกชัน (Counterpropagation) เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบหลายชั้นแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2. 4 แสดงลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายแบบหลายชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมในการใช้งาน

โครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานต่างๆได้ดังต่อไปนี้

1. การจำแนกรูปแบบ (Pattern Recognition) เช่น การมองเห็นวัตถุ และการวิเคราะห์เสียงพูดเพื่อแปลความหมาย ซึ่งได้แก่การสื่อสารผ่านเครือข่ายต่างๆ ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเสียงและระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น

2. การทำนาย (Prediction) หรือการพยากรณ์ (Forecasting) เช่น การทำนายหุ้น การพยากรณ์อัตราการไหลของน้ำ การพยากรณ์ราคาสินค้า เป็นต้น

3. การควบคุม (Control) เช่น การควบคุมระบบของเครื่องปรับอากาศ การควบคุมระบบเครื่องยนต์และการควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น

4. การหาความเหมาะสม (Optimization) เช่น การเลือกระยะทางที่ใกล้ที่สุดในการเดินทาง เป็นต้น

5. การจัดกลุ่ม (Clustering) และการจัดหมู่ (Categorization)

6. การบีบอัดข้อมูล (Data Compression)

7. การจดจำตำแหน่ง (Content Addressable Memory)

ประเภทของการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ข้อมูลจะต้องประกอบด้วยตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการสอนและผลลัพธ์ที่ต้องการให้โครงข่ายสร้าง เมื่อมีการนำข้อมูลในลักษณะเดียวกันมาเป็นข้อมูลอินพุทขณะสอนโครงข่ายชนิดนี้จะกำหนดค่าผลลัพธ์เป้าหมายให้กับข้อมูลอินพุทแต่ละตัว โครงข่ายจะนำค่าผิดพลาดระหว่างค่าเป้าหมายกับค่าผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก เพื่อให้ค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายมากที่สุด ตัวอย่างแบบจำลองนี้ได้แก่ การแพร่แบบย้อนกลับ (Backpropagation) อะดาไลน์ (Adaline) และเพอเซบตรอน (Perceptron) เป็นต้น

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsuperviesd Learning) จะสอนโครงข่ายโดยการป้อนข้อมูลอินพุทอย่างต่อเนื่องเพียงอย่างเดียว ไม่มีการส่งค่าผลลัพธ์เป้าหมายให้กับข้อมูลอินพุทแต่ละตัว การปรับน้ำหนักใช้ข้อมูลที่นำมาสอนเป็นตัวปรับค่า โดยค่าน้ำหนักจะปรับตามกลุ่มที่ข้อมูลเข้ามีรูปแบบคล้ายๆกัน ตัวอย่างแบบจำลองนี้ได้แก่ เคาน์เตอร์พรอพะเกชัน (Counterpropagation : CPN) แบบจำลองอะแดปทีฟรีโซแนนซ์เทียรี่ (Adaptive Resonance Theory Neural Networks : ART) เป็นต้น (เพ็ญพรรณ ใช้ฮวดเจริญ, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ เป็นรูปแบบโครงข่ายที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาในลักษณะเชิงเส้น (Linear) และไม่เชิงส้น (Nonlinear) ได้

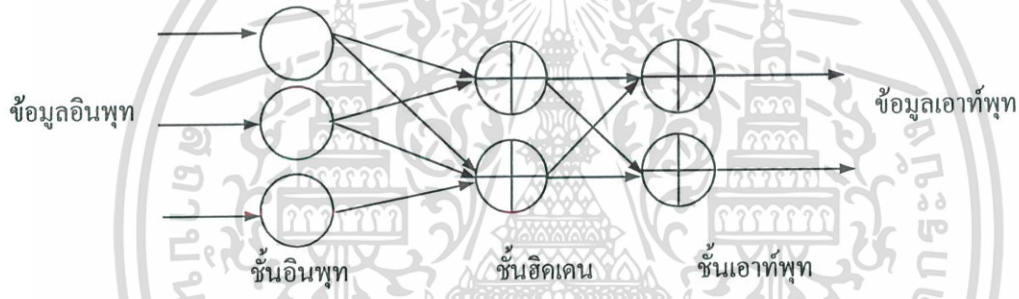
โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. เป็นโครงข่ายแบบหลายชั้น (Multi Layer)

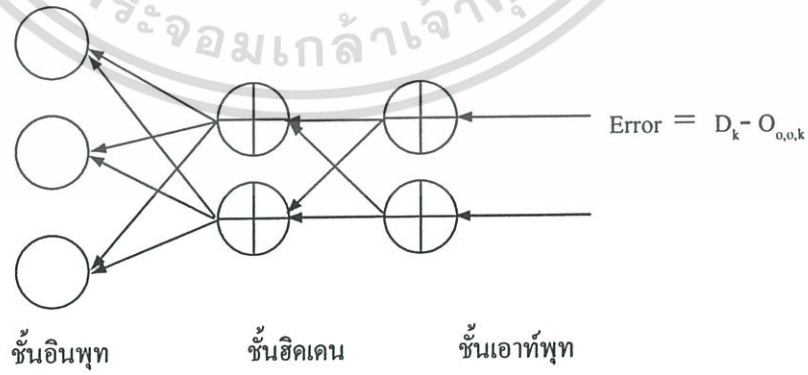
2. การเชื่อมโยงในแต่ละชั้นเป็นแบบต่อถึงกันหมด (Fully Connected)

3. เป็นโครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้า (Feedforward Networks) แสดงดังรูปที่ 2.5

4. มีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ เพื่อปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงระหว่างโหนด แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบส่งสัญญาณไปข้างหน้า



รูปที่ 2.6 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สัญลักษณ์ต่างๆของโครงข่าย</u>

$I_{i,o,o}$ = ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ i ในชั้นอินพุท

$I_{o,j,o}$ = ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$I_{o,o,k}$ = ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{i,o,o}$ = ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ i ในชั้นอินพุท

$O_{o,j,o}$ = ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$O_{o,o,k}$ = ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

D_k = ข้อมูลจริงหรือค่าเป้าหมายของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

α = ค่าโมเมนตัม

η = อัตราการเรียนรู้

w_{ij} = ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ i ไปยังโหนดที่ j

w_{jk} = ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

Δw_{ij} = ค่าปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ i ไปยังโหนดที่ j

Δw_{jk} = ค่าปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

e_j = ค่าความคลาดเคลื่อนของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

e_k = ค่าความคลาดเคลื่อนของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

i, j, k = ตัวโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน ชั้นเอาท์พุท ตามลำดับ

n, m, q = จำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน ชั้นเอาท์พุท ตามลำดับ

Epoch = จำนวนรอบในการทำซ้ำ

ขั้นตอนในการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม แบ่งออกเป็น 16 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่ จำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน ชั้นเอาท์พุท จำนวนชั้นฮิดเดน และประเภทของทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน

2. แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม ข้อมูลกลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับฝึกสอนโครงข่ายและข้อมูลกลุ่มที่ 2 ใช้เพื่อยืนยันความถูกต้อง (Validation) ของโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้จากการฝึกสอนว่าสามารถแสดงถึงลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาได้ตามสภาพจริง ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจในการนำโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับค่าของตัวแปรให้อยู่ในสเกลเดียวกัน ทั้งในส่วนของตัวแปรอินพุทและตัวแปรเอาท์พุทให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยใช้สมการ

$$x_i' = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \tag{2.17}$$

เมื่อ $x_{\max}$ คือ ค่าที่คาดว่าจะเป็นค่าสูงสุดของข้อมูล

$x_{\min}$ คือ ค่าที่คาดว่าจะเป็นค่าต่ำสุดของข้อมูล

4. กำหนดค่าน้ำหนักเริ่มต้นให้กับเส้นเชื่อมโยงระหว่างโหนด โดยการสุ่มหรือการกำหนดขึ้นเอง ให้มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

5. ป้อนข้อมูลที่ปรับค่าแล้วเข้าสู่อินพุทโหนด

6. ส่งข้อมูลจากโหนดอินพุทไปยังโหนดในชั้นฮิดเดน โดยไม่ผ่านขั้นตอนการคำนวณใดๆ

7. คำนวณผลรวมของสัญญาณอินพุทของแต่ละโหนดในชั้นฮิดเดน ได้จากสมการ

$$I_{o,j,o} = \sum_{i=1}^{n} O_{i,o,o} w_{i,j} \tag{2.18}$$

เมื่อ $I_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$O_{i,o,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ i ในชั้นอินพุท

$w_{i,j}$ คือ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ i ไปยังโหนดที่ j

8. คำนวณค่าเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดนโดยใช้ ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน โดยทั่วไปนิยมใช้ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) คำนวณจากสมการ

$$O_{o,j,o} = \frac{1}{1 + e^{-I_{o,j,o}}} \tag{2.19}$$

เมื่อ $O_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

9. คำนวณผลรวมสัญญาณอินพุทของแต่ละโหนดในชั้นเอาท์พุท จากสมการ

$$I_{o,o,k} = \sum_{j=1}^{m} O_{o,j,o} w_{j,k} \tag{2.20}$$

เมื่อ $I_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$w_{j,k}$ คือ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. คำนวณค่าเอาท์พุทของโหนด k ในชั้นเอาท์โดยใช้ซิกมอยด์ฟังก์ชัน คำนวณได้จากสมการ

$$O_{o,o,k} = \frac{1}{1+e^{-I_{o,o,k}}} \tag{2.21}$$

เมื่อ $O_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

11. คำนวณความคลาดเคลื่อนโดยการนำค่าเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุทมาเปรียบเทียบค่าเป้าหมาย ซึ่งหาได้จากสมการ

$$e_k = D_k - O_{o,o,k} \tag{2.22}$$

เมื่อ D_k คือ ข้อมูลจริงหรือค่าเป้าหมายของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

12. ปรับค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อมโยงโดยการแพร่แบบย้อนกลับของค่าความคลาดเคลื่อน (Backpropagation Error to Adjust Weights) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอน ซึ่งการปรับค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยง มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (SSE) ของชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนมีค่าต่ำสุด มีรายละเอียดดังนี้

$$I_{o,o,k} = \sum w_{jk} O_{o,o,k} \tag{2.23}$$

$$O_{o,o,k} = \frac{1}{1+e^{-I_{o,o,k}}}$$

เมื่อ $I_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลอินพุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{o,j,o}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ j ในชั้นฮิดเดน

$w_{j,k}$ คือ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงจากโหนดที่ j ไปยังโหนดที่ k

การหาอนุพันธ์ของการแพร่แบบย้อนกลับใช้กฎลูกโซ่ (Chain Rule) มีรูปแบบดังนี้

$$\delta_{jk} = \frac{\partial SSE}{\partial w_{jk}} \left(\frac{\partial SSE}{\partial O_{o,o,k}} \right) \left(\frac{\partial O_{o,o,k}}{\partial I_{o,o,k}} \right) \left(\frac{\partial I_{o,o,k}}{\partial w_{jk}} \right)$$

จาก $e_k = D_k - O_{o,o,k}$

เมื่อ D_k คือ ข้อมูลจริงของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

$O_{o,o,k}$ คือ ข้อมูลเอาท์พุทของโหนดที่ k ในชั้นเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ $$SSE = \sum (D_k - O_{o,o,k})^2$$

ดังนั้น $$\left(\frac{\partial SSE}{\partial O_{o,o,k}}\right) = -2\sum (D_k - O_{o,o,k})$$

จาก $$O_{o,o,k} = \frac{1}{1+e^{-I_{o,o,k}}}$$

ดังนั้น $$\left(\frac{\partial O_{o,o,k}}{\partial I_{o,o,k}}\right) = O_{o,o,k}(1 - O_{o,o,k})$$

จาก $$I_{o,o,k} = \sum w_{j,k} O_{o,j,o}$$

ดังนั้น $$\left(\frac{\partial I_{o,o,k}}{\partial w_{jk}}\right) = O_{o,j,o}$$

จากสมการ $$\delta_{jk} = \frac{\partial SSE}{\partial w_{jk}}\left(\frac{\partial SSE}{\partial O_{o,o,k}}\right)\left(\frac{\partial O_{o,o,k}}{\partial I_{o,o,k}}\right)\left(\frac{\partial I_{o,o,k}}{\partial w_{jk}}\right)$$

สามารถเขียนรูปสมการใหม่

$$\delta_{jk} = 2e_k O_{o,o,k}(1 - O_{o,o,k}) O_{o,j,o} \tag{2.24}$$

จากสมการข้างต้น จะได้สมการที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนักคือ

$$\Delta w_{jk}^{(new)} = \eta \delta_{jk} O_{o,o,k} + \alpha \Delta w_{jk}^{(old)} \tag{2.25}$$

และ $$w_{jk}^{(new)} = w_{jk}^{(old)} + \Delta w_{jk}^{(new)} \tag{2.26}$$

เมื่อ α คือ ค่าโมเมนตัม เป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โมเมนตัมจะแสดงถึงสัดส่วนของน้ำหนักครั้งก่อนที่นำมาใช้ในการปรับน้ำหนักครั้งปัจจุบัน

η คือ อัตราการเรียนรู้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สำหรับการปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงระหว่างชั้นอินพุทกับชั้นฮิดเดน ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเอาท์พุทในชั้นฮิดเดน จะหาได้จากความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในชั้นเอาท์พุท แสดงดังสมการ

$$e_j = \sum w_{jk} e_k \tag{2.27}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของเอาท์พุทในชั้นฮิดเดนได้แล้ว จะสามารถหาค่าปรับน้ำหนักและคำนวณค่าน้ำหนักใหม่ได้จากสมการ

$$\delta_{ij} = 2e_j O_{o,j,o}(1 - O_{o,j,o})O_{o,j,o} \tag{2.28}$$

สมการที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนักคือ

$$\Delta w_{ij}^{(new)} = \eta \delta_{ij} O_{o,j,o} + \alpha \Delta w_{ij}^{(new)} \tag{2.29}$$

และ $$w_{ij}^{(new)} = w_{ij}^{(old)} + \Delta w_{ij}^{(new)} \tag{2.30}$$

เมื่อ α คือ ค่าโมเมนตัม เป็นค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โมเมนตัมจะแสดงถึงสัดส่วนของน้ำหนักครั้งก่อนที่นำมาใช้ในการปรับน้ำหนักครั้งปัจจุบัน

η คือ อัตราการเรียนรู้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

13. ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 5 ถึง 12 จนกว่าข้อมูลจะถูกป้อนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมจนหมด ซึ่งจะเรียกการคำนวณที่ใช้ข้อมูลทั้งหมดจนครบรอบว่า Epoch

14. คำนวณค่า RMS ของแต่ละรอบจากสมการ

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{nt}} \tag{2.31}$$

RMS คือ ค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Root Mean Square Error)

e_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์กับค่าจริงในรอบการสอน

nt คือ จำนวนค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบการสอน

หากค่า RMS มีค่าต่ำที่สุดหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะดำเนินการต่อในขั้นที่ 15 แต่ถ้า RMS มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (Terminate Criteria) ให้ย้อนกลับไปทำขั้นตอนที่ 5 ถึง 14 ใหม่

15. ตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียม โดยการนำค่าน้ำหนักที่ได้จากการฝึกโครงข่ายมาใช้ในการสร้างค่าพยากรณ์ข้อมูลกลุ่มที่ 2 แล้วทำการเปรียบเทียบค่า RMS ที่ได้จากข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนกับค่า RMS ที่ได้จากข้อมูลกลุ่มที่ 2 หากมีค่าแตกต่างกันมากทำการแก้ไขโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดลองตั้งค่าน้ำหนักเริ่มต้นใหม่
- ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมใหม่
- ทดลองเปลี่ยนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการพยากรณ์

16. นำโครงข่ายที่ได้ไปหาค่าพยากรณ์ต่อไป

2.1.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจาก

2.1.4.1 ตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ (Accuracy) ระหว่างค่าสังเกตกับค่าพยากรณ์ค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่จะใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มี 3 ค่าดังนี้

1. ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Squared Error : RMSE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ค่าที่วัดได้จะไวต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_t)^2}{n}}$$

2. ค่าเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ได้จากการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์เทียบกับค่าจริง ค่าวัดความถูกต้องนี้เป็นค่าไม่มีหน่วย จึงใช้ได้ทั้งกับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน และเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้อนุกรมเวลาชุดเดียวกัน

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|e_t / Y_t\right|}{n} \times 100$$

สำหรับการแปลความหมายของค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีนี้ จะพิจารณาว่ารูปแบบการพยากรณ์ใดที่ให้ค่าวัดต่ำสุดจะเป็นรูปแบบที่ให้ค่าพยากรณ์แม่นยำที่สุด (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 ตรวจสอบความเอนเอียง (Bias Test) ระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโดยใช้สมการถดถอยของค่าสังเกตบนค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบ

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 \hat{I}_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ I_t ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{I}_t$ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบ

และทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ทีละตัว โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

$H_0: \beta_0 = 0 \quad H_1: \beta_0 \neq 0$

และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1 \quad H_1: \beta_1 \neq 1$

ถ้าปฏิเสธ $H_0: \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1$ แสดงว่า ค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบมีความเอนเอียงจากค่าสังเกตจริง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วันดี เสาหิน (2538) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ของราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดย ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างราคาหลักทรัพย์กับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศ หลักทรัพย์ที่นำมาศึกษาประกอบด้วย 10 หลักทรัพย์จากกลุ่มหลักทรัพย์ 5 กลุ่ม กลุ่มละ 2 หลักทรัพย์ โดยเลือกหลักทรัพย์ที่มีปริมาณการซื้อขายมากที่สุด ณ วันที่ 30 ธันวาคม 2537 อนุกรมเวลาที่ใช้ในการศึกษาเป็นราคาปิดของหลักทรัพย์แต่ละวัน ตั้งแต่วันที่ 3 พฤษภาคม 2537 ถึงวันที่ 6 มีนาคม 2538 โดยแบ่งขนาดของอนุกรมเวลาเป็น 3 ขนาด ได้แก่ อนุกรมเวลาขนาดเล็ก ระยะเวลา 35 วัน ขนาดกลาง ระยะเวลา 75 วัน และขนาดใหญ่ ระยะเวลา 200 วัน โดยใช้วิธีการพยากรณ์เชิงสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ และเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยใช้ของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) เป็นเกณฑ์วัดความถูกต้อง จากการศึกษาพบว่า ในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ขนาดของอนุกรมเวลาไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ และวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งจะให้ผลดีกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ยกเว้น หลักทรัพย์ของบริษัทธนายง จำกัด (มหาชน) ซึ่งการพยากรณ์ต้องใช้อนุกรมขนาดใหญ่ และพยากรณ์ด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์คือวิธีที่เหมาะสม

ประกายรัตน์ สุวรรณ (2539) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ผลการศึกษาการพยากรณ์ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเวลาล่วงหน้า พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบผลบวก อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มคงที่และไม่คงที่ แต่วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเมื่อพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลแบบผลคูณ สำหรับอนุกรมเวลาที่มีรูปแบบฤดูกาลไม่ชัดเจนพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์

วัลลภา อุนวิจิตร (2539) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบการเรียนรู้ย้อนกลับ โดยสร้างโครงข่ายประสาทเทียม 6 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบประกอบด้วย โหนดในชั้นอินพุทจำนวน 20 40 80 160 320 และ 460 ตามลำดับ ในชั้นฮิดเดนจะใช้จำนวนโหนดเท่ากับรากที่สองของผลคูณจำนวนโหนดในชั้นข้อมูลนำเข้ากับชั้นแสดงค่าผลลัพธ์ สำหรับชั้นแสดงค่าผลลัพธ์จะมีจำนวนโหนดเท่ากับ 1 และใช้ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) ในการแปลงค่า ผลการศึกษาพบว่า จำนวนนิวรอลในชั้นข้อมูลนำเข้าไม่ควรมากหรือน้อยเกินไป เพราะจะส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการฝึกสอนมากขึ้นแต่ความแม่นยำในการพยากรณ์ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนโหนดและเวลาที่ใช้ในการฝึกสอน

กัญญารัตน์ บุษบรรณ (2540) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนคนไข้ในที่เข้ารับการรักษา และคนไข้ในที่จำหน่ายของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ 3 โรงพยาบาล ได้แก่ โรงพยาบาลราชวิถี โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ และโรงพยาบาลศิริราช โดยใช้วิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีโฮลท์และวินเทอร์ วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ และวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน อนุกรมเวลาที่นำมาศึกษาเป็นอนุกรมเวลารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2525 ถึงเดือนธันวาคม 2536 จากการศึกษาพบว่า วิธีโฮลท์และวินเทอร์เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์จำนวนคนไข้ในที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลศิริราชและจำนวนคนไข้ในที่จำหน่ายในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์จำนวนคนไข้ในที่เข้ารับการรักษา และจำนวนคนไข้ในที่จำหน่ายในโรงพยาบาลราชวิถี จำนวนคนไข้ในที่จำหน่ายในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกรมแพทย์ทหารอากาศ และจำนวนคนไข้ในที่จำหน่ายในโรงพยาบาลศิริราช สำหรับ ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่นำมาศึกษา เนื่องจากเมื่อนำตัวแบบที่ได้ไปพยากรณ์จะให้ค่าแตกต่างจากค่าจริงมาก

ทัดดาว แนบเนียน (2545) ได้ทำการศึกษาเพื่อหารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ 6 สกุล ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ โดยการศึกษาจะหาขนาดอนุกรมเวลาที่เหมาะสมสำหรับสร้างรูปแบบการพยากรณ์ที่ให้ความถูกต้องสูงสุด จากอนุกรมเวลา 3 ขนาด ได้แก่ 30 60 และ150 ซึ่งวิธีโครงข่ายประสาทเทียม จะกำหนดโครงข่าย 5 ลักษณะ คือ 10×8×5, 10×12×15, 10×20×5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 10×24×5 นอกจากนี้ใช้อนุกรมขนาด 200 และสร้างโครงข่าย 144×20×5 เพื่อศึกษาปัจจัยสำคัญ 3 ปัจจัยได้แก่ ผลกระทบของการทำธุรกรรมก่อนหรือหลังวันหยุด การเคลื่อนไหวระยะสั้น นำค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงสุดไปเปรียบเทียบกับวิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ อนุกรมเวลาที่นำมาศึกษาเป็นอนุกรมเวลารายวันของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลล่าร์สหรัฐฯ มาร์กเยอรมัน ปอนด์อังกฤษ ฟรังสวิสเซอร์แลนด์ เงินยูโรและเยนญี่ปุ่นกับเงินบาทไทย โดยเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 ถึง เดือนตุลาคม 2544 ผลการศึกษาพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ความถูกต้องของค่าพยากรณ์สูงกว่าวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ยกเว้น เงินเยนญี่ปุ่นที่วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ให้ความถูกต้องของค่าพยากรณ์สูงกว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

นคร ยิ้มศิริวัฒนะ (2546) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนระยะสั้นของเงินตราต่างประเทศสกุลหลัก 4 สกุล คือ ดอลล่าร์สหรัฐฯ มาร์กเยอรมันนี ปอนด์อังกฤษและเยนญี่ปุ่นกับเงินบาทไทย ด้วยวิธี Artificial Neural Networks ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิและเป็นข้อมูลรายวันในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2544 และในการศึกษาได้ใช้วิธีการ Backpropagation Neural Networks ผลการศึกษาจากการทดลองพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนและความแตกต่างหรือความเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยนในช่วงเวลา t กับ t-1 ในช่วงวันที่ 3 ตุลาคม 2544 ถึง 28 ธันวาคม 2544 พบว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์สูงกว่าค่าจริง (Overestimate) การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลล่าร์สหรัฐฯมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) น้อยที่สุด สำหรับการพยากรณ์ความแตกต่างหรือความเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยนในช่วงเวลา t กับ t-1ของเงินตรา 4 สกุลมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) สูงและค่าพยากรณ์สูงกว่าค่าที่แท้จริง

ธนาวุฒิ ศรีวิรักษ์ (2546) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ภาวะเงินเฟ้อระหว่างตัวแบบ ARIMA ตัวแบบอัตราดอกเบี้ยตัวแบบ Transfer Function และตัวแบบ VAR โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ภาวะเงินเฟ้อระหว่างตัวแบบทั้ง 4 ตัวแบบ โดยใช้รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) การทดสอบความเอนเอียง และตรวจสอบการมีส่วนร่วมเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ ในการศึกษาใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 ถึง ธันวาคม 2542 ซึ่งประกอบด้วยอนุกรมเวลาภาวะเงินเฟ้อ อัตราดอกเบี้ยซื้อคืนเฉลี่ย ปริมาณเงินตามความหมายแคบ ราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบในตลาดทั่วโลก ปริมาณเงินตามความหมายกว้าง และมูลค่าสินค้านำเข้า จากการศึกษาพบว่า ตัวแบบ ARIMA และตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ตัวแบบที่เหมาะสมเป็นตัวแบบเดียวกัน จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่า ตัวแบบ VAR ให้ค่าพยากรณ์ภาวะเงินเฟ้อที่มีความถูกต้องมากที่สุด จากการทดสอบความเอนเอียงพบว่ามีเพียงตัวแบบ VAR เท่านั้นที่ให้ค่าพยากรณ์ที่ไม่เอนเอียง และจากการตรวจสอบการมีส่วนร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ภาวะเงินเฟ้อพบว่า ตัวแบบทุกตัวแบบให้สาระสนเทศในการพยากรณ์คล้ายคลึงกัน

De Matos (1994) ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนญี่ปุ่นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 2 ประเภทได้แก่ Feedforward และ Recurrent Backpropagation กับตัวแบบนีฟ (naïve Model) โดยใช้ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยน 1 เดือนย้อยหลังเป็นข้อมูลในการฝึกสอน ผลการศึกษาพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมทั้ง 2 ประเภทมีประสิทธิภาพในการทำนายสูงกว่าตัวแบบนีฟ (naïve Model) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีโครงข่ายประสาทเทียมด้วยกันพบว่า Feedforward มีประสิทธิภาพในการทำนายสูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อใช้ Feedforward เป็นเครื่องมือทางเทคนิคเพื่อตัดสินใจทำการซื้อขายเงินล่วงหน้า จะทำให้ได้รับผลตอบแทนเฉลี่ยร้อยละ 21.56 ต่อปี

Helmer และ Johansson (1997) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าใช้จ่ายในการโฆษณากับยอดขาย โดยใช้วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับผลการวิเคราะห์จากผู้วิจัยหลายๆท่านซึ่งใช้วิธีการที่แตกต่างกันได้แก่ Palda(1964) ใช้วิธีการ econometric methods Clarke และ McCann (1973) ใช้วิธีการ predictive testing and cross spectral analysis Houston และ Weiss (1975) ใช้วิธีการ carryover effect model และ Box-Jenkins univariate analysis ซึ่ง Helmer และ Johansson สรุปว่า ตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับค่าใช้จ่ายในการโฆษณาและยอดขายได้แก่ตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาการวิจัย มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล
2. หาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม
3. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์
4. วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ เก็บรวบรวมข้อมูลจากสถาบันวิจัยยาง ซึ่งประกอบด้วย ราคาน้ำยางสด ราคายางแผ่นดิบ และราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ ตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่ ซึ่งเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยจากธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน

3.2 หาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

หาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของแต่ละวิธี ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1. วิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1.1 กำหนดตัวแบบ ก่อนการกำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลาแต่ละชุด จะต้องพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นมีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีหรือไม่หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีต้องแปลงอนุกรมเวลาใหม่ให้เป็นสเตชันนารีก่อน จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบ ARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)_L$ โดยพิจารณาจากลักษณะ ACF และ PACF ของข้อมูลอนุกรมเวลา

3.2.1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

3.2.1.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

3.2.1.4 การพยากรณ์ นำตัวแบบที่ได้มาพยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ซึ่งใช้ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินไทยบาทเป็นอนุกรมเวลาอีกชุดหนึ่งซึ่งคาดว่ามีความสัมพันธ์กับอนุกรมเวลาที่จะพยากรณ์นั่นคือราคายางพารา มีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 หาตัวแบบให้กับอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย ก่อนการกำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลา จะต้องพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นมีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีหรือไม่ หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารีต้องแปลงอนุกรมเวลาใหม่ให้เป็นสเตชันนารีก่อน จากนั้นกำหนดตัวแบบ ARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)_L$ ให้กับข้อมูลอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยโดยพิจารณาจากลักษณะ ACF และ PACF ของข้อมูลอนุกรมเวลา ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

3.2.2.2 นำตัวแบบที่ได้จากข้อ 3.3.2.1 หาค่าพยากรณ์และคำนวณผลต่างระหว่างค่าสังเกตอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินไทยกับค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้จากตัวแบบ ซึ่งค่าที่ได้คือ ความคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลานำเข้า (α_t)

3.2.2.3 ใช้ตัวแบบเดียวกันกับข้อ 3.3.2.2 กับข้อมูลราคายางพารา หาค่าพยากรณ์และคำนวณผลต่างระหว่างค่าสังเกตราคายางพารากับค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้จากตัวแบบ ซึ่งค่าที่ได้คือ ความคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลาผลลัพธ์ (β_t)

3.2.2.4 หาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ข้ามของตัวอย่าง (Sample Cross Correlation Function หรือ SCC) ระหว่าง α_t และ β_t หาได้จาก

$$r_k(\beta_t,\alpha_t)=\frac{\sum_{t=1}^{n-k}(\alpha_t-\bar{\alpha})(\beta_{t+k}-\bar{\beta})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n}(\alpha_t-\bar{\alpha})^2\sum_{t=1}^{n}(\beta_t-\bar{\beta})^2}};k=0,\pm1,\pm2,...$$

เมื่อ $\bar{\alpha}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\{\alpha_t\}$

$\bar{\beta}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\{\beta_t\}$

n คือ ขนาดของอนุกรมเวลา

3.2.2.5 การกำหนดตัวแบบเบื้องต้นสำหรับทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน รูปแบบทั่วไปของตัวแบบเบื้องต้นสำหรับทรานสเฟอร์ฟังก์ชันคือ

$$Z_t=\mu+\frac{C\omega(B)}{\delta(B)}B^bZ_t^{(x)}+\eta_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $Z_t^{(x)}$ ค่า สังเกตของอนุกรมเวลานำเข้าที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี

Z_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลาผลลัพธ์ที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี

μ คือ ค่าคงที่

C คือ พารามิเตอร์สัดส่วนที่ไม่ทราบค่า

η_t คือ ส่วนประกอบของค่าความคลาดเคลื่อน

b คือ จำนวนคาบก่อนที่อนุกรมเวลานำเข้าเริ่มส่งผลกับอนุกรมเวลาผลลัพธ์ซึ่งเท่ากับ lag ที่พบค่าสูงสุดค่าแรกของ $r_k(\beta_t, \alpha_t)$

$$\omega(B) = 1 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \ldots - \omega_s B^s$$
$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \ldots - \delta_r B^r$$

3.2.2.6 การกำหนดตัวแบบ ARIMA $(p_n,0,q_n)$ สำหรับ η_t ก่อนการกำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลา จะต้องพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นมีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารีหรือไม่ การกำหนดตัวแบบ ARIMA ของอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$ โดยพิจารณาจากค่า $r_k\{\eta_t\}$ และ $r_{kk}\{\eta_t\}$ มีขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ซึ่งมีขั้นตอน คือ การกำหนดตัวแบบ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ การตรวจสอบพารามิเตอร์แต่ละตัวในตัวแบบ และการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจะได้สมการ

$$\eta_t = \frac{\hat{\phi}_{pn}(B)}{\hat{\theta}_{qn}(B)}\varepsilon_t$$

เมื่อ $\hat{\phi}_{pn}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟ ของอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$

$\hat{\theta}_{qn}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ของอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$

η_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลา t จากอนุกรมเวลา $\{\eta_t\}$

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t มีการแจกแจงที่เป็นอิสระกันแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

จากขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนของวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน จะได้ตัวแบบ

$$Z_t = \mu + \frac{C\omega(B)}{\delta(B)}B^b Z_t^{(x)} + \frac{\phi_{pn}(B)}{\theta_{qn}(B)}\varepsilon_t$$

3.2.2.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ

3.2.2.8 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

3.2.2.9 การพยากรณ์ นำตัวแบบที่ได้มาพยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม มีขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 สร้างรูปแบบการพยากรณ์ โดยการกำหนดลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่ จำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน และชั้นเอาท์พุท และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์ เนื่องจากยังไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนที่จะใช้ในการกำหนดโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม ดังนั้นการได้มาซึ่งจำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน จึงได้จากการทดลองกำหนดจำนวนโหนดในชั้นอินพุท ชั้นฮิดเดน

3.2.3.2 ศึกษาความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเมื่อเพิ่มปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อราคายางพาราทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย

ข้อมูลที่ใช้ป้อนเข้าสู่โหนดอินพุทเพื่อใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่

- อนุกรมเวลาราคายางพาราย้อนหลัง
- อนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย

จำนวนรอบการสอน หมายถึง จำนวนครั้งที่ทำการสอนโดยโครงข่ายประสาทเทียมชุดเดิม หากกำหนดให้จำนวนรอบการสอนมีค่าสูงเกินไป ไม่ได้ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ได้มากขึ้น ควรประมาณจำนวนรอบการสอนที่น้อยที่สุดที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหนึ่งๆที่ทำให้โครงข่ายเกิดการเรียนรู้ (ศุภัทรา สุนทราภัย, 2539) จำนวนรอบการสอนอาจใช้ได้ตั้งแต่ 20,000 ถึง 100,000 รอบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงข่าย (ทัดดาว แนบเนียน, 2545) สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดจำนวนรอบการสอนเท่ากับ 40,000 รอบ

ทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่ใช้คือ ซิกมอยด์ฟังก์ชันเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ให้ค่าเอาท์พุทที่เป็นค่าต่อเนื่องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และเป็นฟังก์ชันที่สามารถหาค่าอนุพันธ์ได้ (ทัดดาว แนบเนียน, 2545)

3.2.3.3 นำอนุกรมเวลาราคายางพารา มาจัดเตรียมเพื่อใช้เป็นข้อมูลอินพุท โดยแบ่งลักษณะข้อมูลอินพุทเป็น 2 ประเภท

ประเภทที่ 1 ประกอบด้วย อนุกรมเวลาราคายางพาราย้อนหลัง

ประเภทที่ 2 ประกอบด้วย อนุกรมเวลาราคายางพาราย้อนหลังและอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินไทย

3.2.3.4 นำข้อมูลอินพุทที่จัดเตรียมไว้ทั้ง 2 ประเภทมาทำการฝึกสอนโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ และสร้างค่าพยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจาก

3.3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ ระหว่างค่าสังเกตกับค่าพยากรณ์ ค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ได้แก่

3.3.1.1 รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_t)^2}{n}}$$

3.3.1.2 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|e_t / Y_t\right|}{n} \times 100$$

สำหรับการแปลความหมายของค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีนี้ จะพิจารณาว่ารูปแบบการพยากรณ์ใดที่ให้ค่าวัดต่ำสุดจะเป็นรูปแบบที่ให้ค่าพยากรณ์แม่นยำที่สุด (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539)

3.3.2 ตรวจสอบความเอนเอียง ระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโดยใช้สมการถดถอยของค่าสังเกตบนค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบ

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 \hat{I}_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ I_t ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{I}_t$ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบ

และทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ทีละตัว โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

$H_0: \beta_0 = 0 \quad H_1: \beta_0 \neq 0$

และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1 \quad H_1: \beta_1 \neq 1$

ถ้าปฏิเสธ $H_0: \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1$ แสดงว่า ค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบมีความเอนเอียงจากค่าสังเกตจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตัดสินใจเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราจากทั้ง 3 วิธี และสรุปผลการศึกษาว่าวิธีใดเหมาะสมที่จะใช้กับการพยากรณ์ราคายางพาราที่นำมาศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

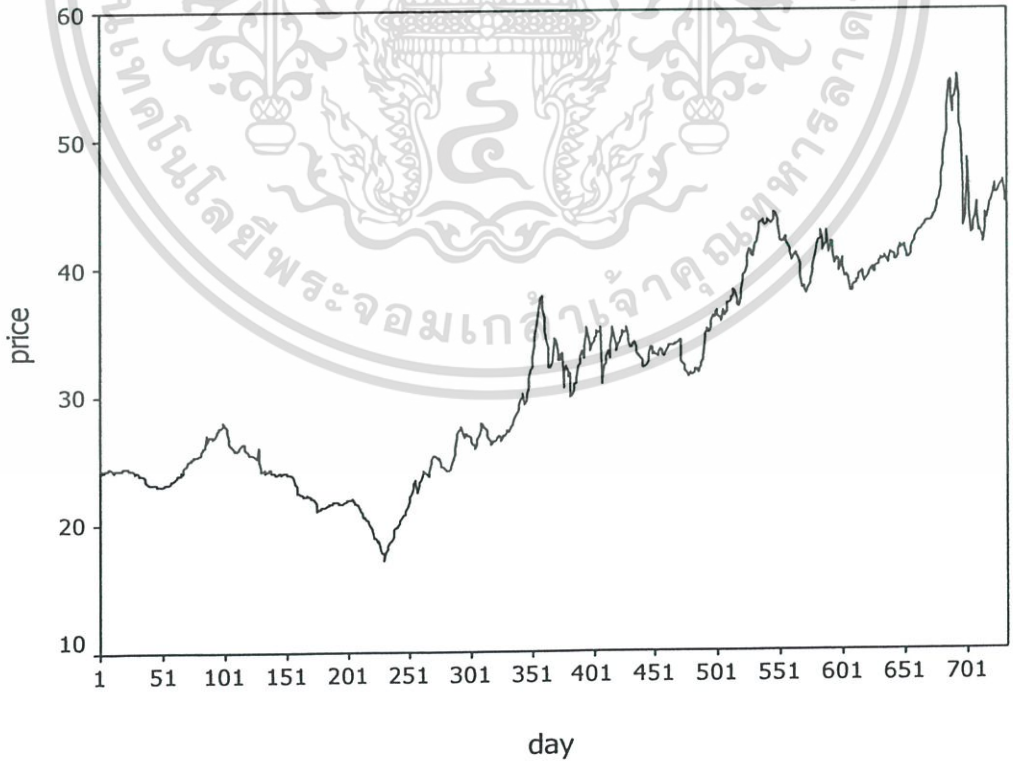
การนำเสนอผลการวิจัยในบทนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนกล่าวคือ ในส่วนแรกเป็นกำหนดตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ราคายางแผ่นดิบ และราคาน้ำยางสด โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และในส่วนที่ 2 จะเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบเหล่านี้ในการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ราคายางแผ่นดิบ และราคาน้ำยางสด

4.1 ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

4.1.1 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

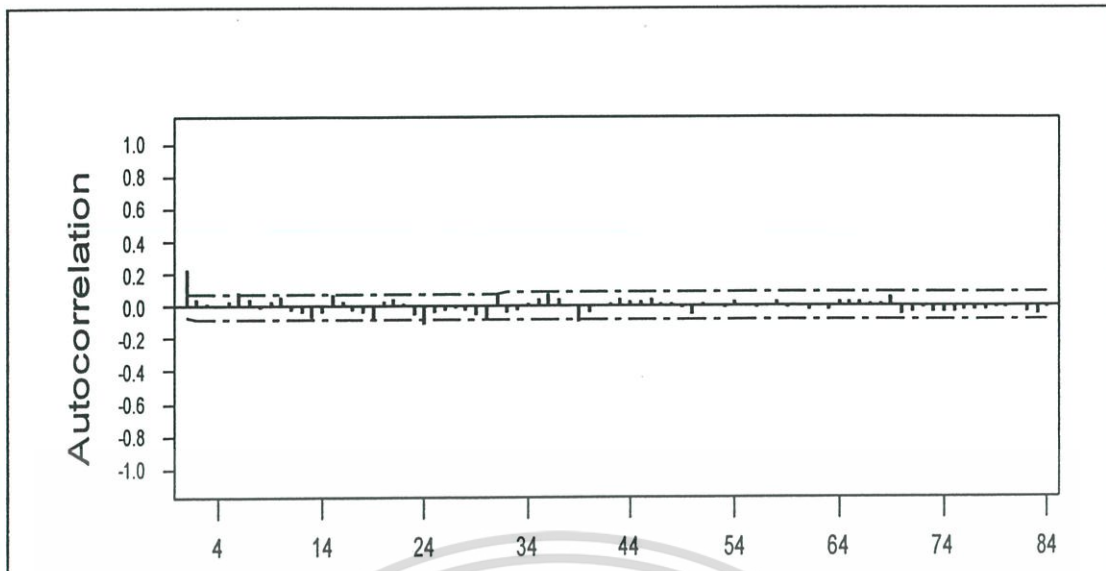
4.1.1.1 ยางแผ่นรมควันชั้น 3

จากรูปที่ 4.1 พบว่าราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและการกระจายของข้อมูลไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นอนุกรมเวลาอาจจะมีความแปรปรวนที่ไม่คงที่ อันเนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มและความแปรปรวนไม่คงที่ จึงต้องทำการแปลงข้อมูลเป็นค่าลอกการิทึมเพื่อปรับให้ความแปรปรวนของอนุกรมเวลาคงที่และหาผลต่างอันดับที่ 1 เพื่อปรับให้ระดับของอนุกรมเวลาคงที่



รูปที่ 4.1 แสดงราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546

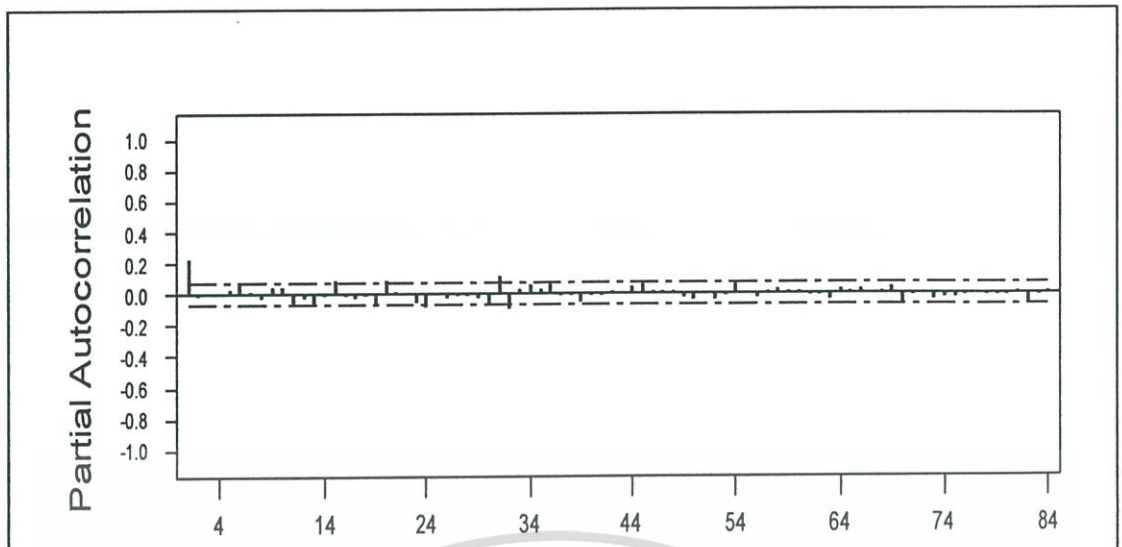
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.23	6.33	40.28	16	0.03	0.72	64.79	31	0.07	1.62	101.09	46	0.05	1.16	125.01	61	-0.02	-0.51	131.03
2	0.04	0.97	41.33	17	-0.03	-0.65	65.30	32	-0.05	-1.15	102.85	47	0.02	0.43	125.27	62	-0.01	-0.13	131.05
3	0.01	0.23	41.39	18	-0.04	-0.91	66.30	33	-0.03	-0.67	103.45	48	0.01	0.21	125.33	63	-0.03	-0.66	131.70
4	0.00	0.04	41.40	19	-0.09	-2.22	72.27	34	0.01	0.28	103.56	49	-0.02	-0.47	125.66	64	0.03	0.61	132.24
5	0.03	0.77	42.06	20	0.03	0.83	73.11	35	0.05	1.12	105.24	50	-0.06	-1.39	128.43	65	0.02	0.54	132.67
6	0.08	2.14	47.23	21	0.05	1.13	74.69	36	0.08	1.84	109.85	51	0.01	0.31	128.57	66	0.03	0.75	133.51
7	0.05	1.22	48.92	22	0.02	0.49	74.99	37	0.05	1.17	111.73	52	-0.00	-0.08	128.57	67	0.01	0.34	133.69
8	-0.01	-0.36	49.07	23	-0.06	-1.55	78.00	38	0.00	0.04	111.73	53	-0.01	-0.21	128.64	68	0.01	0.23	133.76
9	0.03	0.86	49.93	24	-0.11	-2.65	86.84	39	-0.10	-2.26	118.74	54	0.03	0.78	129.51	69	0.05	1.26	136.15
10	0.06	1.50	52.53	25	-0.04	-1.01	88.15	40	-0.04	-0.98	120.08	55	0.00	0.08	129.52	70	-0.06	-1.44	139.29
11	-0.03	-0.72	53.14	26	-0.03	-0.78	88.93	41	-0.00	-0.09	120.09	56	-0.02	-0.49	129.87	71	-0.04	-0.94	140.65
12	-0.04	-1.13	54.61	27	-0.02	-0.46	89.21	42	0.02	0.41	120.33	57	0.01	0.13	129.90	72	-0.01	-0.20	140.71
13	-0.08	-1.90	58.83	28	-0.03	-0.73	89.89	43	0.04	0.94	121.58	58	0.03	0.69	130.59	73	-0.04	-0.88	141.91
14	-0.04	-1.12	60.31	29	-0.06	-1.47	92.70	44	0.03	0.61	122.11	59	-0.01	-0.19	130.64	74	-0.04	-0.86	143.03
15	0.07	1.80	64.17	30	-0.08	-1.94	97.60	45	0.04	0.84	123.11	60	-0.00	-0.07	130.65	75	-0.04	-0.87	144.20

รูปที่ 4.2 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	0.23	6.33	16	-0.02	-0.49	31	0.11	3.01	46	0.02	0.48	61	-0.02	-0.41
2	-0.02	-0.49	17	-0.03	-0.76	32	-0.09	-2.56	47	0.01	0.32	62	-0.01	-0.34
3	0.00	0.13	18	-0.01	-0.34	33	0.03	0.76	48	0.01	0.24	63	-0.04	-1.00
4	-0.00	-0.03	19	-0.07	-2.01	34	0.05	1.42	49	-0.03	-0.87	64	0.03	0.94
5	0.03	0.86	20	0.08	2.23	35	0.03	0.79	50	-0.04	-1.09	65	0.02	0.55
6	0.07	1.99	21	0.02	0.46	36	0.06	1.58	51	-0.01	-0.17	66	0.03	0.68
7	0.01	0.32	22	0.00	0.03	37	-0.01	-0.29	52	-0.04	-1.03	67	-0.00	-0.07
8	-0.03	-0.85	23	-0.06	-1.60	38	-0.02	-0.56	53	-0.02	-0.57	68	0.01	0.35
9	0.05	1.26	24	-0.09	-2.40	39	-0.06	-1.54	54	0.05	1.39	69	0.04	1.16
10	0.04	1.19	25	-0.00	-0.04	40	-0.02	-0.47	55	0.00	0.00	70	-0.08	-2.06
11	-0.06	-1.62	26	-0.02	-0.60	41	-0.02	-0.56	56	-0.04	-0.97	71	-0.01	-0.40
12	-0.04	-0.95	27	-0.02	-0.41	42	0.01	0.31	57	0.02	0.55	72	0.00	0.09
13	-0.06	-1.71	28	-0.01	-0.21	43	0.00	0.04	58	0.02	0.59	73	-0.04	-1.01
14	-0.01	-0.27	29	-0.04	-0.95	44	0.04	0.97	59	0.01	0.30	74	-0.03	-0.83
15	0.09	2.34	30	-0.07	-1.97	45	0.05	1.37	60	0.02	0.44	75	-0.03	-0.70

รูปที่ 4.3 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

จากรูปที่ 4.2 พบว่าฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง (ACF) ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่าอนุกรมเวลาผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นแบบ Stationary ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในตนเองหลัง lag ที่ 1 ลดลงแบบ sine wave และเมื่อพิจารณาประกอบกับค่าประมาณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วน (PACF) แล้ว พบว่า cut off หลัง lag ที่ 1 (รูปที่ 4.3) ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 คือ ARIMA(1,1,0) หรือ $Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t$

โดยมีค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเป็นดังนี้ $\hat{\phi}_1 = 0.23379509$ $\hat{\delta} = 0.00083794$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าประมาณพารามิเตอร์มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่ามีเพียง $\hat{\phi}_1$ เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.2) ดังนั้นตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ หรือตัวแบบ ARIMA สำหรับพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 คือ

$$\ln Y_t = 1.236 \ln Y_{t-1} - 0.236 \ln Y_{t-2} + \ln \varepsilon_t$$

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0)

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	730	.15206451	.000209

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	.23379509	.03598178	6.4975910	.00000000
$\hat{\delta}$	.00083794	.00069591	1.2040858	.22894667

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,1,0) หลังปรับตัวแบบ

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	731	.15236556	.00020842

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	.23622879	.03593522	6.5737399	.0000000

ตารางที่ 4.3 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA(1,1,0)

Autocorrelation Check of Residuals

Lag	12	24	36	48	60	72	84
DF	11	23	35	47	59	71	83
Chi-Square	10.99	34.78	42.741	77.192	84.429	96.867	103.393
P-Value	0.444	0.055	0.062	0.004	0.017	0.023	0.064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

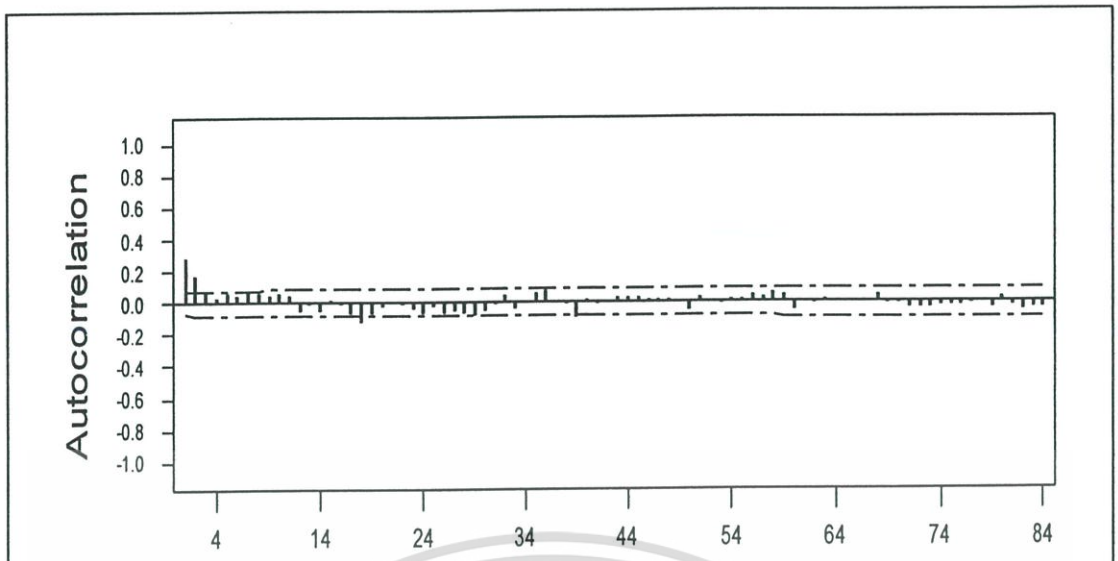
จากตารางที่ 4.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน[$r_k(e_t)$] ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ด้วยสถิติ Box-Ljung พบว่า Q ที่ lag 84 เท่ากับ 103.393 ซึ่งน้อยกว่า $\chi^2_{.05,83}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 103.585 แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่กำหนดนั้นเหมาะสมแล้ว

4.1.1.2 ราคายางแผ่นดิบ

จากรูปที่ 4.4 พบว่าราคายางแผ่นดิบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและการกระจายของข้อมูลไม่สม่ำเสมอดังนั้นอนุกรมเวลาน่าจะมีความแปรปรวนที่ไม่คงที่ อันเนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มและความแปรปรวนไม่คงที่ จึงต้องทำการแปลงข้อมูลเป็นค่าลอกการิทึมเพื่อปรับให้ความแปรปรวนของอนุกรมเวลาคงที่และหาผลต่างอันดับที่ 1 เพื่อปรับให้ระดับของอนุกรมเวลาให้คงที่

รูปที่ 4.4 แสดงราคายางแผ่นดิบ ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546

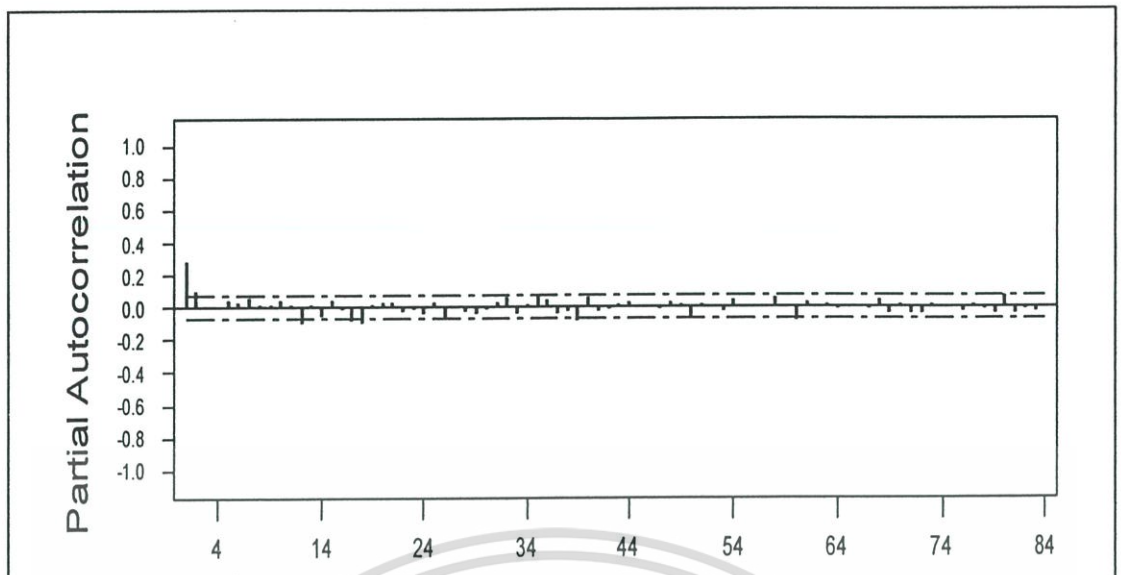
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.29	7.74	60.19	16	-0.01	-0.28	109.48	31	-0.01	-0.17	156.64	46	0.02	0.43	175.71	61	-0.01	-0.11	189.19
2	0.18	4.45	83.34	17	-0.08	-1.84	114.00	32	0.04	0.95	157.98	47	0.01	0.23	175.79	62	-0.01	-0.25	189.29
3	0.07	1.71	86.95	18	-0.13	-3.10	126.92	33	-0.04	-0.89	159.16	48	0.02	0.36	176.00	63	0.01	0.19	189.35
4	0.03	0.83	87.81	19	-0.08	-1.79	131.34	34	-0.00	-0.08	159.17	49	-0.00	-0.06	176.00	64	-0.00	-0.08	189.36
5	0.05	1.32	89.99	20	-0.03	-0.61	131.85	35	0.05	1.19	161.32	50	-0.06	-1.40	179.11	65	0.00	0.09	189.38
6	0.05	1.18	91.75	21	0.00	0.08	131.86	36	0.07	1.58	165.08	51	0.02	0.53	179.55	66	0.00	0.04	189.38
7	0.08	1.84	96.06	22	-0.02	-0.50	132.20	37	-0.00	-0.06	165.09	52	-0.00	-0.02	179.55	67	0.01	0.12	189.40
8	0.06	1.37	98.46	23	-0.04	-0.83	133.17	38	-0.01	-0.33	165.25	53	-0.01	-0.20	179.61	68	0.05	0.99	191.04
9	0.04	1.02	99.80	24	-0.07	-1.58	136.71	39	-0.10	-2.25	173.00	54	0.02	0.45	179.93	69	-0.02	-0.47	191.41
10	0.06	1.50	102.72	25	-0.03	-0.73	137.46	40	0.01	0.24	173.09	55	0.02	0.47	180.28	70	-0.01	-0.17	191.45
11	0.04	0.98	103.98	26	-0.07	-1.73	141.71	41	-0.02	-0.41	173.35	56	0.04	0.83	181.41	71	-0.05	-1.03	193.25
12	-0.05	-1.28	106.13	27	-0.06	-1.32	144.23	42	0.01	0.15	173.38	57	0.03	0.69	182.18	72	-0.04	-0.91	194.64
13	-0.01	-0.29	106.25	28	-0.07	-1.69	148.36	43	0.03	0.58	173.92	58	0.06	1.25	184.72	73	-0.04	-0.89	195.99
14	-0.06	-1.50	109.22	29	-0.09	-2.04	154.45	44	0.03	0.69	174.67	59	0.04	0.88	185.99	74	-0.02	-0.48	196.38
15	0.01	0.35	109.37	30	-0.05	-1.20	156.59	45	0.03	0.69	175.42	60	-0.06	-1.39	189.17	75	-0.03	-0.60	196.99

รูปที่ 4.5 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	0.29	7.74	16	-0.02	-0.54	31	0.03	0.74	46	-0.00	-0.04	61	0.03	0.93
2	0.10	2.81	17	-0.09	-2.38	32	0.05	1.42	47	-0.02	-0.56	62	0.00	0.06
3	-0.01	-0.16	18	-0.10	-2.80	33	-0.05	-1.28	48	0.03	0.71	63	0.01	0.25
4	-0.00	-0.03	19	0.01	0.34	34	0.02	0.56	49	0.01	0.37	64	-0.02	-0.53
5	0.04	1.18	20	0.03	0.78	35	0.07	1.82	50	-0.08	-2.04	65	0.00	0.11
6	0.02	0.64	21	0.02	0.63	36	0.04	1.01	51	0.02	0.54	66	-0.00	-0.01
7	0.05	1.37	22	-0.02	-0.60	37	-0.05	-1.24	52	0.01	0.14	67	-0.01	-0.38
8	0.02	0.44	23	-0.02	-0.51	38	-0.03	-0.68	53	-0.02	-0.66	68	0.04	0.97
9	0.01	0.20	24	-0.04	-1.12	39	-0.09	-2.39	54	0.05	1.33	69	-0.04	-1.20
10	0.04	1.12	25	0.03	0.70	40	0.06	1.70	55	-0.00	-0.08	70	0.01	0.37
11	0.01	0.21	26	-0.07	-1.79	41	-0.04	-0.96	56	0.00	0.12	71	-0.04	-0.98
12	-0.09	-2.52	27	-0.01	-0.17	42	-0.02	-0.56	57	0.00	0.04	72	-0.04	-1.05
13	0.01	0.32	28	-0.03	-0.92	43	0.01	0.35	58	0.06	1.65	73	0.01	0.24
14	-0.05	-1.48	29	-0.05	-1.33	44	0.03	0.89	59	0.01	0.15	74	0.00	0.07
15	0.04	1.20	30	-0.02	-0.57	45	-0.00	-0.12	60	-0.09	-2.33	75	0.00	0.05

รูปที่ 4.6 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาของราคายางแผ่นดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 พบว่าฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง (ACF) ของผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบ มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่าอนุกรมเวลาผลต่างอันดับที่ 1 ของค่าลอกการิทึมของราคายางแผ่นดิบ เป็นแบบ Stationary ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในตนเองหลัง lag ที่ 2 ลดลงแบบ sine wave และเมื่อพิจารณาประกอบกับค่าประมาณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วน (PACF) และพบว่า cut off หลัง lag ที่ 2 (รูปที่ 4.6) ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบ คือ ARIMA(2,1,0) หรือ

$$Z_t = \delta_t + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \varepsilon_t$$

จากตารางที่ 4.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเป็นดังนี้ $\hat{\phi}_1 = 0.2750$ $\hat{\phi}_2 = 0.0818$ และ $\hat{\delta} = 0.0005768$

เมื่อนำค่าประมาณพารามิเตอร์มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่ามีเพียง $\hat{\phi}_1$ และ $\hat{\phi}_2$ เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.5) ดังนั้นตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ หรือตัวแบบ ARIMA สำหรับพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ คือ

$$\ln Y_t = 1.277 \ln Y_{t-1} - 0.193 \ln Y_{t-2} - 0.084 \ln Y_{t-3} + \ln \varepsilon_t$$

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(2,1,0)

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	729	0.127215	0.000175

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	0.2750	0.0369	7.45	0.000
$\hat{\phi}_2$	0.0818	0.0369	2.21	0.027
$\hat{\delta}$	0.0005768	0.0004883	1.18	0.238

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(2,1,0) หลังปรับตัวแบบ

Analysis of Variance:				
		DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
	Residuals	730	0.127458	0.000175
Variables in the Model:				
	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	0.2771	0.0369	7.51	0.000
$\hat{\phi}_2$	0.0839	0.0369	2.27	0.023

ตารางที่ 4.6 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA(2,1,0)

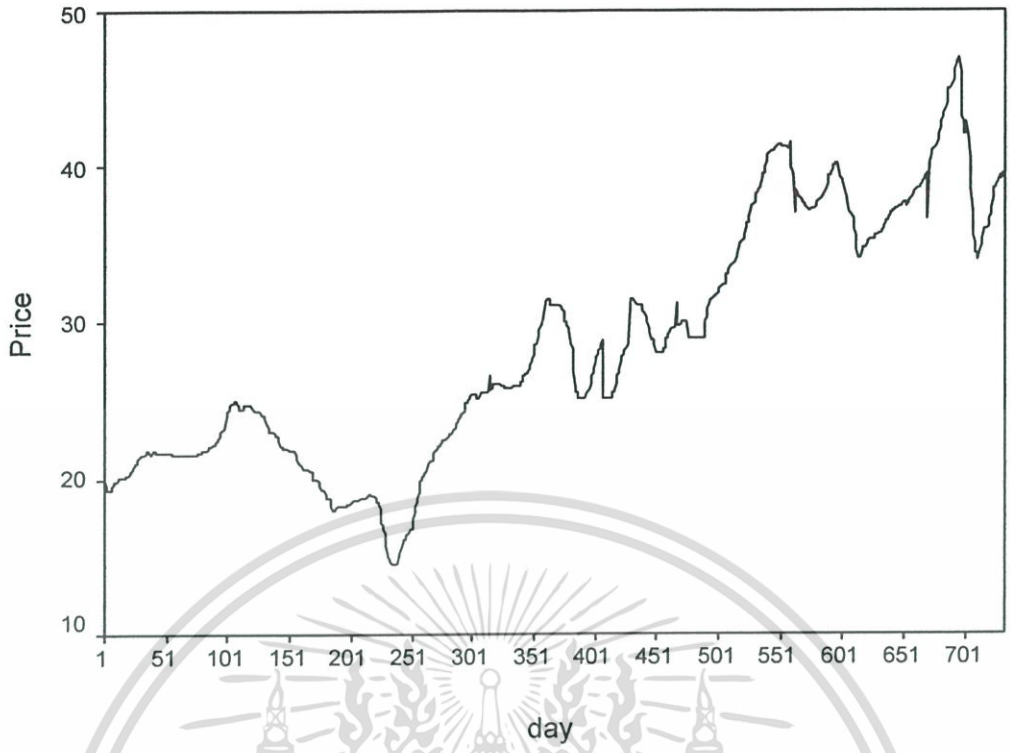
Autocorrelation Check of Residuals							
Lag	12	24	36	48	60	72	84
DF	10	22	34	46	58	70	82
Chi-Square	5.335	26.117	41.753	57.938	73.491	89.274	100.705

จากตารางที่ 4.6 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน$[r_k(e_t)]$ ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ ด้วยสถิติ Box-Ljung พบว่า Q ที่ lag 84 เท่ากับ 100.705 ซึ่งน้อยกว่า $\chi^2_{.05,82}$ มีค่าเท่ากับ 103.017 แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่กำหนดนั้นเหมาะสมแล้ว

4.1.1.3 ราคาน้ำยางสด

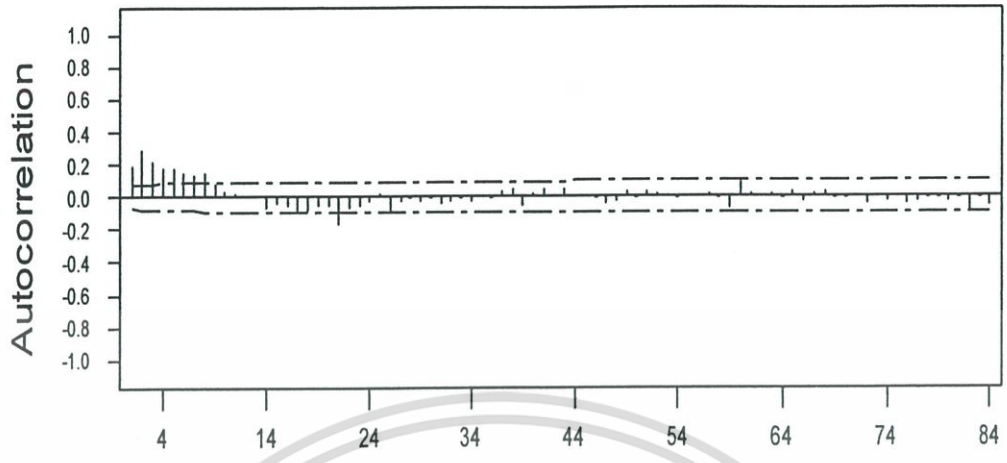
จากรูปที่ 4.7 พบว่าราคาน้ำยางสด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และการกระจายของข้อมูลไม่สม่ำเสมอดังนั้นอนุกรมเวลาน่าจะมีความแปรปรวนที่ไม่คงที่ อันเนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มและความแปรปรวนไม่คงที่ จึงต้องทำการแปลงข้อมูลเป็นค่าลอกการิทึมเพื่อปรับให้ความแปรปรวนของอนุกรมเวลาคงที่และหาผลต่างอันดับที่ 1 เพื่อปรับให้ระดับของอนุกรมเวลาให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงราคาน้ำยางสด ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546

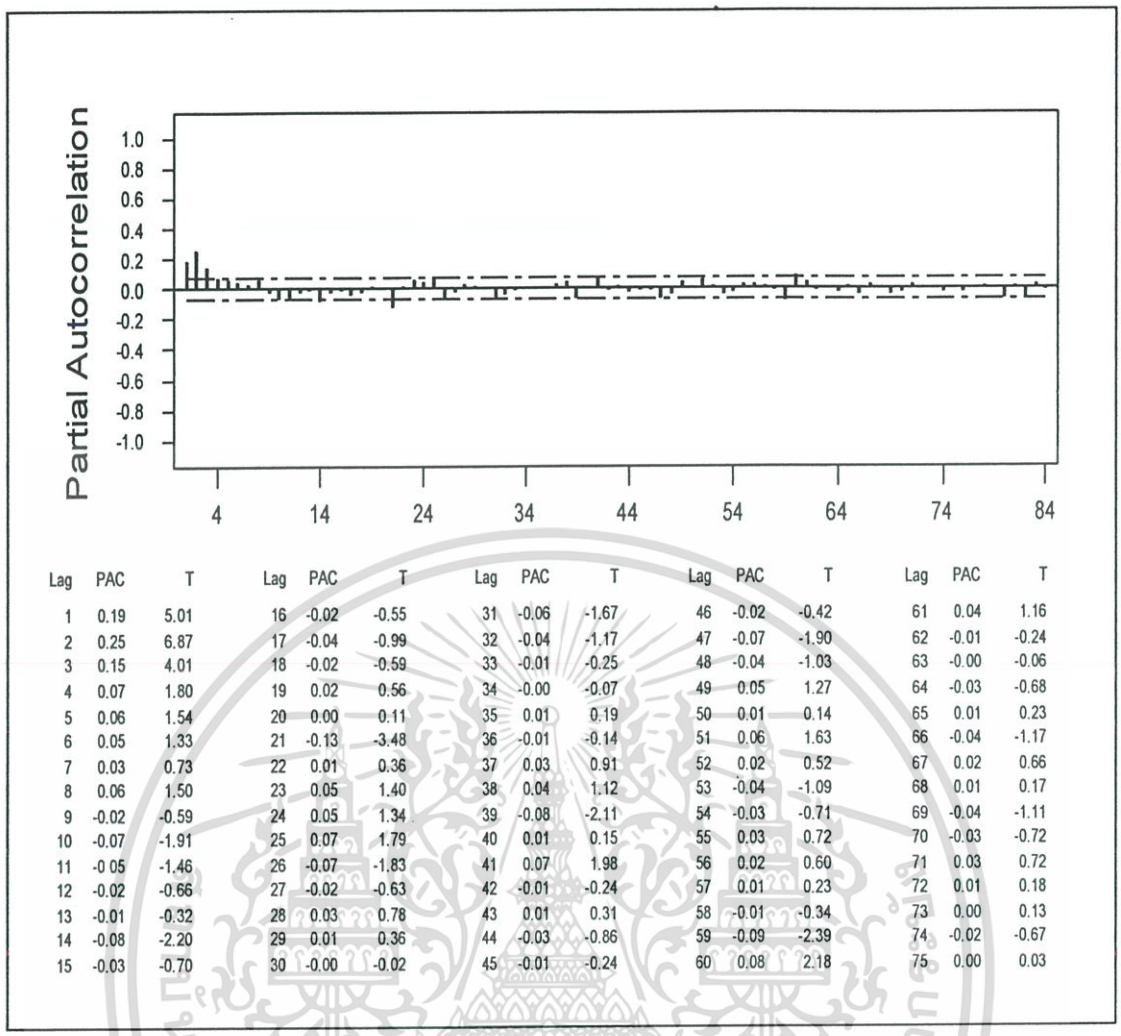
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.19	5.01	25.23	16	-0.06	-1.24	217.33	31	-0.04	-0.78	267.95	46	-0.02	-0.36	277.47	61	0.02	0.34	291.93
2	0.28	7.31	82.70	17	-0.08	-1.76	222.37	32	-0.03	-0.54	268.47	47	-0.05	-0.98	279.29	62	0.00	0.07	291.94
3	0.22	5.37	118.27	18	-0.08	-1.69	227.09	33	-0.02	-0.39	268.74	48	-0.03	-0.62	280.02	63	0.02	0.37	292.21
4	0.17	4.09	140.51	19	-0.05	-1.13	229.23	34	-0.03	-0.65	269.51	49	0.02	0.49	280.47	64	-0.01	-0.25	292.33
5	0.17	3.81	160.74	20	-0.06	-1.36	232.33	35	-0.00	-0.05	269.52	50	-0.01	-0.27	280.61	65	0.03	0.71	293.30
6	0.15	3.38	177.36	21	-0.17	-3.54	253.34	36	-0.01	-0.20	269.59	51	0.03	0.70	281.52	66	-0.03	-0.55	293.90
7	0.13	2.82	189.29	22	-0.07	-1.38	256.64	37	0.03	0.57	270.18	52	0.02	0.37	281.78	67	0.01	0.27	294.04
8	0.15	3.22	205.22	23	-0.06	-1.17	259.02	38	0.04	0.79	271.32	53	-0.01	-0.13	281.81	68	0.03	0.55	294.64
9	0.08	1.63	209.44	24	-0.03	-0.63	259.72	39	-0.06	-1.28	274.32	54	-0.02	-0.38	282.08	69	-0.02	-0.33	294.85
10	0.03	0.60	210.01	25	0.01	0.20	259.79	40	0.01	0.18	274.38	55	0.00	0.06	282.09	70	-0.02	-0.39	295.15
11	0.01	0.28	210.13	26	-0.08	-1.75	265.19	41	0.04	0.90	275.88	56	0.00	0.09	282.10	71	0.01	0.13	295.19
12	0.01	0.11	210.16	27	-0.03	-0.70	266.07	42	0.00	0.10	275.90	57	0.02	0.39	282.39	72	-0.04	-0.74	296.27
13	-0.00	-0.02	210.16	28	-0.01	-0.16	266.11	43	0.04	0.83	277.19	58	-0.01	-0.16	282.44	73	0.00	0.05	296.28
14	-0.07	-1.49	213.74	29	-0.03	-0.62	266.81	44	-0.01	-0.11	277.21	59	-0.07	-1.47	286.61	74	-0.03	-0.58	296.94
15	-0.04	-0.82	214.82	30	-0.01	-0.17	266.86	45	0.00	0.09	277.23	60	0.08	1.62	291.71	75	-0.00	-0.07	296.95

รูปที่ 4.8 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของอนุกรมเวลาของราคาน้ำยางสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	0.19	5.01	16	-0.02	-0.55	31	-0.06	-1.67	46	-0.02	-0.42	61	0.04	1.16
2	0.25	6.87	17	-0.04	-0.99	32	-0.04	-1.17	47	-0.07	-1.90	62	-0.01	-0.24
3	0.15	4.01	18	-0.02	-0.59	33	-0.01	-0.25	48	-0.04	-1.03	63	-0.00	-0.06
4	0.07	1.80	19	0.02	0.56	34	-0.00	-0.07	49	0.05	1.27	64	-0.03	-0.68
5	0.06	1.54	20	0.00	0.11	35	0.01	0.19	50	0.01	0.14	65	0.01	0.23
6	0.05	1.33	21	-0.13	-3.48	36	-0.01	-0.14	51	0.06	1.63	66	-0.04	-1.17
7	0.03	0.73	22	0.01	0.36	37	0.03	0.91	52	0.02	0.52	67	0.02	0.66
8	0.06	1.50	23	0.05	1.40	38	0.04	1.12	53	-0.04	-1.09	68	0.01	0.17
9	-0.02	-0.59	24	0.05	1.34	39	-0.08	-2.11	54	-0.03	-0.71	69	-0.04	-1.11
10	-0.07	-1.91	25	0.07	1.79	40	0.01	0.15	55	0.03	0.72	70	-0.03	-0.72
11	-0 05	-1.46	26	-0.07	-1.83	41	0.07	1.98	56	0.02	0.60	71	0.03	0.72
12	-0.02	-0.66	27	-0.02	-0.63	42	-0.01	-0.24	57	0.01	0.23	72	0.01	0.18
13	-0.01	-0.32	28	0.03	0.78	43	0.01	0.31	58	-0.01	-0.34	73	0.00	0.13
14	-0.08	-2.20	29	0.01	0.36	44	-0.03	-0.86	59	-0.09	-2.39	74	-0.02	-0.67
15	-0.03	-0.70	30	-0.00	-0.02	45	-0.01	-0.24	60	0.08	2.18	75	0.00	0.03

รูปที่ 4.9 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 1 ของอนุกรมเวลาของราคาน้ำยางสด

จากรูปที่ 4.8 พบว่าฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง (ACF) ของอนุกรมเวลาของผลต่างอันดับที่ 1 มีลักษณะการลดลงแบบเอกโปเนนเชียล และเมื่อพิจารณาประกอบกับค่าประมาณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วน (PACF) พบว่า cut off หลัง lag ที่ 3 (รูปที่ 4.9) ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาราคาน้ำยางสด คือ ARIMA(3,1,0) หรือ

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_3 Z_{t-3} + \varepsilon_t$$

จากตารางที่ 4.7 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเป็นดังนี้ $\hat{\phi}_1 = 0.0681$ $\hat{\phi}_2 = 0.2279$ $\hat{\phi}_3 = 0.1437$ และ $\delta = 0.0260$

เมื่อนำค่าประมาณพารามิเตอร์มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่ามีเพียง $\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2$ และ $\hat{\phi}_3$ เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0. 05 (ตารางที่ 4.8) ดังนั้นตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ หรือ ตัวแบบ ARIMA สำหรับพยากรณ์ราคาน้ำยางสด คือ

$$\ln Y_t = 1.0698 \ln Y_{t-1} + 0.1601 \ln Y_{t-2} - 0.0845 \ln Y_{t-3} - 0.1454 \ln Y_{t-4} + \varepsilon_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(3,1,0)

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	728	0.10792	0.00014

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	0.0681	0.0366	1.859	0.050
$\hat{\phi}_2$	0.2279	0.0358	3.372	0.000
$\hat{\phi}_3$	0.1437	0.0367	3.919	0.001
δ	0.0260	0.0253	1.025	0.306

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(3,1,0) หลังปรับตัวแบบ

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	729	0.108999	0.00015

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	0.0698	0.0366	1.907	0.050
$\hat{\phi}_2$	0.2299	0.0357	6.435	0.000
$\hat{\phi}_3$	0.1454	0.0366	3.9692	0.001

ตารางที่ 4.9 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA(3,1,0)

Autocorrelation Check of Residuals

Lag	12	24	36	48	60	72	84
DF	9	21	33	45	57	69	81
Chi-Square	18.788	39.057	53.224	65.799	76.453	91.319	93.532

จากตารางที่ 4.9 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน[$r_k(e_t)$] ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด ด้วยสถิติ Box-Ljung พบว่า Q ที่

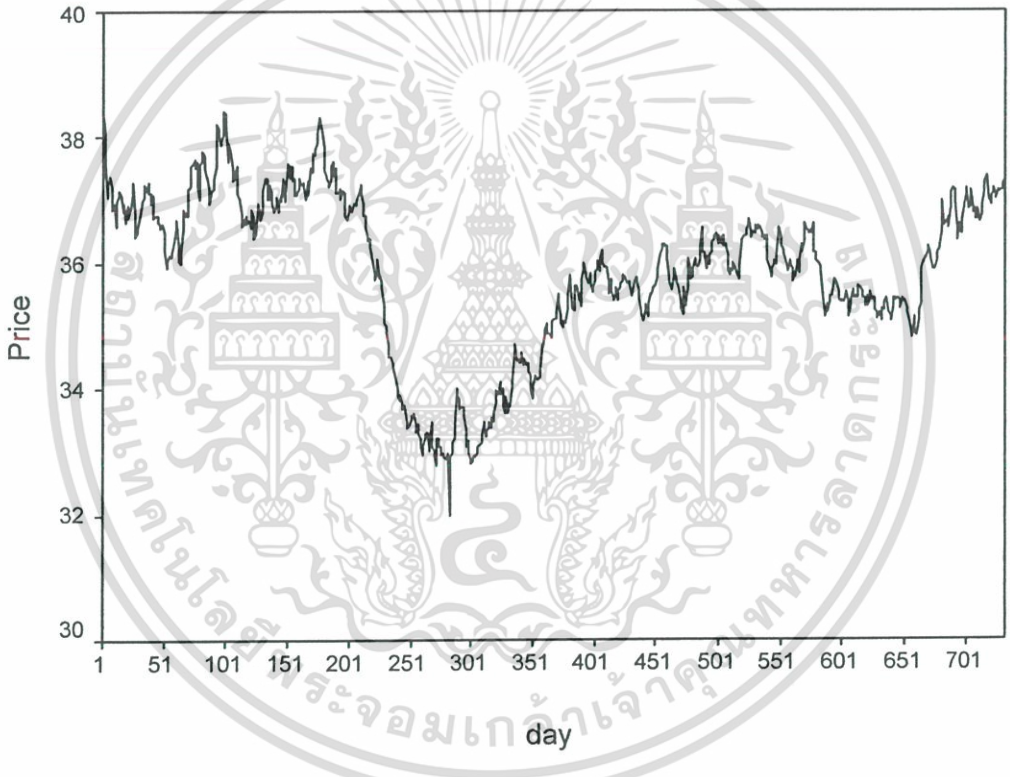
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

lag 84 เท่ากับ 93.532 ซึ่งน้อยกว่า $\chi^2_{.05,81}$ มีค่าเท่ากับ 102.448 แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่กำหนดนั้นเหมาะสมแล้ว

4.1.2. ตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน

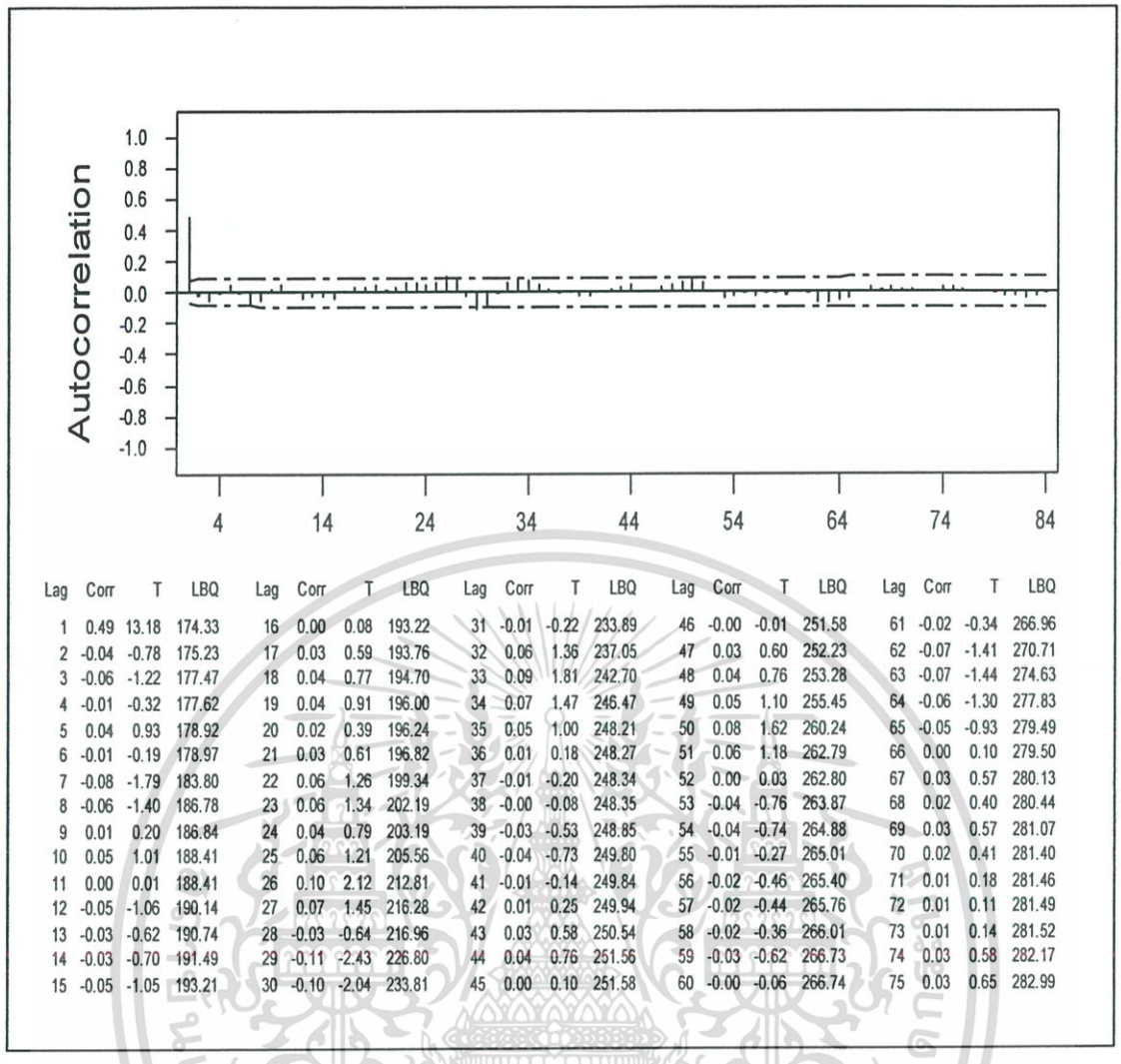
4.1.2.1 ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

ในการหาตัวแบบราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันนั้นจะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเป็นอนุกรมเวลานำเข้า $\{X_t\}$ เนื่องจากอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี ซึ่งจากรูปที่ 4.10 พบว่าอนุกรมเวลาดังกล่าวมีความแปรปรวนไม่คงที่และมีแนวโน้มในระดับไม่คงที่ จึงทำการแปลงโดยการหาลอกการิทึมและผลต่างอันดับที่สองเพื่อให้ได้อนุกรมเวลานำเข้าที่มีคุณสมบัติสเตชันนารี



รูปที่ 4.10 แสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย ระหว่าง วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2546

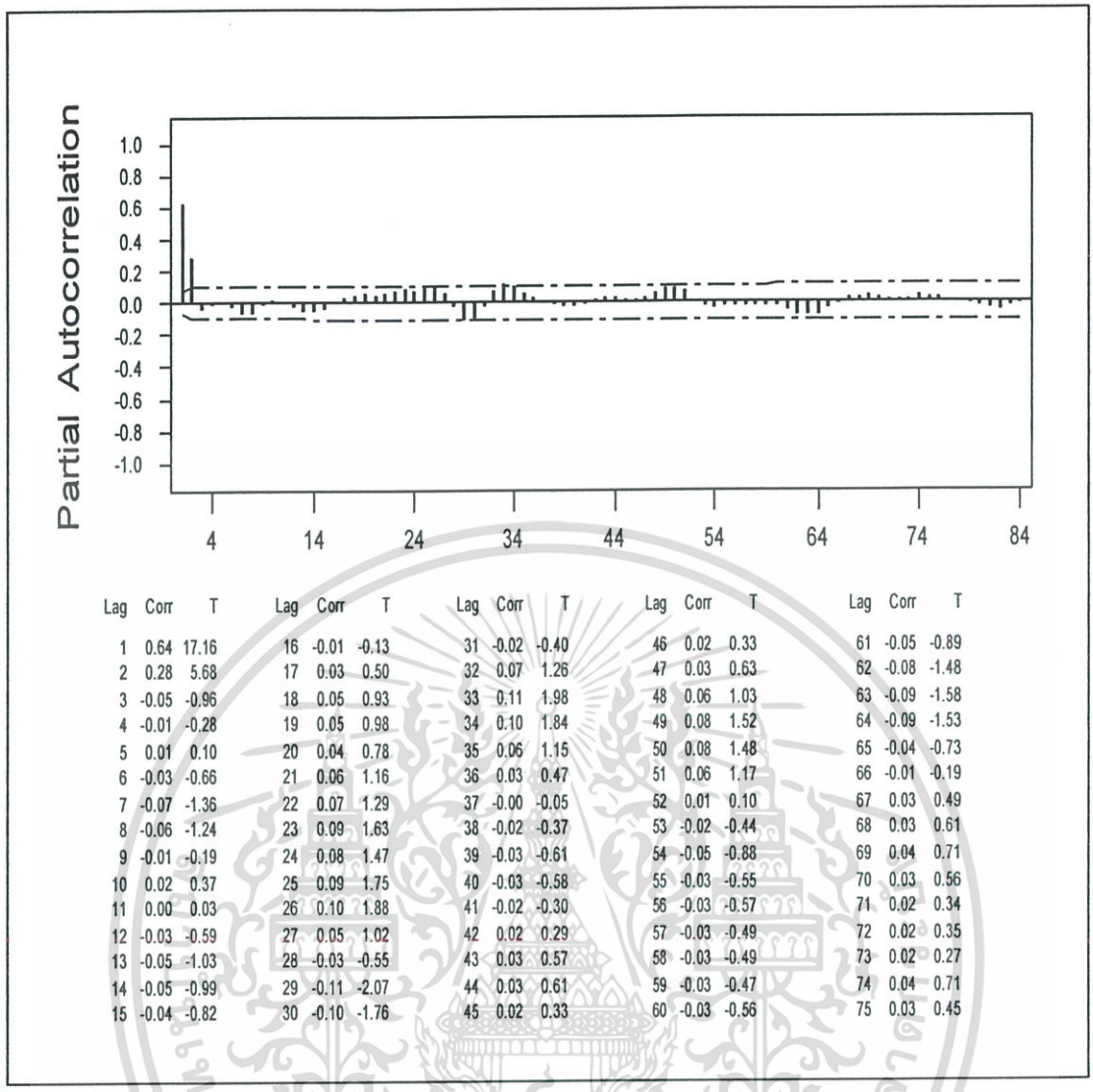
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.49	13.18	174.33	16	0.00	0.08	193.22	31	-0.01	-0.22	233.89	46	-0.00	-0.01	251.58	61	-0.02	-0.34	266.96
2	-0.04	-0.78	175.23	17	0.03	0.59	193.76	32	0.06	1.36	237.05	47	0.03	0.60	252.23	62	-0.07	-1.41	270.71
3	-0.06	-1.22	177.47	18	0.04	0.77	194.70	33	0.09	1.81	242.70	48	0.04	0.76	253.28	63	-0.07	-1.44	274.63
4	-0.01	-0.32	177.62	19	0.04	0.91	196.00	34	0.07	1.47	246.47	49	0.05	1.10	255.45	64	-0.06	-1.30	277.83
5	0.04	0.93	178.92	20	0.02	0.39	196.24	35	0.05	1.00	248.21	50	0.08	1.62	260.24	65	-0.05	-0.93	279.49
6	-0.01	-0.19	178.97	21	0.03	0.61	196.82	36	0.01	0.18	248.27	51	0.06	1.18	262.79	66	0.00	0.10	279.50
7	-0.08	-1.79	183.80	22	0.06	1.26	199.34	37	-0.01	-0.20	248.34	52	0.00	0.03	262.80	67	0.03	0.57	280.13
8	-0.06	-1.40	186.78	23	0.06	1.34	202.19	38	-0.00	-0.08	248.35	53	-0.04	-0.76	263.87	68	0.02	0.40	280.44
9	0.01	0.20	186.84	24	0.04	0.79	203.19	39	-0.03	-0.53	248.85	54	-0.04	-0.74	264.88	69	0.03	0.57	281.07
10	0.05	1.01	188.41	25	0.06	1.21	205.56	40	-0.04	-0.73	249.80	55	-0.01	-0.27	265.01	70	0.02	0.41	281.40
11	0.00	0.01	188.41	26	0.10	2.12	212.81	41	-0.01	-0.14	249.84	56	-0.02	-0.46	265.40	71	0.01	0.18	281.46
12	-0.05	-1.06	190.14	27	0.07	1.45	216.28	42	0.01	0.25	249.94	57	-0.02	-0.44	265.76	72	0.01	0.11	281.49
13	-0.03	-0.62	190.74	28	-0.03	-0.64	216.96	43	0.03	0.58	250.54	58	-0.02	-0.36	266.01	73	0.01	0.14	281.52
14	-0.03	-0.70	191.49	29	-0.11	-2.43	226.80	44	0.04	0.76	251.56	59	-0.03	-0.62	266.73	74	0.03	0.58	282.17
15	-0.05	-1.05	193.21	30	-0.10	-2.04	233.81	45	0.00	0.10	251.58	60	-0.00	-0.06	266.74	75	0.03	0.65	282.99

รูปที่ 4.11 แสดง ACF ของผลต่างอันดับที่ 2 ของอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	Lag	Corr	T	Lag	Corr	T	Lag	Corr	T	Lag	Corr	T
1	0.64	17.16	16	-0.01	-0.13	31	-0.02	-0.40	46	0.02	0.33	61	-0.05	-0.89
2	0.28	5.68	17	0.03	0.50	32	0.07	1.26	47	0.03	0.63	62	-0.08	-1.48
3	-0.05	-0.96	18	0.05	0.93	33	0.11	1.98	48	0.06	1.03	63	-0.09	-1.58
4	-0.01	-0.28	19	0.05	0.98	34	0.10	1.84	49	0.08	1.52	64	-0.09	-1.53
5	0.01	0.10	20	0.04	0.78	35	0.06	1.15	50	0.08	1.48	65	-0.04	-0.73
6	-0.03	-0.66	21	0.06	1.16	36	0.03	0.47	51	0.06	1.17	66	-0.01	-0.19
7	-0.07	-1.36	22	0.07	1.29	37	-0.00	-0.05	52	0.01	0.10	67	0.03	0.49
8	-0.06	-1.24	23	0.09	1.63	38	-0.02	-0.37	53	-0.02	-0.44	68	0.03	0.61
9	-0.01	-0.19	24	0.08	1.47	39	-0.03	-0.61	54	-0.05	-0.88	69	0.04	0.71
10	0.02	0.37	25	0.09	1.75	40	-0.03	-0.58	55	-0.03	-0.55	70	0.03	0.56
11	0.00	0.03	26	0.10	1.88	41	-0.02	-0.30	56	-0.03	-0.57	71	0.02	0.34
12	-0.03	-0.59	27	0.05	1.02	42	0.02	0.29	57	-0.03	-0.49	72	0.02	0.35
13	-0.05	-1.03	28	-0.03	-0.55	43	0.03	0.57	58	-0.03	-0.49	73	0.02	0.27
14	-0.05	-0.99	29	-0.11	-2.07	44	0.03	0.61	59	-0.03	-0.47	74	0.04	0.71
15	-0.04	-0.82	30	-0.10	-1.76	45	0.02	0.33	60	-0.03	-0.56	75	0.03	0.45

รูปที่ 4.12 แสดง PACF ของผลต่างอันดับที่ 2 ของอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยน เทียบกับเงินบาทไทย

จากตารางที่ 4.10 พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลานำเข้าคือ ARIMA(1,2,0) จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากลักษณะของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ข้ามของความคลาดเคลื่อนของ อนุกรมเวลานำเข้า (α_t) และความคลาดเคลื่อนอนุกรมเวลาผลลัพธ์ (β_t) แสดงในรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

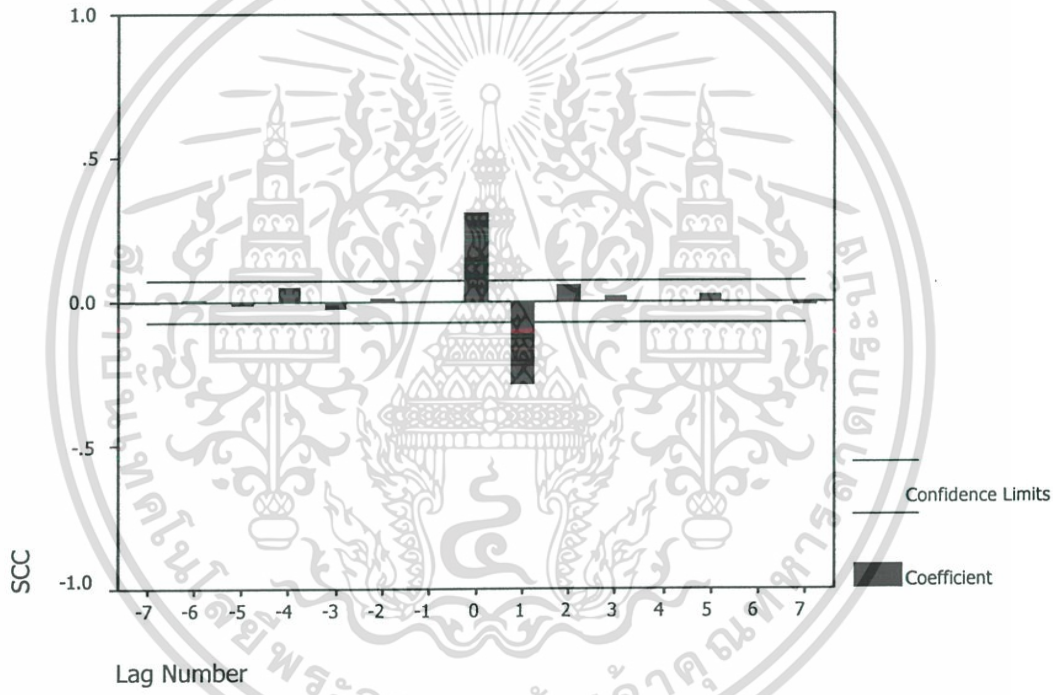
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA(1,2,0)

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	730	.02783336	.00003811

Variables in the Model:

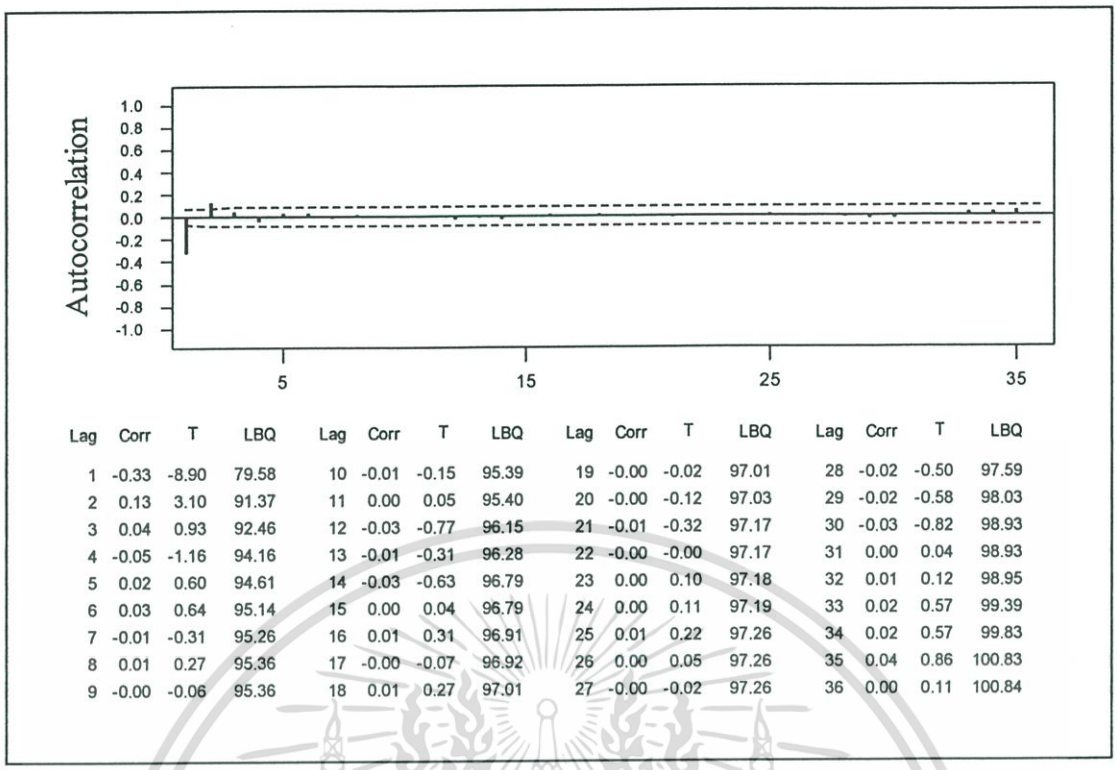
	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	-0.50859652	.03184556	-15.970719	.00000000



รูปที่ 4.13 แสดง SCC ของความคลาดเคลื่อนอนุกรมเวลา α_t และ β_t ของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

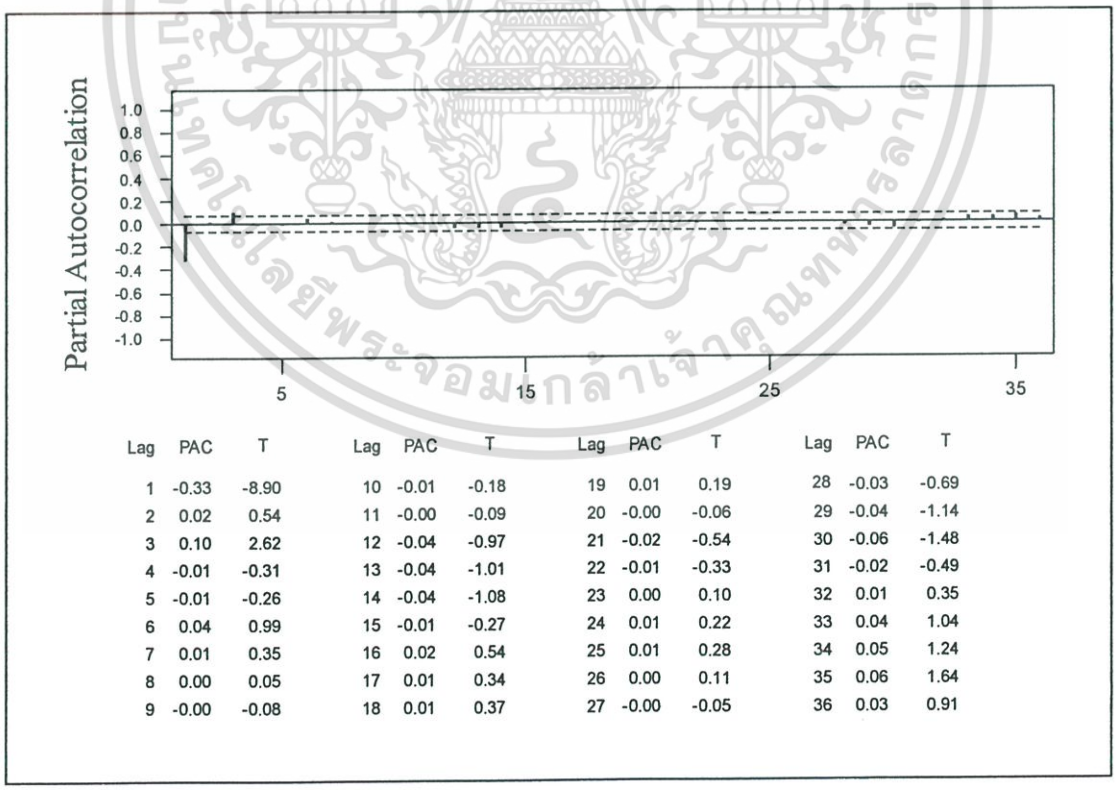
จากรูปที่ 4.13 จะเห็นว่า SCC ของอนุกรมเวลา α_t และ β_t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าแรกที่ lag 0 จะได้ b = 0 และ SCC เริ่มลดลงที่ lag 2 นั่นคือ มีจำนวน lag อยู่ 1 lag ที่มีนัยสำคัญทางสถิติถัดจาก lag 0 จะได้ s = 1 เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวพบว่าไม่มีรูปแบบตามทฤษฎี ดังนั้น r = 0 และตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน คือ $Z_t = (1-\omega_1 B)Z_t^{(x)} + \eta_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	-0.33	-8.90	79.58	10	-0.01	-0.15	95.39	19	-0.00	-0.02	97.01	28	-0.02	-0.50	97.59
2	0.13	3.10	91.37	11	0.00	0.05	95.40	20	-0.00	-0.12	97.03	29	-0.02	-0.58	98.03
3	0.04	0.93	92.46	12	-0.03	-0.77	96.15	21	-0.01	-0.32	97.17	30	-0.03	-0.82	98.93
4	-0.05	-1.16	94.16	13	-0.01	-0.31	96.28	22	-0.00	-0.00	97.17	31	0.00	0.04	98.93
5	0.02	0.60	94.61	14	-0.03	-0.63	96.79	23	0.00	0.10	97.18	32	0.01	0.12	98.95
6	0.03	0.64	95.14	15	0.00	0.04	96.79	24	0.00	0.11	97.19	33	0.02	0.57	99.39
7	-0.01	-0.31	95.26	16	0.01	0.31	96.91	25	0.01	0.22	97.26	34	0.02	0.57	99.83
8	0.01	0.27	95.36	17	-0.00	-0.07	96.92	26	0.00	0.05	97.26	35	0.04	0.86	100.83
9	-0.00	-0.06	95.36	18	0.01	0.27	97.01	27	-0.00	-0.02	97.26	36	0.00	0.11	100.84

รูปที่ 4.14 แสดง ACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	-0.33	-8.90	10	-0.01	-0.18	19	0.01	0.19	28	-0.03	-0.69
2	0.02	0.54	11	-0.00	-0.09	20	-0.00	-0.06	29	-0.04	-1.14
3	0.10	2.62	12	-0.04	-0.97	21	-0.02	-0.54	30	-0.06	-1.48
4	-0.01	-0.31	13	-0.04	-1.01	22	-0.01	-0.33	31	-0.02	-0.49
5	-0.01	-0.26	14	-0.04	-1.08	23	0.00	0.10	32	0.01	0.35
6	0.04	0.99	15	-0.01	-0.27	24	0.01	0.22	33	0.04	1.04
7	0.01	0.35	16	0.02	0.54	25	0.01	0.28	34	0.05	1.24
8	0.00	0.05	17	0.01	0.34	26	0.00	0.11	35	0.06	1.64
9	-0.00	-0.08	18	0.01	0.37	27	-0.00	-0.05	36	0.03	0.91

รูปที่ 4.15 แสดง PACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดตัวแบบสำหรับอนุกรม η_t ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยพิจารณาจาก $r_k(\eta_t)$ (รูปที่ 4.14) และ $r_{kk}(\eta_t)$ (รูปที่ 4.15) และเมื่อรวมตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันทั้งหมดเข้าด้วยกัน และนำค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่า $\hat{\phi}_1$, $\hat{\phi}_3$, $\hat{\theta}_1$ และ ω_1 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 4.11) ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ด้วยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันคือ

$$Z_t = Z_t^{(x)} - 0.0114Z_t^{(x)} - 0.7136Z_{t-1} + 0.1055Z_{t-3} + 0.6899\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \text{หรือ}$$

$$\ln Y_t = 0.9886\ln X_t + 1.9772\ln X_{t-1} + 0.9886\ln X_{t-2} + 1.286\ln Y_{t-1} + 0.4272\ln Y_{t-2} - 0.608\ln Y_{t-3} - 0.211\ln Y_{t-4} + 0.1055\ln Y_{t-5} + 0.6899\ln\varepsilon_{t-1} + \ln\varepsilon_t$$

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของราคายางแผ่นรมควันชั้น3

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residual	719	.09528678	.00013283

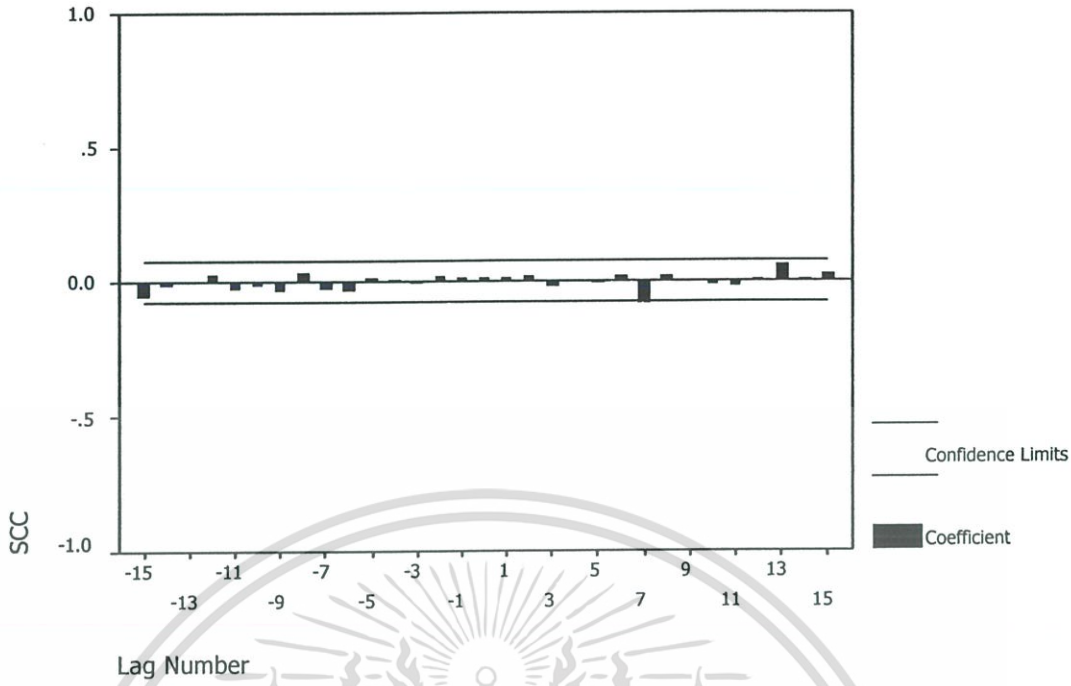
Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	-.71357080	.32328346	-2.207260	.02761189
$\hat{\phi}_3$	.10554937	.03839570	2.748990	.00612838
$\hat{\theta}_1$	-.68987137	.32516306	-2.121617	.03421235
ω_1	.01138713	.00050168	22.698208	.00000000

4.1.2.2 ราคายางแผ่นดิบ

ในการหาตัวแบบราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันนั้นจะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเป็นอนุกรมเวลานำเข้า $\{X_t\}$ เช่นเดียวกับราคายางแผ่นรมควันชั้น3 ซึ่งตัวแบบราคาเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย คือ ARIMA(1,2,0) จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากลักษณะของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ข้ามของความคลาดเคลื่อนของ อนุกรมเวลานำเข้า (α_t) และความคลาดเคลื่อนอนุกรมเวลาผลลัพธ์ (β_t) แสดงในรูปที่ 4.16

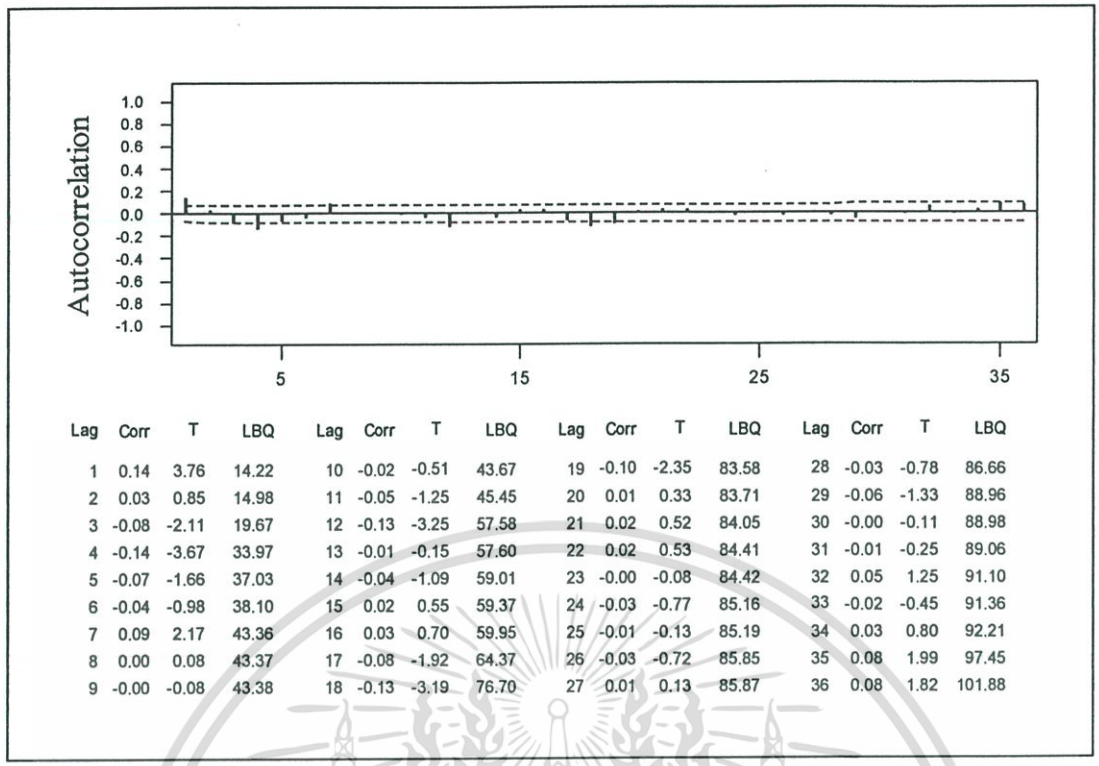
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดง SCC ของความคลาดเคลื่อนอนุกรมเวลา α_t และ β_t ของอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบ

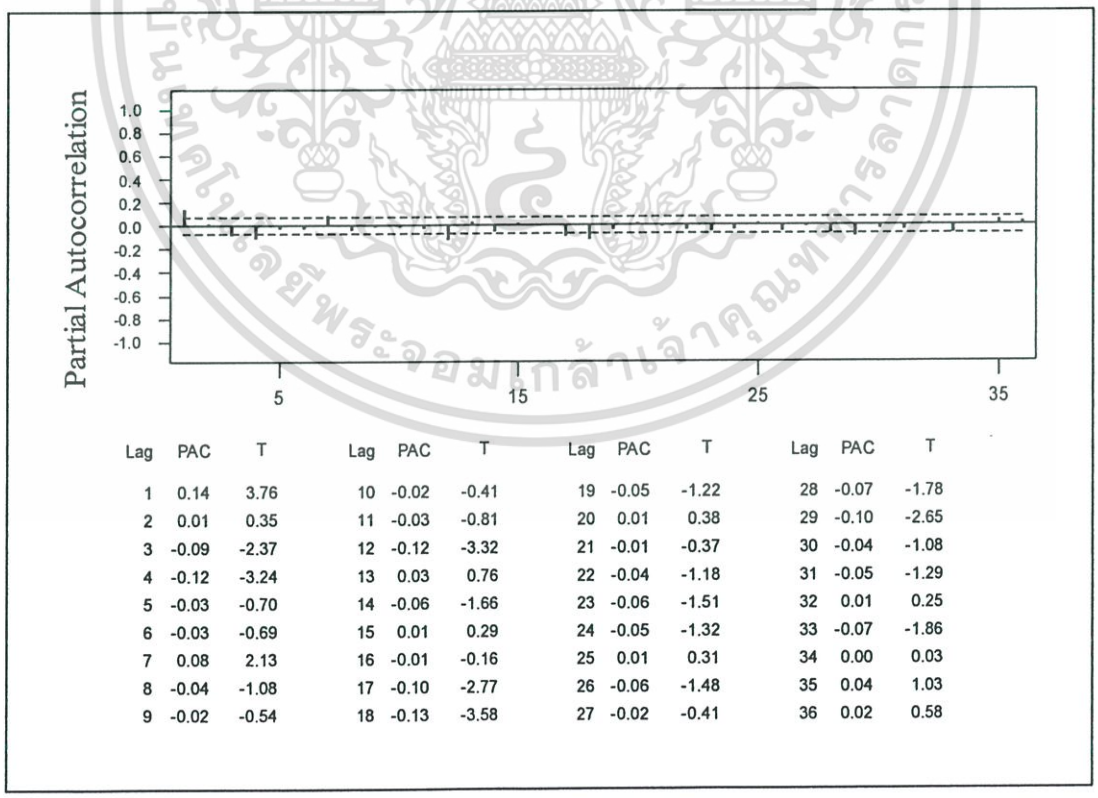
จากรูปที่ 4.16 จะเห็นว่า SCC ของอนุกรมเวลา α_t และ β_t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าแรกที่ lag 7 จะได้ b = 7 และ SCC เริ่มลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติถัดจาก lag 7 จะได้ s = 0 เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวพบว่ามีรูปแบบ sine wave ดังนั้น r = 2 และ ตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน คือ $Z_t = \frac{\omega_0}{1-\delta_1 B-\delta_2 B^2} Z_{t-7}^{(x)} + \eta_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.14	3.76	14.22	10	-0.02	-0.51	43.67	19	-0.10	-2.35	83.58	28	-0.03	-0.78	86.66
2	0.03	0.85	14.98	11	-0.05	-1.25	45.45	20	0.01	0.33	83.71	29	-0.06	-1.33	88.96
3	-0.08	-2.11	19.67	12	-0.13	-3.25	57.58	21	0.02	0.52	84.05	30	-0.00	-0.11	88.98
4	-0.14	-3.67	33.97	13	-0.01	-0.15	57.60	22	0.02	0.53	84.41	31	-0.01	-0.25	89.06
5	-0.07	-1.66	37.03	14	-0.04	-1.09	59.01	23	-0.00	-0.08	84.42	32	0.05	1.25	91.10
6	-0.04	-0.98	38.10	15	0.02	0.55	59.37	24	-0.03	-0.77	85.16	33	-0.02	-0.45	91.36
7	0.09	2.17	43.36	16	0.03	0.70	59.95	25	-0.01	-0.13	85.19	34	0.03	0.80	92.21
8	0.00	0.08	43.37	17	-0.08	-1.92	64.37	26	-0.03	-0.72	85.85	35	0.08	1.99	97.45
9	-0.00	-0.08	43.38	18	-0.13	-3.19	76.70	27	0.01	0.13	85.87	36	0.08	1.82	101.88

รูปที่ 4.17 แสดง ACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นดิบ



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	0.14	3.76	10	-0.02	-0.41	19	-0.05	-1.22	28	-0.07	-1.78
2	0.01	0.35	11	-0.03	-0.81	20	0.01	0.38	29	-0.10	-2.65
3	-0.09	-2.37	12	-0.12	-3.32	21	-0.01	-0.37	30	-0.04	-1.08
4	-0.12	-3.24	13	0.03	0.76	22	-0.04	-1.18	31	-0.05	-1.29
5	-0.03	-0.70	14	-0.06	-1.66	23	-0.06	-1.51	32	0.01	0.25
6	-0.03	-0.69	15	0.01	0.29	24	-0.05	-1.32	33	-0.07	-1.86
7	0.08	2.13	16	-0.01	-0.16	25	0.01	0.31	34	0.00	0.03
8	-0.04	-1.08	17	-0.10	-2.77	26	-0.06	-1.48	35	0.04	1.03
9	-0.02	-0.54	18	-0.13	-3.58	27	-0.02	-0.41	36	0.02	0.58

รูปที่ 4.18 แสดง PACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคายางแผ่นดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดตัวแบบสำหรับอนุกรม η_t ราคายางแผ่นดิบ โดยพิจารณาจาก $r_k(\eta_t)$ (รูปที่ 4.17) และ $r_{kk}(\eta_t)$ (รูปที่ 4.18) และเมื่อรวมตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันทั้งหมดเข้าด้วยกัน และนำค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3, ϕ_4, ω_0, δ_1 และ δ_2 พบว่ามีเพียง $\hat{\phi}_1$, $\hat{\phi}_2$, $\hat{\phi}_3$ และ $\hat{\phi}_4$ เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.12) ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบด้วยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันคือ

$$Z_t = -0.5668Z_{t-1} - 0.3760Z_{t-2} - 0.2826Z_{t-3} - 0.1778Z_{t-4} + \varepsilon_t \qquad \text{หรือ}$$

$$\begin{aligned}\ln Y_t = {} & 1.4332\ln Y_{t-1} - 0.2424\ln Y_{t-2} + 0.4694\ln Y_{t-3} + 0.3874\ln Y_{t-4} \\ & + 0.073\ln Y_{t-5} - 0.1778\ln Y_{t-6} + \ln\varepsilon_t\end{aligned}$$

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันราคายางแผ่นดิบ

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	712	.27856443	.00038770

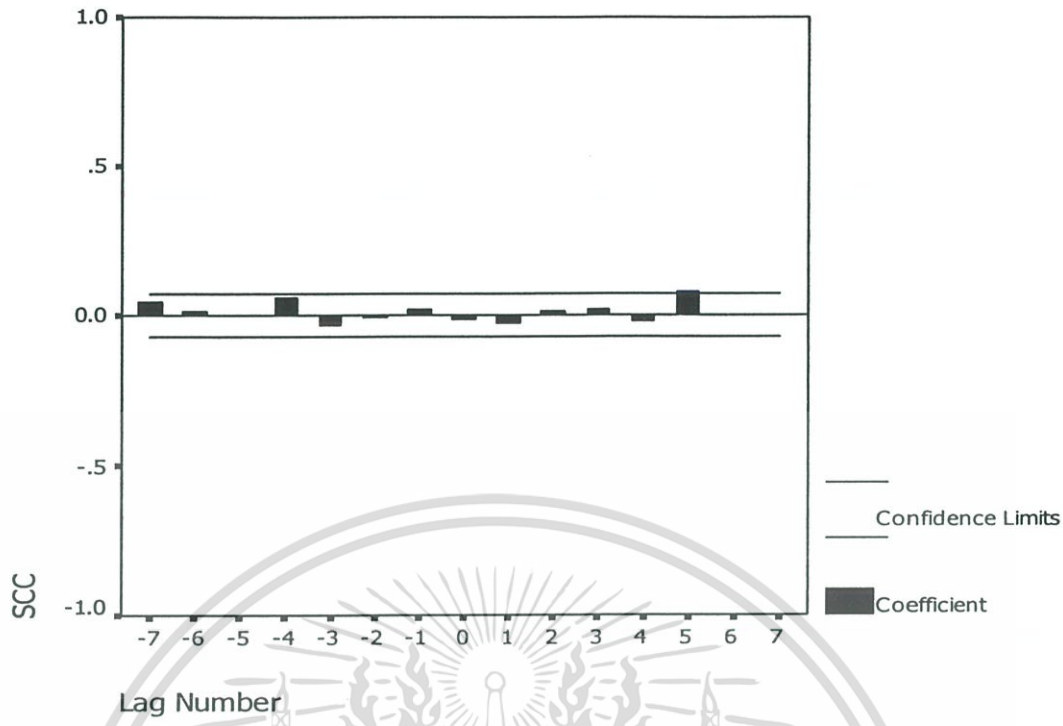
Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\phi}_1$	-.56680088	.03671580	-15.437518	.00000000
$\hat{\phi}_2$	-.37602899	.04106043	-9.157942	.00000000
$\hat{\phi}_3$	-.28265986	.04102385	-6.890136	.00000000
$\hat{\phi}_4$	-.17778172	.03679421	-4.831784	.00000166

4.1.2.3 ราคาน้ำยางสด

ในการหาตัวแบบราคาน้ำยางสด โดยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันนั้นจะใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเป็นอนุกรมเวลานำเข้า $\{X_t\}$ เช่นเดียวกับราคายางแผ่นรมควันชั้น3 ซึ่งตัวแบบราคาเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทย คือ ARIMA(1,2,0) จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากลักษณะของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ข้ามของความคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลานำเข้า (α_t) และความคลาดเคลื่อนอนุกรมเวลาผลลัพธ์ (β_t) แสดงในรูปที่ 4.19

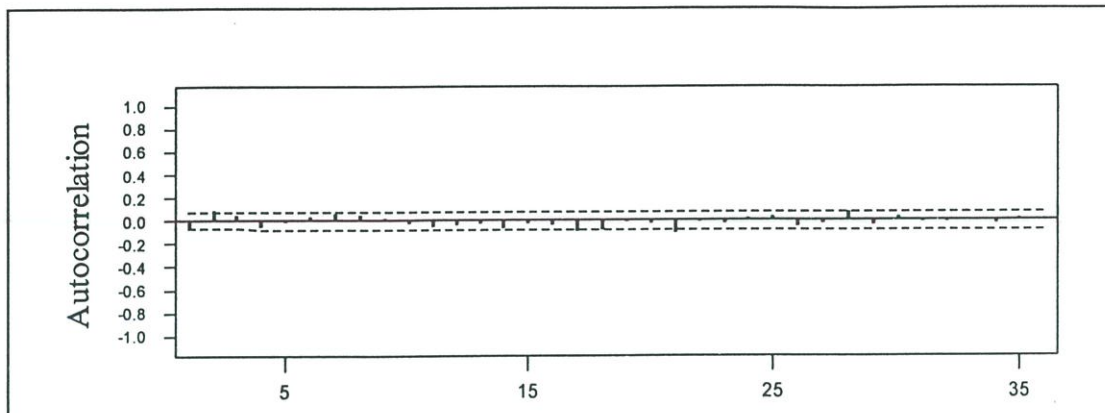
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดง SCC ของความคลาดเคลื่อนอนุกรมเวลา α_t และ β_t ของอนุกรมเวลาราคาน้ำยางสด

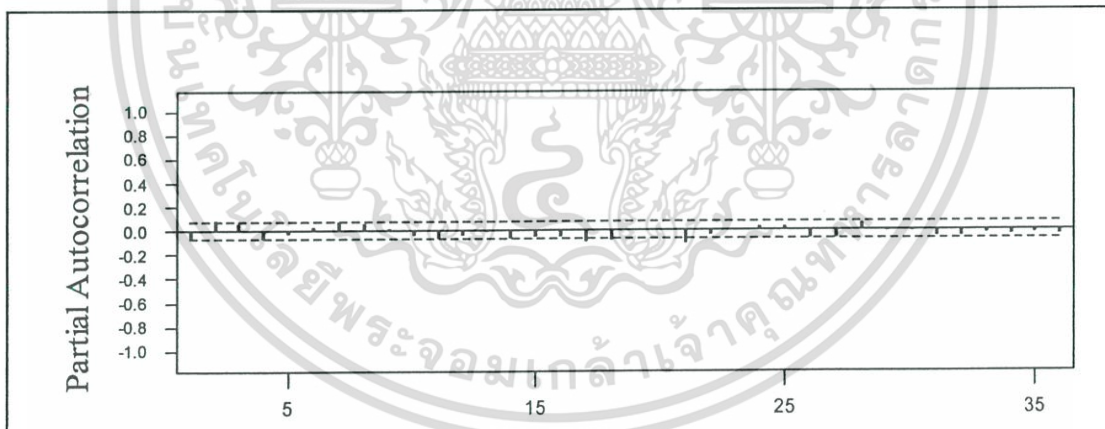
จากรูปที่ 4.19 จะเห็นว่า SCC ของอนุกรมเวลา α_t และ α_t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าแรกที่ lag 5 จะได้ b = 5 และ SCC เริ่มลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติถัดจาก lag 5 จะได้ $s = 0$ เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวพบว่าไม่มีรูปแบบตามทฤษฎี ดังนั้น r = 0 และ ตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน คือ $Z_t = \omega_0 Z_{t-5}^{(x)} + \eta_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	-0.08	-2.03	4.13	10	-0.03	-0.78	18.85	19	-0.02	-0.42	42.36	28	0.07	1.76	60.14
2	0.09	2.34	9.67	11	-0.06	-1.54	21.39	20	-0.02	-0.60	42.78	29	-0.04	-0.99	61.34
3	0.04	1.15	11.03	12	-0.04	-1.09	22.66	21	-0.11	-2.82	51.94	30	0.03	0.72	61.97
4	-0.06	-1.69	13.99	13	-0.02	-0.65	23.12	22	-0.01	-0.36	52.09	31	-0.01	-0.26	62.05
5	-0.01	-0.20	14.03	14	-0.08	-1.97	27.35	23	-0.02	-0.62	52.54	32	-0.01	-0.19	62.09
6	0.02	0.57	14.37	15	-0.03	-0.89	28.22	24	0.01	0.31	52.65	33	0.00	0.02	62.10
7	0.05	1.32	16.22	16	-0.05	-1.23	29.89	25	0.03	0.65	53.16	34	-0.02	-0.61	62.55
8	0.05	1.29	17.99	17	-0.10	-2.59	37.37	26	-0.06	-1.50	55.83	35	0.02	0.50	62.86
9	0.02	0.44	18.19	18	-0.08	-2.05	42.15	27	-0.03	-0.69	56.39	36	-0.01	-0.16	62.89

รูปที่ 4.20 แสดง ACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคาน้ำยางสด



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	-0.08	-2.03	10	-0.04	-1.11	19	-0.01	-0.19	28	0.06	1.69
2	0.08	2.21	11	-0.07	-1.74	20	-0.00	-0.02	29	-0.02	-0.55
3	0.06	1.51	12	-0.04	-1.04	21	-0.12	-3.15	30	-0.01	-0.26
4	-0.07	-1.74	13	-0.02	-0.41	22	-0.04	-1.18	31	-0.06	-1.60
5	-0.03	-0.70	14	-0.08	-2.07	23	-0.01	-0.17	32	-0.06	-1.48
6	0.03	0.78	15	-0.06	-1.53	24	0.03	0.90	33	-0.03	-0.87
7	0.06	1.74	16	-0.05	-1.37	25	0.03	0.73	34	-0.05	-1.27
8	0.05	1.37	17	-0.10	-2.57	26	-0.07	-1.97	35	-0.03	-0.68
9	0.01	0.23	18	-0.09	-2.35	27	-0.07	-1.79	36	-0.04	-1.09

รูปที่ 4.21 แสดง PACF ของอนุกรมเวลา η_t ราคาน้ำยางสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดตัวแบบสำหรับอนุกรม η_t ราคาน้ำยางสด โดยพิจารณาจาก $r_k(\eta_t)$ (รูปที่ 4.20) และ $r_{kk}(\eta_t)$ (รูปที่ 4.21) และเมื่อรวมตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันทั้งหมดเข้าด้วยกัน และนำค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้มาตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่ามีเพียง $\hat{\theta}_2$ เท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 4.13) ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด ด้วยวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันคือ

$$Z_t = 0.1148\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t, \quad \text{หรือ}$$

$$\ln Y_t = 2\ln Y_{t-1} - \ln Y_{t-2} + 0.1148\ln\varepsilon_{t-2} + \ln\varepsilon_t$$

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชันราคาน้ำยางสด

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	723	.20175237	.00027904

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
$\hat{\theta}_2$	-.11481652	.03692619	-3.1093520	.00194857

4.1.3 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

การศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมดังนี้

- จำนวนโหนดในชั้นอินพุท เท่ากับ 5 10 15 และ 20
- จำนวนโหนดในชั้นฮิดเดน เท่ากับ 5 10 15 และ 20
- ค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.5 0.6 0.7 0.8 และ 0.9
- ค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.1 0.2 และ 0.3
- จำนวนรอบการสอน เท่ากับ 40,000 รอบ

4.1.3.1 กรณีพิจารณาอนุกรมเวลาราคายางพาราที่ต้องการศึกษา โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางพาราย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุทและจำนวนวันที่ต้องการพยากรณ์เป็นข้อมูลเอาท์พุท ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และราคายางแผ่นดิบพยากรณ์ล่วงหน้า 5 วัน ดังนั้นจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทของข้อมูลเอาท์พุทมีจำนวนเท่ากับ 5 ส่วนราคาน้ำยางสดพยากรณ์ล่วงหน้า 2 วัน ดังนั้นจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทของข้อมูลเอาท์พุทมีจำนวนเท่ากับ 2 ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมสำหรับนำไปพยากรณ์ราคายางพารานั้นจะให้ค่า RMS (Root Mean Squre

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error) ต่ำสุด ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับยางพาราแต่ละประเภทจำแนกตามลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมดังแสดงในตารางที่ 4.14-4.22

ตารางที่ 4.14 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	1.252	1.264	1.274	1.300	1.383
5_10_5	1.248	1.232	1.222	1.316	1.394
5_15_5	1.252	1.262	1.276	1.321	1.286
5_20_5	1.295	1.253	1.311	1.292	1.168
10_5_5	0.835	0.812	1.279	1.295	1.295
10_10_5	0.992	0.985	0.989	0.923	0.936
10_15_5	1.246	1.253	1.279	1.321	1.287
10_20_5	0.796	0.785	0.785	**0.726**	0.734
15_5_5	1.023	1.041	1.024	1.048	1.022
15_10_5	0.992	0.985	0.989	0.923	0.936
15_15_5	1.248	1.256	1.277	1.329	1.286
15_20_5	0.798	0.787	0.783	0.728	0.741
20_5_5	0.974	0.979	0.977	0.934	0.948
20_10_5	1.246	1.253	1.279	1.321	1.287
20_15_5	1.089	1.074	1.065	1.026	0.915
20_20_5	0.975	0.997	1.036	0.985	0.926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	1.267	1.289	1.276	1.321	1.334
5_10_5	1.236	1.222	1.216	1.337	1.385
5_15_5	1.262	1.276	1.281	1.332	1.291
5_20_5	1.293	1.246	1.332	1.277	1.151
10_5_5	0.861	0.836	1.211	1.252	1.284
10_10_5	0.962	0.974	0.987	0.942	0.951
10_15_5	1.246	1.253	1.279	1.321	1.287
10_20_5	0.782	0.8	0.758	**0.731**	0.745
15_5_5	0.826	0.8	0.8	0.778	0.779
15_10_5	1.200	1.295	1.263	1.285	1.181
15_15_5	1.257	1.262	1.287	1.341	1.276
15_20_5	0.788	0.774	0.776	0.734	0.752
20_5_5	0.987	0.994	0.986	0.944	0.953
20_10_5	1.252	1.264	1.287	1.334	1.298
20_15_5	0.996	1.135	1.031	0.998	1.093
20_20_5	0.874	0.936	0.879	0.834	0.927

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	1.263	1.286	1.278	1.334	1.339
5_10_5	1.182	1.182	1.273	1.3	1.284
5_15_5	1.276	1.276	1.093	1.294	1.252
5_20_5	1.097	1.195	1.184	1.192	1.163
10_5_5	0.875	0.8	0.821	0.796	0.785
10_10_5	**0.728**	0.763	0.834	0.834	0.765
10_15_5	1.248	1.255	1.281	1.326	1.281
10_20_5	0.788	0.81	0.756	0.737	0.744
15_5_5	0.822	0.806	0.812	0.779	0.771
15_10_5	1.266	1.291	1.268	1.271	1.163
15_15_5	1.252	1.259	1.281	1.343	1.271
15_20_5	0.786	0.774	0.777	0.733	0.761
20_5_5	0.978	0.991	0.982	0.921	0.996
20_10_5	1.249	1.263	1.281	1.337	1.289
20_15_5	1.096	0.942	0.936	1.042	0.978
20_20_5	0.895	0.854	0.953	0.968	1.013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.644	0.693	0.668	0.685	0.666
5_10_5	0.678	0.688	0.626	0.597	0.563
5_15_5	0.574	0.563	0.525	0.525	0.553
5_20_5	0.553	0.531	0.512	0.525	**0.496**
10_5_5	1.056	1.066	1.052	1.152	1.111
10_10_5	1.162	1.221	1.211	1.132	1.185
10_15_5	1.263	1.224	1.217	1.2	1.242
10_20_5	1.227	1.243	1.229	1.241	1.228
15_5_5	1.253	1.318	1.287	1.263	1.269
15_10_5	1.119	1.163	1.332	1.222	1.117
15_15_5	1.247	1.236	1.285	1.221	1.297
15_20_5	1.335	1.332	1.257	1.303	1.293
20_5_5	1.321	1.263	1.226	1.291	1.222
20_10_5	1.221	1.289	1.311	1.378	1.332
20_15_5	1.436	1.353	1.328	1.419	1.496
20_20_5	1.297	1.094	1.232	1.121	1.157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.579	0.552	0.614	0.573	0.622
5_10_5	0.663	0.619	0.625	0.678	0.546
5_15_5	0.536	0.524	0.524	0.516	0.563
5_20_5	0.502	0.523	0.514	0.565	**0.473**
10_5_5	1.264	1.223	1.214	1.232	1.247
10_10_5	1.162	1.124	1.034	1.121	1.129
10_15_5	1.262	1.224	1.216	1.202	1.243
10_20_5	1.224	1.243	1.228	1.247	1.226
15_5_5	1.253	1.319	1.454	1.262	1.269
15_10_5	1.052	1.085	1.119	1.187	1.018
15_15_5	1.263	1.278	1.211	1.236	1.332
15_20_5	1.303	1.292	1.374	1.352	1.333
20_5_5	1.333	1.221	1.211	1.325	1.239
20_10_5	1.323	1.287	1.333	1.441	1.426
20_15_5	1.362	1.335	1.335	1.198	1.293
20_20_5	1.226	1.284	1.318	1.321	1.284

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.566	0.606	0.654	0.529	0.647
5_10_5	0.621	0.64	0.638	0.691	0.505
5_15_5	0.536	0.515	0.506	0.506	0.493
5_20_5	0.541	0.486	0.473	**0.462**	0.505
10_5_5	1.263	1.221	1.269	1.132	1.211
10_10_5	1.152	1.184	1.056	1.111	1.197
10_15_5	1.232	1.232	1.216	1.247	1.226
10_20_5	1.265	1.246	1.216	1.256	1.232
15_5_5	1.222	1.332	1.223	1.391	1.141
15_10_5	1.063	1.074	1.146	1.195	1.019
15_15_5	1.212	1.282	1.226	1.226	1.342
15_20_5	1.319	1.268	1.371	1.356	1.341
20_5_5	1.326	1.225	1.254	1.374	1.236
20_10_5	1.346	1.279	1.352	1.427	1.463
20_15_5	1.262	1.321	1.384	1.283	1.475
20_20_5	1.324	1.226	1.375	1.354	1.347

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_2	0.586	0.612	0.694	0.774	0.885
5_10_2	0.652	0.586	0.603	0.685	0.736
5_15_2	0.547	0.774	0.541	0.598	0.600
5_20_2	0.654	0.785	**0.505**	0.468	0.514
10_5_2	0.624	0.685	0.655	0.726	0.542
10_10_2	0.684	0.563	0.605	0.495	0.532
10_15_2	0.774	0.536	0.536	0.495	0.814
10_20_2	0.585	0.500	0.665	0.774	0.716
15_5_2	0.864	0.952	0.946	0.991	0.845
15_10_2	0.815	0.887	0.915	0.805	0.900
15_15_2	1.172	0.815	0.826	0.817	0.752
15_20_2	0.776	0.765	0.725	0.755	0.974
20_5_2	0.687	0.656	0.643	0.775	0.561
20_10_2	0.712	0.599	0.615	0.515	0.547
20_15_2	0.725	0.725	0.725	0.764	0.846
20_20_2	0.726	0.726	0.728	0.723	0.756

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_2	0.563	0.665	0.614	0.552	0.665
5_10_2	0.657	0.612	0.536	0.545	0.582
5_15_2	0.658	0.635	0.574	0.675	0.528
5_20_2	0.617	0.605	0.561	0.605	0.582
10_5_2	0.624	0.600	0.635	0.847	0.542
10_10_2	0.556	0.495	0.754	0.696	0.655
10_15_2	0.534	0.650	**0.452**	0.625	0.632
10_20_2	0.754	0.856	0.882	0.815	0.746
15_5_2	0.716	0.784	0.775	0.891	0.674
15_10_2	0.765	0.838	0.700	0.838	0.926
15_15_2	0.716	0.785	0.634	0.815	0.815
15_20_2	0.726	0.865	0.886	0.725	0.824
20_5_2	0.567	0.674	0.695	0.785	0.542
20_10_2	0.723	0.563	0.626	0.535	0.545
20_15_2	0.725	0.714	0.755	0.744	0.732
20_20_2	0.726	0.735	0.726	0.745	0.735

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_2	0.765	0.552	0.596	**0.459**	0.605
5_10_2	0.553	0.595	0.484	0.565	0.665
5_15_2	0.685	0.645	0.586	0.688	0.562
5_20_2	0.625	0.655	0.674	0.625	0.565
10_5_2	0.715	0.674	0.756	0.533	0.746
10_10_2	0.695	0.735	0.636	0.834	0.855
10_15_2	0.855	0.886	0.812	0.745	0.685
10_20_2	0.561	0.592	0.711	0.663	0.841
15_5_2	0.696	0.832	0.805	0.962	0.714
15_10_2	0.733	0.816	0.674	0.765	1.075
15_15_2	0.776	0.835	0.774	0.685	0.642
15_20_2	0.825	0.707	0.755	0.856	0.950
20_5_2	0.661	0.625	0.677	0.763	0.545
20_10_2	0.705	0.670	0.652	0.712	0.665
20_15_2	0.755	0.712	0.756	0.741	0.736
20_20_2	0.722	0.736	0.745	0.750	0.700

1. ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

จากตารางที่ 4.14-4.16 พบว่าจำนวนวันที่ใช้เป็นข้อมูลอินพุทที่เหมาะสม คือ 10 วันย้อนหลัง และจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนที่เหมาะสม คือ 20 ดังนั้นสามารถเขียนเป็นโครงข่ายได้ดังนี้ 10×20×5 ซึ่งมีค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.1 และมีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.8 เนื่องจากให้ค่า RMS ต่ำสุดจากทั้ง 3 ตาราง

2. ราคายางแผ่นดิบ

จากตารางที่ 4.17-4.19 พบว่าจำนวนวันที่ใช้เป็นข้อมูลอินพุทที่เหมาะสม คือ 5 วันย้อนหลัง และจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนที่เหมาะสมคือ 20 ดังนั้นสามารถเขียนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายได้ดังนี้ 5×20×5 ซึ่งมีค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.3 และมีค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.8 เนื่องจากให้ค่า RMS ต่ำสุดจากทั้ง 3 ตาราง

3. ราคาน้ำยางสด

จากตารางที่ 4.20-4.22 พบว่าจำนวนวันที่ใช้เป็นข้อมูลอินพุทที่เหมาะสม คือ 10 วันย้อนหลัง และจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนที่เหมาะสมคือ 20 ดังนั้นสามารถเขียนเป็นโครงข่ายได้ดังนี้ 10×15×2 ซึ่งมีค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.2 และมีค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.7 เนื่องจากให้ค่า RMS ต่ำสุดจากทั้ง 3 ตาราง

4.1.3.2 กรณีเพิ่มปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่ออนุกรมเวลาที่ต้องการศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเป็นปัจจัยนำเข้า ซึ่งคาดว่าน่าจะมีผลต่ออนุกรมเวลาราคายางพาราที่ต้องการศึกษานี้ โดยจะทำให้ผลการพยากรณ์ที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาย้อนหลังของทั้งสองอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลอินพุท และจำนวนวันที่ต้องการพยากรณ์เป็นข้อมูลเอาท์พุท ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้พยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และราคายางแผ่นดิบล่วงหน้า 5 วัน ดังนั้นจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทของข้อมูลเอาท์พุทมีจำนวนเท่ากับ 5 ส่วนราคาน้ำยางสดนั้นได้พยากรณ์ล่วงหน้า 2 วัน ดังนั้นจำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทของข้อมูลเอาท์พุทมีจำนวนเท่ากับ 2 ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมสำหรับนำไปพยากรณ์ราคายางพารานั้นจะให้ค่า RMS (Root Mean Squre Error) ต่ำสุด ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับยางพาราแต่ละประเภทจำแนกตามลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมดังแสดงในตารางที่ 4.23-4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.952	0.964	0.974	1	1.083
5_10_5	0.948	0.932	0.922	1.016	1.094
5_15_5	0.952	0.962	0.976	1.021	0.986
5_20_5	0.995	0.953	1.011	0.992	0.868
10_5_5	0.535	0.512	0.979	0.995	0.995
10_10_5	0.692	0.685	0.689	0.623	0.636
10_15_5	0.946	0.953	0.979	1.021	0.987
10_20_5	0.596	0.585	0.585	0.526	0.534
15_5_5	0.723	0.741	0.724	0.748	0.722
15_10_5	0.692	0.685	0.689	0.623	0.636
15_15_5	0.948	0.956	0.977	1.029	0.986
15_20_5	0.498	0.487	0.483	**0.428**	0.441
20_5_5	0.674	0.679	0.677	0.634	0.648
20_10_5	0.946	0.953	0.979	1.021	0.987
20_15_5	0.789	0.774	0.765	0.726	0.615
20_20_5	0.675	0.697	0.736	0.685	0.626

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.967	0.989	0.976	1.021	1.034
5_10_5	0.936	0.922	0.916	1.037	1.085
5_15_5	0.962	0.976	0.981	1.032	0.991
5_20_5	0.993	0.946	1.032	0.977	0.851
10_5_5	0.561	0.536	0.911	0.952	0.984
10_10_5	0.662	0.674	0.687	0.642	0.651
10_15_5	0.946	0.953	0.979	1.021	0.987
10_20_5	0.582	**0.500**	0.558	0.531	0.545
15_5_5	0.526	**0.500**	**0.500**	0.578	0.579
15_10_5	0.9	0.995	0.963	0.985	0.881
15_15_5	0.957	0.962	0.987	1.041	0.976
15_20_5	0.588	0.574	0.476	0.534	0.552
20_5_5	0.687	0.694	0.686	0.644	0.653
20_10_5	0.952	0.964	0.987	1.034	0.998
20_15_5	0.696	0.835	0.731	0.698	0.793
20_20_5	0.574	0.636	0.579	0.534	0.627

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.963	0.986	0.978	1.034	1.039
5_10_5	0.882	0.882	0.973	1.012	0.984
5_15_5	0.976	0.976	0.793	0.994	0.952
5_20_5	0.797	0.895	0.884	0.892	0.863
10_5_5	0.575	0.500	0.521	0.596	0.585
10_10_5	0.528	0.563	0.534	0.534	0.565
10_15_5	0.948	0.955	0.981	1.026	0.981
10_20_5	0.488	0.51	0.556	0.537	0.544
15_5_5	0.522	0.506	0.512	0.579	0.571
15_10_5	0.966	0.991	0.968	0.971	0.863
15_15_5	0.952	0.959	0.981	1.043	0.971
15_20_5	0.586	0.574	0.577	0.533	0.561
20_5_5	0.578	**0.482**	0.582	0.521	0.596
20_10_5	0.949	0.963	0.981	1.037	0.989
20_15_5	0.796	0.642	0.636	0.742	0.678
20_20_5	0.595	0.554	0.653	0.668	0.713

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	1.044	1.093	1.068	1.085	1.066
5_10_5	1.078	1.088	1.026	0.997	0.963
5_15_5	0.974	0.963	0.925	0.925	0.953
5_20_5	0.953	0.931	0.912	0.925	0.896
10_5_5	0.556	0.566	0.552	0.552	0.511
10_10_5	0.562	0.621	0.611	0.532	0.585
10_15_5	0.563	0.524	0.517	**0.495**	0.542
10_20_5	0.627	0.643	0.629	0.641	0.628
15_5_5	0.653	0.718	0.687	0.663	0.669
15_10_5	0.519	0.563	0.732	0.622	0.517
15_15_5	0.647	0.636	0.685	0.621	0.697
15_20_5	0.735	0.732	0.657	0.703	0.693
20_5_5	0.721	0.663	0.626	0.691	0.622
20_10_5	0.621	0.689	0.711	0.778	0.732
20_15_5	0.836	0.753	0.728	0.819	0.896
20_20_5	0.697	0.494	0.632	0.521	0.557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.929	0.952	1.034	0.973	1.002
5_10_5	1.033	1.019	1.045	1.078	0.946
5_15_5	0.936	0.924	0.924	0.916	0.963
5_20_5	0.902	0.923	0.914	0.965	0.873
10_5_5	0.664	0.623	0.614	0.632	0.647
10_10_5	0.562	0.524	**0.434**	0.521	0.529
10_15_5	0.662	0.624	0.616	0.602	0.643
10_20_5	0.624	0.643	0.628	0.647	0.626
15_5_5	0.653	0.719	0.854	0.662	0.669
15_10_5	0.552	0.585	0.519	0.587	0.518
15_15_5	0.663	0.678	0.611	0.636	0.732
15_20_5	0.703	0.692	0.774	0.752	0.733
20_5_5	0.733	0.621	0.611	0.725	0.639
20_10_5	0.723	0.687	0.733	0.841	0.826
20_15_5	0.762	0.735	0.735	0.598	0.693
20_20_5	0.626	0.684	0.718	0.721	0.684

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_5	0.946	1.026	1.024	0.929	1.047
5_10_5	1.021	1.04	1.038	1.091	0.905
5_15_5	0.936	0.915	0.906	0.906	0.893
5_20_5	0.941	0.886	0.873	0.862	0.905
10_5_5	0.663	0.621	0.669	0.532	0.611
10_10_5	0.552	0.584	**0.456**	0.511	0.597
10_15_5	0.632	0.632	0.616	0.647	0.626
10_20_5	0.665	0.646	0.616	0.656	0.632
15_5_5	0.622	0.732	0.623	0.791	0.541
15_10_5	0.563	0.574	0.546	0.595	0.519
15_15_5	0.612	0.682	0.626	0.626	0.742
15_20_5	0.719	0.668	0.771	0.756	0.741
20_5_5	0.726	0.625	0.654	0.774	0.636
20_10_5	0.746	0.679	0.752	0.827	0.863
20_15_5	0.662	0.721	0.784	0.683	0.875
20_20_5	0.724	0.626	0.775	0.754	0.747

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.1

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_2	1.186	1.112	1.194	1.274	1.185
5_10_2	1.252	1.186	1.103	1.185	1.036
5_15_2	1.147	1.174	1.141	1.198	1.2
5_20_2	1.154	1.185	1.205	1.168	1.214
10_5_2	1.224	1.185	1.155	1.126	1.142
10_10_2	1.184	1.063	1.105	1.095	1.032
10_15_2	1.074	1.036	1.022	1.095	1.014
10_20_2	1.185	1.100	1.065	1.074	1.116
15_5_2	1.164	1.252	1.246	1.291	1.145
15_10_2	1.115	1.187	1.215	1.105	1.2
15_15_2	1.472	1.115	1.126	1.117	1.052
15_20_2	1.076	1.065	1.025	1.055	1.274
20_5_2	0.987	0.956	**0.943**	1.075	0.861
20_10_2	1.012	1.099	1.115	1.115	1.247
20_15_2	1.125	1.125	1.125	1.164	1.146
20_20_2	1.126	1.126	1.128	1.223	1.256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_2	1.063	1.065	1.114	1.052	1.065
5_10_2	1.057	1.112	1.136	1.145	1.182
5_15_2	1.158	1.135	1.174	1.175	1.128
5_20_2	1.117	1.105	1.161	1.105	1.182
10_5_2	1.124	1.100	1.135	1.147	1.142
10_10_2	1.156	1.195	1.054	1.196	1.155
10_15_2	1.134	1.150	1.152	1.225	1.232
10_20_2	1.054	1.156	1.182	1.115	1.046
15_5_2	1.116	1.084	1.075	1.191	0.974
15_10_2	1.065	1.138	1.032	1.138	1.226
15_15_2	1.116	1.085	1.134	1.115	1.115
15_20_2	1.026	1.165	1.186	1.125	1.124
20_5_2	0.867	0.974	0.995	1.085	**0.842**
20_10_2	1.123	1.163	1.126	1.135	1.145
20_15_2	1.125	1.114	1.255	1.244	1.132
20_20_2	1.126	1.135	1.126	1.045	1.135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 แสดงค่า RMS ของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เมื่อมีค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.3

โครงข่าย	โมเมนตัม				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5_5_2	1.065	1.152	1.196	1.159	1.005
5_10_2	1.053	1.095	1.084	1.065	1.065
5_15_2	1.185	1.145	1.186	1.088	1.062
5_20_2	1.025	1.155	1.074	1.125	1.065
10_5_2	1.015	1.074	1.056	1.133	1.046
10_10_2	1.095	1.135	1.136	1.134	1.155
10_15_2	1.155	1.186	1.112	1.045	1.085
10_20_2	1.161	1.192	1.111	1.163	1.141
15_5_2	1.096	1.132	1.105	1.262	1.114
15_10_2	1.133	1.116	1.074	1.065	1.375
15_15_2	1.076	1.135	1.074	1.085	1.042
15_20_2	1.125	1.007	1.055	1.156	1.250
20_5_2	1.061	1.125	1.077	1.063	1.045
20_10_2	1.005	0.97	**0.952**	1.012	0.965
20_15_2	1.055	1.112	1.056	1.041	1.036
20_20_2	1.122	1.036	1.045	1.05	1.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

จากตารางที่ 4.23-4.25 พบว่าจำนวนวันที่ใช้เป็นข้อมูลอินพุทที่เหมาะสม คือ 20 วันย้อนหลัง และจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนที่เหมาะสมคือ 20 ดังนั้นสามารถเขียนเป็นโครงข่ายได้ดังนี้ 20×10×5 ซึ่งมีค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.3 และมีค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.6 เนื่องจากให้ค่า RMS ต่ำสุดจากทั้ง 3 ตาราง

2. ราคายางแผ่นดิบ

จากตารางที่ 4.26-4.28 พบว่าจำนวนวันที่ใช้เป็นเข้ามูลอินพุทที่เหมาะสม คือ 10 วันย้อนหลัง และจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนที่เหมาะสมคือ 15 ดังนั้นสามารถเขียนเป็นโครงข่ายได้ดังนี้ 10×15×5 ซึ่งมีค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.1 และมีค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.8 เนื่องจากให้ค่า RMS ต่ำสุดจากทั้ง 3 ตาราง

3. ราคาน้ำยางสด

จากตารางที่ 4.29-4.31 พบว่าจำนวนวันที่ใช้เป็นเข้ามูลอินพุทที่เหมาะสม คือ 10 วันย้อนหลัง และจำนวนโหนดในชั้นฮิดเดนที่เหมาะสมคือ 20 ดังนั้นสามารถเขียนเป็นโครงข่ายได้ดังนี้ 10×20×2 ซึ่งมีค่าอัตราการเรียนรู้ เท่ากับ 0.3 และมีค่าโมเมนตัม เท่ากับ 0.7 เนื่องจากให้ค่า RMS ต่ำสุดจากทั้ง 3 ตาราง

4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบ

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์จะพิจารณาตามแนวทางต่อไปนี้

4.2.1 การวัดความถูกต้อง

การวัดความถูกต้องระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์โดยใช้ตัวสถิติ RMSE และ MAPE ซึ่งจะเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า เนื่องจากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมจะพิจารณาเพียงอนุกรมเวลาที่ต้องการศึกษาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ต่างจากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ที่จะนำอนุกรมเวลาอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยมาพิจารณาร่วมในการพยากรณ์ราคายางพาราด้วย ผลจากค่าวัดความถูกต้องแสดงในตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

ค่า	ตัวแบบ			
	กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า		กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า	
	บ๊อกซ์และเจนกินส์	โครงข่ายประสาทเทียม	ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน	โครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า
RMSE	0.896	**0.817**	0.649	**0.405**
MAPE	**1.732**	1.878	1.559	**1.305**

จากตารางที่ 4.32 แสดงผลการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ระหว่างค่าจริงของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 กับค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตัวแบบต่างๆ สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า RMSE ต่ำสุด และวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ให้ค่า MAPE ต่ำสุด ส่วนตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำสุด

ตารางที่ 4.33 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ

ค่า	ตัวแบบ			
	กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า		กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า	
	บ๊อกซ์และเจนกินส์	โครงข่ายประสาทเทียม	ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน	โครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า
RMSE	0.762	**0.529**	1.259	**0.466**
MAPE	1.591	**1.249**	2.752	**1.396**

จากตารางที่ 4.33 แสดงผลการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ระหว่างค่าจริงของราคายางแผ่นดิบกับค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ จากตัวแบบต่างๆ สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำสุด ส่วนตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้านั้นพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.34 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด

ค่า	ตัวแบบ			
	กรณีไม่เพิ่มปัจจัยนำเข้า		กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า	
	บ๊อกซ์และเจนกินส์	โครงข่ายประสาทเทียม	ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน	โครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า
RMSE	0.706	**0.542**	2.891	**1.351**
MAPE	1.591	**1.474**	6.922	**3.613**

จากตารางที่ 4.34 แสดงผลการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ระหว่างค่าจริงของราคาน้ำยางสดกับค่าพยากรณ์ราคาน้ำยางสด จากตัวแบบต่างๆ สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำสุด ส่วนตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำสุด

4.2.1 การตรวจสอบความเอนเอียง

การตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างราคายางพาราและค่าพยากรณ์ราคายางพาราที่ได้จากตัวแบบแต่ละตัวแบบ โดยใช้สมการถดถอย $I_t = \beta_0 + \beta_1 \hat{I}_t + \varepsilon_t$ และทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ทีละตัวโดยตั้งสมมติฐานดังนี้ $H_0: \beta_0 = 0$ $H_1: \beta_0 \neq 0$ และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1$ $H_1: \beta_1 \neq 1$ ถ้าปฏิเสธ $H_0: \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1$ แสดงว่า ค่าพยากรณ์จากตัวแบบที่ทดสอบมีความเอนเอียงจากค่าจริง ผลการตรวจสอบความเอนเอียงแสดงดังตารางที่ 4.35-4.40

ตารางที่ 4.35 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ระหว่างวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ตัวแบบ	β_0	Sig.	β_1	Sig.
บ๊อกซ์และเจนกินส์	0.318	0.078	1.114	0.381
โครงข่ายประสาทเทียม	0.459	0.135	1.524	0.073

จากตารางที่ 4.35 พบว่าการตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และค่าจริงของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 นั้นยอมรับทั้งสมมติฐาน $H_0: \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0: \beta_1 = 1$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ไม่เอนเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ระหว่างวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า

ตัวแบบ	β_0	Sig.	β_1	Sig.
ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน	0.173	0.092	0.881	0.625
โครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า	-0.126	0.817	1.156	0.512

จากตารางที่ 4.36 พบว่าการตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และค่าจริงของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 นั้นยอมรับทั้งสมมติฐาน $H_0 : \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0 : \beta_1 = 1$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ให้ค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ไม่เอนเอียง

ตารางที่ 4.37 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ ระหว่างวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ตัวแบบ	β_0	Sig.	β_1	Sig.
บ๊อกซ์และเจนกินส์	-0.326	0.564	1.257	0.663
โครงข่ายประสาทเทียม	0.348	0.531	-0.583	0.057

จากตารางที่ 4.37 พบว่าการตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบและค่าจริงของราคายางแผ่นดิบ นั้นยอมรับทั้งสมมติฐาน $H_0 : \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0 : \beta_1 = 1$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบที่ไม่เอนเอียง

ตารางที่ 4.38 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ ระหว่างวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัย

ตัวแบบ	β_0	Sig.	β_1	Sig.
ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน	0.213	0.062	1.173	0.604
โครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า	0.549	0.058	1.659	0.068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.38 พบว่าการตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบและค่าจริงของราคายางแผ่นดิบ นั้นยอมรับทั้งสมมติฐาน $H_0 : \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0 : \beta_1 = 1$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ให้ค่าพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบที่ไม่เอนเอียง

ตารางที่ 4.39 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด ระหว่างวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ตัวแบบ	β_0	Sig.	β_1	Sig.
บ๊อกซ์และเจนกินส์	0.0671	0.211	0.998	0.999
โครงข่ายประสาทเทียม	-0.101	0.153	0.999	0.999

จากตารางที่ 4.39 พบว่าการตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างค่าพยากรณ์ราคาน้ำยางสดและค่าจริงของราคาน้ำยางสด นั้นยอมรับทั้งสมมติฐาน $H_0 : \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0 : \beta_1 = 1$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ให้ค่าพยากรณ์ราคาน้ำยางสดที่ไม่เอนเอียง

ตารางที่ 4.40 การตรวจสอบความเอนเอียงของการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด ระหว่างวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัย

ตัวแบบ	β_0	Sig.	β_1	Sig.
ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน	0.080	0.104	0.997	0.998
โครงข่ายประสาทเทียม กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า	0.248	0.180	0.996	0.997

จากตารางที่ 4.40 พบว่าการตรวจสอบความเอนเอียงระหว่างค่าพยากรณ์ราคาน้ำยางสด และค่าจริงของราคาน้ำยางสด นั้นยอมรับทั้งสมมติฐาน $H_0 : \beta_0 = 0$ และ/หรือ $H_0 : \beta_1 = 1$ แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าให้ค่าพยากรณ์ราคาน้ำยางสดที่ไม่เอนเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคายางพาราโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธี ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม มีจุดประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาและสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของการพยากรณ์แต่ละวิธี โดยใช้วิธีทางสถิติสำหรับการพยากรณ์ราคายางพารา ซึ่งประกอบด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคายางพารา ระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยการตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ (1) ใช้ค่าสถิติวัดความถูกต้องมี 2 ค่าได้แก่ รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และ(2) ตรวจสอบความเอนเอียง ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 จากการศึกษา 4 ตัวแบบที่ได้จากวิธีวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคายางพาราชนิดต่างๆเป็นดังนี้

5.1.1.1 ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

(1) วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

$$\ln Y_t = 1.236 \ln Y_{t-1} - 0.236 \ln Y_{t-2} + \ln \varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ เวลา t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

(2) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

$$\ln Y_t = 0.9886 \ln X_t + 1.9772 \ln X_{t-1} + 0.9886 \ln X_{t-2} + 1.286 \ln Y_{t-1} + 0.4272 \ln Y_{t-2}$$
$$- 0.608 \ln Y_{t-3} - 0.211 \ln Y_{t-4} + 0.1055 \ln Y_{t-5} + 0.6899 \ln \varepsilon_{t-1} + \ln \varepsilon_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ เวลา t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

(3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

- กรณีใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุท โครงข่ายที่เหมาะสมคือ 10×20×5

- กรณีใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุท โครงข่ายที่เหมาะสมคือ 20×10×5

5.1.1.2 ราคายางแผ่นดิบ

(1) วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

$$\ln Y_t = 1.277 \ln Y_{t-1} - 0.193 \ln Y_{t-2} - 0.084 \ln Y_{t-3} + \ln \varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตราคายางแผ่นดิบ ณ เวลา t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

(2) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

$$\ln Y_t = 1.4332 \ln Y_{t-1} - 0.2424 \ln Y_{t-2} + 0.4694 \ln Y_{t-3} + 0.3874 \ln Y_{t-4} + 0.073 \ln Y_{t-5} - 0.1778 \ln Y_{t-6} + \ln \varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตราคายางแผ่นดิบ ณ เวลา t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

(3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

- กรณีใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุท โครงข่ายที่เหมาะสมคือ 5×20×5

- กรณีใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางแผ่นดิบและอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุท โครงข่ายที่เหมาะสมคือ 10×15×5

5.1.1.2 ราคาน้ำยางสด

(1) วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

$$\ln Y_t = 1.0698 \ln Y_{t\ 1} + 0.1601 \ln Y_{t\ 2} - 0.0845 \ln Y_{t-3} - 0.1454 \ln Y_{t-4} + \varepsilon_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตราคาน้ำยางสด ณ เวลา t

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

(2) วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

$$\ln Y_t = 2\ln Y_{t-1} - \ln Y_{t-2} + 0.1148\ln\varepsilon_{t-2} + \ln\varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกตราคาราคาน้ำยางสด

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

(3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

- กรณีใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคาน้ำยางสดย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุท โครงข่ายที่เหมาะสมคือ 10×20×2

- กรณีใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคาน้ำยางสดและอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยย้อนหลังเป็นข้อมูลอินพุท โครงข่ายที่เหมาะสมคือ 10×20×2

5.1.2 จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคายางพาราชนิดต่างๆ ระหว่างตัวแบบที่ศึกษาจากวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี สำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 พบว่า การเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ให้ค่า RMSE และ MAPE ใกล้เคียงกัน โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า RMSE ต่ำกว่าเล็กน้อย ส่วนวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ ให้ค่า MAPE ต่ำกว่า เนื่องจากเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาชุดเดียวกันจึงพิจารณาค่า MAPE เป็นหลัก ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 คือ วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ สำหรับตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้านั้นพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าและวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันให้ค่า RMSE และ MAPE ใกล้เคียงกัน โดยที่วิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธี ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากกว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและทุกตัวแบบไม่มีความเอนเอียง

สำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ พบว่า การเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ให้ค่า RMSE และ MAPE ใกล้เคียงกัน โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าเล็กน้อย แสดงว่า ตัวแบบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากกว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ สำหรับตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้านั้นพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าให้ค่า RMSE และ MAPE สูงกว่า วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน อย่างเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัด แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากกว่าตัวแบบที่ได้จาก วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และทุกตัวแบบไม่มีความเอนเอียง

สำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด พบว่า การเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบที่ได้ จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมนั้นให้ค่า RMSE และ MAPE ใกล้เคียงกัน โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าเล็กน้อย แสดงว่า ตัวแบบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากกว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์สำหรับตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันและวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้านั้นพบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชันอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้า ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากกว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน

5.2 อภิปรายผล

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัย ซึ่งผลสรุปดังกล่าวสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

วิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ สามารถใช้ในการพยากรณ์ราคายางพาราได้ดี และให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูง โดยเฉพาะราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 จะให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีอื่น

วิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน พบว่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และราคายางแผ่นดิบเท่านั้น ส่วนราคาน้ำยางสดที่มีอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยเป็นปัจจัยนำเข้านั้นพบว่าไม่ทำให้การพยากรณ์มีความถูกต้องขึ้น จึงไม่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ราคาน้ำยางสด อาจเนื่องมาจากน้ำยางสดเป็นเพียงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเท่านั้น อัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยจึงไม่ใช่ปัจจัยหลักที่จะส่งผลต่อราคาน้ำยางสดก็เป็นได้

สำหรับวิธีโครงข่ายประสาทเทียมนั้น สามารถใช้ในการพยากรณ์ได้ดีทั้งในกรณีที่ใช้อนุกรมเวลาที่ต้องการศึกษาเป็นข้อมูลอินพุท และในกรณีเพิ่มอัตราแลกเปลี่ยนเงินเยนเทียบกับเงินบาทไทยร่วมเป็นข้อมูลอินพุท โดยเมื่อใช้พยากรณ์ราคายางทุกประเภทในงานวิจัยนี้ก็พบว่า ให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีอื่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีใช้อนุกรมเวลาที่ต้องการศึกษาเป็นข้อมูลอินพุทและกรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าพบว่า กรณีเพิ่มปัจจัยนำเข้าเป็นข้อมูลอินพุทให้ผลการพยากรณ์ดีขึ้นเฉพาะราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 และราคายางแผ่นดิบเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับวิธีทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยนำเข้าเพียงตัวแปรเดียว ซึ่งอาจจะเพิ่มตัวแปรเข้ามาร่วมพิจารณาซึ่งอาจจะทำให้ความถูกต้องในการพยากรณ์สูงขึ้น เช่น ราคาซื้อขายยางพาราล่วงหน้า ณ ตลาดสิงคโปร์ เป็นต้น

2. งานวิจัยนี้อาศัยแนวความคิดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าสังเกตตามทฤษฎีของอนุกรมเวลาโดยถือว่าข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นเป็นไปตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง ไม่ได้ศึกษาตัวแบบหรือทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ของราคายางพารา ในงานวิจัยครั้งต่อไป อาจทำการศึกษาตัวแบบตามทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์และเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของตัวแบบทางเศรษฐศาสตร์ กับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบอนุกรมเวลา

3. งานวิจัยครั้งต่อไป การศึกษาวิธีโครงข่ายประสาทเทียมอาจทำการแปลงข้อมูล เช่น การยกกำลังสอง การถอดรากที่สอง หรือ การแปลงเป็นค่าค่าลอกการิทึม เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **ข้อมูลวิชาการยางพารา.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยยาง.

กัญญารัตน์ บุษบรรณ. 2540. "ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนคนไข้ในของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ 3 โรงพยาบาล." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2539. **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ทัดดาว แนบเนียน. 2545. "การเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์ : กรณีศึกษา อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

.ธนาวุฒิ ศรีวิรักษ์. 2546. "การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ภาวะเงินเฟ้อระหว่างตัวแบบ ARIMA ตัวแบบอัตราดอกเบี้ย ตัวแบบ Transfer Function และตัวแบบ VAR." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นคร ยิ้มศิริวัฒนะ. 2546. "การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนในระยะสั้นโดยใช้ Aritficial Neural Networks." งานวิจัย คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ประกายรัตน์ สุวรรณ. 2539. "การเปรียบเทียบการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลโดยวิธีนิวรอลเน็ทเวิร์คแบบแบ็คพรอพะเกชันกับวิธีบอกซ์และเจนกินส์." รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์,มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เพ็ญพรรณ ใช้ฮวดเจริญ. 2541. "การจดจำอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบจำลองอะแดปทีฟโซแนนซ์เทียรี่." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วันดี เสาหิน. 2538. "การพยากรณ์เชิงสถิติของราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัลลภา อุนวิจิตร. 2539. "การพยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับราคาน้ำมันโดยนิวรอลเน็ตเวิร์ค." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และคณะ. 2539. **เทคนิคการพยากรณ์.** กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศุภัทรา สุนทราภัย. 2539. "การพัฒนาเครื่องมือซอฟแวร์ในการจำลองการทำงานของนิวรอลเน็ตเวิร์ค." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิจัยยาง. รายงานราคายางพารา แหล่งที่มา :http://www.rubberthai.co.th/ rubberprice._2001.html.

_____. รายงานราคายางพารา แหล่งที่มา :http://www.rubberthai.co.th/ rubberprice._2002.html.

_____. รายงานราคายางพารา แหล่งที่มา :http://www.rubberthai.co.th/ rubberprice._2003.html.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545. **เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร.**กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2545. **รายงานการศึกษาภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.** กระทรวงอุตสาหกรรม.

สุโรจน์ ศุภศิริภิญโญ. 2543. "การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของราคายางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 ของประเทศไทย." วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

โสภา เพชรกาฬ. 2532. "ความสัมพันธ์ของราคายางพาราในระดับต่างๆในประเทศไทยและปัจจัยที่มีผลกระทบ." วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bowerman, B.L. and R.T.O'Connel. 1987. **Time Series Forecasting.** Boston : Duxbury Press.

De Matos, G. 1994. " Neural Networks for forcasting Foreign Exchange Rates." M.Sc. thesis, the University of Manitoba, Canada.

Delurgio, S.A. 1998. **Forecasting Principles and Applications.** Singapore : Mc Graw-Hill companies.

Fausett, L. 1994. **Foundaments of Neural Networks : Architectures Algorithms and Applications.** London : Prentice-Hall International.

Haykin, S. 1994. **Neural networks : a comprehensive foundation**. New York : Macmillan College.

Helmer, R.M. and J.K. Johansson. 1977. "An Exposition of Box-Jenkins Transfer Function Analysis with an Application to the Advertising-Sales Relationship." **J. of Marketing Research** 14 : 227-239.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hill, T. et. al. 1996. "Neural Network Models For Time Series Forecasts." **Management Science** 42(7) : 1082-1092.

Makridakis, S., S.C. Wheelwright and R.J. Hyndman. 1998. **Forecasting : Method and Applications.** 3rd ed. New York : John Wiley and Sons.

Montgomery, D.C. and L.A. Johnson. 1977. **Forecasting and Time Series Analysis.** New York : John Wiley and Sons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการเตรียมข้อมูลก่อนที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ราคายางพารา โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ย้อนกลับ

กรณี จำนวนโหนดในชั้นเอาท์พุทมี 5 โหนด

ตัวอย่าง การจัดเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม 2544 ถึง 31 ธันวาคม 2546 รวม 733 วัน

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3	วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
3-ม.ค.-44	24.26	5-ก.พ.-44	24.36
4-ม.ค.-44	24.30	6-ก.พ.-44	24.28
5-ม.ค.-44	24.16	7-ก.พ.-44	24.22
8-ม.ค.-44	24.20	9-ก.พ.-44	24.25
9-ม.ค.-44	24.26	12-ก.พ.-44	24.30
10-ม.ค.-44	24.27	13-ก.พ.-44	24.16
11-ม.ค.-44	24.35	14-ก.พ.-44	24.07
12-ม.ค.-44	24.40	15-ก.พ.-44	24.10
15-ม.ค.-44	24.50	16-ก.พ.-44	24.00
16-ม.ค.-44	24.25	19-ก.พ.-44	23.90
17-ม.ค.-44	24.27	20-ก.พ.-44	23.85
18-ม.ค.-44	24.18	21-ก.พ.-44	23.81
19-ม.ค.-44	24.24	22-ก.พ.-44	23.85
22-ม.ค.-44	24.30	23-ก.พ.-44	23.75
23-ม.ค.-44	24.25	26-ก.พ.-44	23.50
25-ม.ค.-44	24.25	27-ก.พ.-44	23.30
26-ม.ค.-44	24.30	28-ก.พ.-44	23.15
29-ม.ค.-44	24.35	1-มี.ค.-44	23.20
30-ม.ค.-44	24.37	2-มี.ค.-44	23.10
31-ม.ค.-44	24.41	5-มี.ค.-44	23.10
1-ก.พ.-44	24.45	6-มี.ค.-44	23.10
2-ก.พ.-44	24.50	7-มี.ค.-44	23.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
8-มี.ค.-44	23.15
9-มี.ค.-44	23.12
12-มี.ค.-44	23.03
13-มี.ค.-44	23.06
14-มี.ค.-44	23.00
15-มี.ค.-44	23.02
16-มี.ค.-44	23.06
19-มี.ค.-44	23.11
20-มี.ค.-44	23.12
21-มี.ค.-44	23.10
22-มี.ค.-44	23.15
23-มี.ค.-44	23.21
26-มี.ค.-44	23.27
27-มี.ค.-44	23.38
28-มี.ค.-44	23.40
29-มี.ค.-44	23.56
30-มี.ค.-44	23.63
2-เม.ย.-44	23.75
3-เม.ย.-44	23.79
4-เม.ย.-44	23.81
5-เม.ย.-44	23.91
9-เม.ย.-44	24.13
10-เม.ย.-44	23.93
11-เม.ย.-44	24.39
12-เม.ย.-44	24.51
18-เม.ย.-44	24.77
19-เม.ย.-44	24.89
20-เม.ย.-44	25.02

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
23-เม.ย.-44	25.07
24-เม.ย.-44	25.11
25-เม.ย.-44	25.20
26-เม.ย.-44	25.27
27-เม.ย.-44	25.25
30-เม.ย.-44	25.25
2-พ.ค.-44	25.35
3-พ.ค.-44	25.37
4-พ.ค.-44	25.37
9-พ.ค.-44	25.67
10-พ.ค.-44	25.90
11-พ.ค.-44	26.00
14-พ.ค.-44	26.06
15-พ.ค.-44	27.00
17-พ.ค.-44	26.50
18-พ.ค.-44	26.73
21-พ.ค.-44	26.90
22-พ.ค.-44	26.90
23-พ.ค.-44	26.91
24-พ.ค.-44	26.75
25-พ.ค.-44	26.88
28-พ.ค.-44	27.16
29-พ.ค.-44	27.26
30-พ.ค.-44	27.38
31-พ.ค.-44	27.57
1-มิ.ย.-44	27.62
4-มิ.ย.-44	27.76
5-มิ.ย.-44	27.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
6-มิ.ย.-44	27.73
7-มิ.ย.-44	27.53
8-มิ.ย.-44	27.23
11-มิ.ย.-44	26.70
12-มิ.ย.-44	26.30
13-มิ.ย.-44	26.10
14-มิ.ย.-44	25.95
15-มิ.ย.-44	26.00
18-มิ.ย.-44	25.75
19-มิ.ย.-44	25.81
20-มิ.ย.-44	25.70
21-มิ.ย.-44	25.80
22-มิ.ย.-44	26.00
25-มิ.ย.-44	26.21
26-มิ.ย.-44	26.25
27-มิ.ย.-44	26.26
28-มิ.ย.-44	26.26
29-มิ.ย.-44	25.80
2-ก.ค.-44	25.65
3-ก.ค.-44	25.55
4-ก.ค.-44	25.45
6-ส.ค.-44	23.85
9-ก.ค.-44	25.46
10-ก.ค.-44	25.39
11-ก.ค.-44	25.36
12-ก.ค.-44	25.28
13-ก.ค.-44	25.30

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
16-ก.ค.-44	25.15
17-ก.ค.-44	26.01
18-ก.ค.-44	24.80
19-ก.ค.-44	24.44
20-ก.ค.-44	24.20
23-ก.ค.-44	24.12
24-ก.ค.-44	24.23
25-ก.ค.-44	24.06
26-ก.ค.-44	24.15
27-ก.ค.-44	24.20
30-ก.ค.-44	24.35
31-ก.ค.-44	24.30
1-ส.ค.-44	24.07
2-ส.ค.-44	24.05
3-ส.ค.-44	23.95
7-ส.ค.-44	23.90
8-ส.ค.-44	23.92
9-ส.ค.-44	23.95
10-ส.ค.-44	23.96
14-ส.ค.-44	23.90
15-ส.ค.-44	23.95
16-ส.ค.-44	23.95
17-ส.ค.-44	23.96
20-ส.ค.-44	23.96
21-ส.ค.-44	23.86
22-ส.ค.-44	23.91
23-ส.ค.-44	23.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
24-ส.ค.-44	23.91
27-ส.ค.-44	23.65
28-ส.ค.-44	23.30
29-ส.ค.-44	23.09
30-ส.ค.-44	23.00
31-ส.ค.-44	22.50
3-ก.ย.-44	22.50
4-ก.ย.-44	22.27
5-ก.ย.-44	22.28
6-ก.ย.-44	22.28
7-ก.ย.-44	22.17
10-ก.ย.-44	22.20
11-ก.ย.-44	22.16
12-ก.ย.-44	22.22
13-ก.ย.-44	22.14
14-ก.ย.-44	22.13
17-ก.ย.-44	22.05
18-ก.ย.-44	22.07
19-ก.ย.-44	21.95
20-ก.ย.-44	21.87
21-ก.ย.-44	21.58
24-ก.ย.-44	21.03
25-ก.ย.-44	21.11
26-ก.ย.-44	21.15
27-ก.ย.-44	21.30
28-ก.ย.-44	21.23
1-ต.ค.-44	21.29
2-ต.ค.-44	21.35
3-ต.ค.-44	21.40
4-ต.ค.-44	21.43
5-ต.ค.-44	21.46
8-ต.ค.-44	21.51
9-ต.ค.-44	21.59
10-ต.ค.-44	21.62
11-ต.ค.-44	21.67
12-ต.ค.-44	21.75
15-ต.ค.-44	21.77
16-ต.ค.-44	21.68
17-ต.ค.-44	21.69
18-ต.ค.-44	21.62
19-ต.ค.-44	21.57
22-ต.ค.-44	21.58
24-ต.ค.-44	21.59
25-ต.ค.-44	21.66
26-ต.ค.-44	21.75
29-ต.ค.-44	21.79
30-ต.ค.-44	21.84
31-ต.ค.-44	21.85
1-พ.ย.-44	21.88
2-พ.ย.-44	21.93
5-พ.ย.-44	21.86
6-พ.ย.-44	21.67
7-พ.ย.-44	21.57
8-พ.ย.-44	21.61
9-พ.ย.-44	21.47
12-พ.ย.-44	21.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
13-พ.ย.-44	21.03
14-พ.ย.-44	20.80
15-พ.ย.-44	20.57
16-พ.ย.-44	20.42
19-พ.ย.-44	20.60
20-พ.ย.-44	20.33
20-พ.ย.-44	20.33
21-พ.ย.-44	20.16
22-พ.ย.-44	19.85
23-พ.ย.-44	19.55
26-พ.ย.-44	19.53
27-พ.ย.-44	19.02
28-พ.ย.-44	18.87
29-พ.ย.-44	18.80
30-พ.ย.-44	18.57
3-ธ.ค.-44	18.67
4-ธ.ค.-44	18.30
6-ธ.ค.-44	18.13
7-ธ.ค.-44	17.70
11-ธ.ค.-44	17.70
12-ธ.ค.-44	17.12
13-ธ.ค.-44	17.80
14-ธ.ค.-44	17.95
17-ธ.ค.-44	18.33
18-ธ.ค.-44	18.54
19-ธ.ค.-44	18.58
20-ธ.ค.-44	18.65
21-ธ.ค.-44	19.05

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
24-ธ.ค.-44	19.63
25-ธ.ค.-44	19.75
26-ธ.ค.-44	19.78
27-ธ.ค.-44	19.84
28-ธ.ค.-44	20.00
2-ม.ค.-45	20.30
3-ม.ค.-45	20.50
4-ม.ค.-45	20.67
7-ม.ค.-45	20.70
8-ม.ค.-45	20.75
9-ม.ค.-45	21.00
10-ม.ค.-45	21.26
11-ม.ค.-45	21.67
14-ม.ค.-45	22.15
15-ม.ค.-45	22.32
16-ม.ค.-45	22.76
17-ม.ค.-45	23.16
18-ม.ค.-45	23.43
21-ม.ค.-45	23.16
22-ม.ค.-45	22.47
23-ม.ค.-45	23.00
24-ม.ค.-45	23.23
25-ม.ค.-45	23.49
28-ม.ค.-45	24.00
29-ม.ค.-45	24.16
30-ม.ค.-45	24.06
31-ม.ค.-45	24.05
1-ก.พ.-45	23.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
4-ก.พ.-45	23.70
5-ก.พ.-45	24.10
6-ก.พ.-45	24.76
7-ก.พ.-45	25.00
8-ก.พ.-45	25.25
11-ก.พ.-45	25.26
13-ก.พ.-45	25.32
14-ก.พ.-45	25.16
15-ก.พ.-45	25.07
18-ก.พ.-45	25.08
19-ก.พ.-45	24.76
20-ก.พ.-45	24.47
21-ก.พ.-45	24.38
22-ก.พ.-45	24.26
25-ก.พ.-45	24.28
27-ก.พ.-45	24.15
28-ก.พ.-45	24.10
1-มี.ค.-45	24.11
4-มี.ค.-45	24.25
5-มี.ค.-45	24.50
6-มี.ค.-45	24.90
7-มี.ค.-45	25.37
8-มี.ค.-45	25.83
11-มี.ค.-45	26.66
12-มี.ค.-45	27.02
13-มี.ค.-45	27.27
14-มี.ค.-45	27.38

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
15-มี.ค.-45	27.51
18-มี.ค.-45	27.02
19-มี.ค.-45	26.66
20-มี.ค.-45	27.07
21-มี.ค.-45	27.00
22-มี.ค.-45	26.82
25-มี.ค.-45	26.92
26-มี.ค.-45	26.74
27-มี.ค.-45	26.45
28-มี.ค.-45	26.10
29-มี.ค.-45	26.13
1-เม.ย.-45	25.87
2-เม.ย.-45	26.15
3-เม.ย.-45	26.62
4-เม.ย.-45	26.90
5-เม.ย.-45	27.26
9-เม.ย.-45	27.86
10-เม.ย.-45	27.70
11-เม.ย.-45	27.57
12-เม.ย.-45	27.50
17-เม.ย.-45	27.28
18-เม.ย.-45	26.87
19-เม.ย.-45	26.56
22-เม.ย.-45	26.37
23-เม.ย.-45	26.21
24-เม.ย.-45	26.25
25-เม.ย.-45	26.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
26-เม.ย.-45	26.43
29-เม.ย.-45	26.60
30-เม.ย.-45	26.72
2-พ.ค.-45	26.89
3-พ.ค.-45	26.68
7-พ.ค.-45	26.50
8-พ.ค.-45	26.65
10-พ.ค.-45	26.82
13-พ.ค.-45	26.92
14-พ.ค.-45	27.13
15-พ.ค.-45	27.29
16-พ.ค.-45	27.12
17-พ.ค.-45	27.20
20-พ.ค.-45	27.52
21-พ.ค.-45	27.75
22-พ.ค.-45	27.90
23-พ.ค.-45	28.25
24-พ.ค.-45	28.57
24-พ.ค.-45	28.57
28-พ.ค.-45	28.83
29-พ.ค.-45	29.30
30-พ.ค.-45	29.75
31-พ.ค.-45	29.90
3-มิ.ย.-45	30.14
4-มิ.ย.-45	29.34
5-มิ.ย.-45	29.55
6-มิ.ย.-45	30.05
7-มิ.ย.-45	30.52

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
10-มิ.ย.-45	31.25
11-มิ.ย.-45	32.01
12-มิ.ย.-45	32.10
13-มิ.ย.-45	33.00
14-มิ.ย.-45	33.81
17-มิ.ย.-45	34.61
18-มิ.ย.-45	35.46
19-มิ.ย.-45	36.54
20-มิ.ย.-45	37.60
21-มิ.ย.-45	37.66
24-มิ.ย.-45	36.69
25-มิ.ย.-45	36.00
26-มิ.ย.-45	35.00
27-มิ.ย.-45	34.10
28-มิ.ย.-45	33.66
29-มิ.ย.-45	32.16
1-ก.ค.-45	32.16
2-ก.ค.-45	32.16
3-ก.ค.-45	32.60
4-ก.ค.-45	34.28
5-ก.ค.-45	34.39
8-ก.ค.-45	34.15
9-ก.ค.-45	33.35
10-ก.ค.-45	32.66
11-ก.ค.-45	32.78
12-ก.ค.-45	33.09
15-ก.ค.-45	33.30
16-ก.ค.-45	30.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
17-ก.ค.-45	31.78
18-ก.ค.-45	32.28
19-ก.ค.-45	31.88
22-ก.ค.-45	31.48
22-ก.ค.-45	31.66
26-ก.ค.-45	29.83
29-ก.ค.-45	29.97
30-ก.ค.-45	30.34
31-ก.ค.-45	30.83
1-ส.ค.-45	30.83
2-ส.ค.-45	31.23
5-ส.ค.-45	32.23
6-ส.ค.-45	32.44
7-ส.ค.-45	33.03
8-ส.ค.-45	33.45
9-ส.ค.-45	32.86
13-ส.ค.-45	33.86
14-ส.ค.-45	34.86
15-ส.ค.-45	35.25
16-ส.ค.-45	34.51
19-ส.ค.-45	33.83
20-ส.ค.-45	33.43
21-ส.ค.-45	33.93
22-ส.ค.-45	34.15
23-ส.ค.-45	34.36
26-ส.ค.-45	34.61
27-ส.ค.-45	34.99
28-ส.ค.-45	34.79

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
29-ส.ค.-45	35.00
30-ส.ค.-45	35.23
1-ก.ย.-45	30.83
2-ก.ย.-45	31.23
5-ก.ย.-45	32.23
6-ก.ย.-45	32.44
7-ก.ย.-45	33.03
8-ก.ย.-45	33.45
9-ก.ย.-45	32.86
13-ก.ย.-45	33.86
14-ก.ย.-45	34.86
15-ก.ย.-45	35.25
16-ก.ย.-45	34.51
19-ก.ย.-45	33.83
20-ก.ย.-45	33.43
21-ก.ย.-45	33.93
22-ก.ย.-45	34.15
23-ก.ย.-45	34.36
26-ก.ย.-45	34.61
27-ก.ย.-45	34.99
28-ก.ย.-45	34.79
29-ก.ย.-45	35.00
30-ก.ย.-45	35.23
1-ต.ค.-45	34.52
2-ต.ค.-45	34.14
3-ต.ค.-45	33.78
4-ต.ค.-45	33.73
7-ต.ค.-45	34.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
8-ต.ค.-45	34.11
9-ต.ค.-45	33.68
10-ต.ค.-45	33.33
11-ต.ค.-45	33.07
14-ต.ค.-45	33.17
15-ต.ค.-45	32.88
16-ต.ค.-45	32.72
17-ต.ค.-45	32.11
18-ต.ค.-45	32.15
21-ต.ค.-45	32.28
22-ต.ค.-45	32.28
24-ต.ค.-45	32.56
25-ต.ค.-45	33.08
28-ต.ค.-45	33.70
29-ต.ค.-45	33.74
30-ต.ค.-45	33.20
31-ต.ค.-45	33.27
1-พ.ย.-45	33.13
4-พ.ย.-45	33.13
6-พ.ย.-45	33.24
7-พ.ย.-45	33.59
8-พ.ย.-45	33.45
11-พ.ย.-45	33.13
12-พ.ย.-45	33.05
13-พ.ย.-45	33.16
14-พ.ย.-45	33.43
15-พ.ย.-45	33.67

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
20-พ.ย.-45	33.79
21-พ.ย.-45	33.81
22-พ.ย.-45	33.83
25-พ.ย.-45	34.00
26-พ.ย.-45	33.93
27-พ.ย.-45	34.15
28-พ.ย.-45	34.17
29-พ.ย.-45	34.23
2-ธ.ค.-45	32.55
3-ธ.ค.-45	32.36
4-ธ.ค.-45	32.27
6-ธ.ค.-45	31.83
9-ธ.ค.-45	31.78
11-ธ.ค.-45	31.38
12-ธ.ค.-45	31.61
13-ธ.ค.-45	31.69
16-ธ.ค.-45	31.57
17-ธ.ค.-45	31.63
18-ธ.ค.-45	31.76
19-ธ.ค.-45	31.95
20-ธ.ค.-45	32.00
23-ธ.ค.-45	31.76
24-ธ.ค.-45	32.02
25-ธ.ค.-45	32.15
26-ธ.ค.-45	32.48
27-ธ.ค.-45	32.75
2-ม.ค.-46	34.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
18-พ.ย.-45	33.79
19-พ.ย.-45	33.79
8-ม.ค.-46	34.90
9-ม.ค.-46	35.12
10-ม.ค.-46	35.73
13-ม.ค.-46	36.16
14-ม.ค.-46	36.02
15-ม.ค.-46	36.26
16-ม.ค.-46	36.57
17-ม.ค.-46	36.09
20-ม.ค.-46	35.97
21-ม.ค.-46	35.89
22-ม.ค.-46	35.70
23-ม.ค.-46	36.55
24-ม.ค.-46	36.18
27-ม.ค.-46	36.29
28-ม.ค.-46	36.46
29-ม.ค.-46	37.10
30-ม.ค.-46	37.21
31-ม.ค.-46	37.31
3-ก.พ.-46	37.53
4-ก.พ.-46	37.57
5-ก.พ.-46	38.13
6-ก.พ.-46	37.97
7-ก.พ.-46	37.37
10-ก.พ.-46	36.94
11-ก.พ.-46	36.88
12-ก.พ.-46	37.60

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
13-ก.พ.-46	38.09
3-ม.ค.-46	34.73
6-ม.ค.-46	35.03
18-ก.พ.-46	39.33
19-ก.พ.-46	39.41
20-ก.พ.-46	40.00
21-ก.พ.-46	40.67
24-ก.พ.-46	41.26
25-ก.พ.-46	41.08
26-ก.พ.-46	40.85
27-ก.พ.-46	40.73
28-ก.พ.-46	40.86
3-มี.ค.-46	41.73
4-มี.ค.-46	41.89
5-มี.ค.-46	42.00
6-มี.ค.-46	42.68
7-มี.ค.-46	43.30
10-มี.ค.-46	43.46
11-มี.ค.-46	43.62
12-มี.ค.-46	43.29
13-มี.ค.-46	43.10
14-มี.ค.-46	43.35
17-มี.ค.-46	43.53
18-มี.ค.-46	43.50
19-มี.ค.-46	43.39
20-มี.ค.-46	43.32
21-มี.ค.-46	43.63
24-มี.ค.-46	44.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
25-มี.ค.-46	43.96
26-มี.ค.-46	43.57
28-มี.ค.-46	42.24
31-มี.ค.-46	41.99
1-เม.ย.-46	41.84
2-เม.ย.-46	41.89
3-เม.ย.-46	42.02
4-เม.ย.-46	42.32
8-เม.ย.-46	41.83
9-เม.ย.-46	41.54
10-เม.ย.-46	41.23
11-เม.ย.-46	41.03
17-เม.ย.-46	40.36
18-เม.ย.-46	40.86
21-เม.ย.-46	40.81
22-เม.ย.-46	41.02
23-เม.ย.-46	40.83
24-เม.ย.-46	40.63
25-เม.ย.-46	40.08
28-เม.ย.-46	39.09
29-เม.ย.-46	38.30
30-เม.ย.-46	38.46
2-พ.ค.-46	38.18
6-พ.ค.-46	37.84
7-พ.ค.-46	37.86
9-พ.ค.-46	38.28
12-พ.ค.-46	38.54

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
13-พ.ค.-46	38.87
14-พ.ค.-46	39.43
16-พ.ค.-46	39.93
19-พ.ค.-46	40.56
20-พ.ค.-46	41.27
21-พ.ค.-46	41.40
22-พ.ค.-46	42.00
23-พ.ค.-46	42.00
26-พ.ค.-46	42.66
27-พ.ค.-46	41.96
28-พ.ค.-46	41.11
29-พ.ค.-46	41.53
30-พ.ค.-46	41.78
2-มิ.ย.-46	42.78
3-มิ.ย.-46	41.00
4-มิ.ย.-46	41.58
5-มิ.ย.-46	41.80
6-มิ.ย.-46	41.87
9-มิ.ย.-46	41.05
10-มิ.ย.-46	40.18
11-มิ.ย.-46	40.56
12-มิ.ย.-46	40.63
13-มิ.ย.-46	40.43
16-มิ.ย.-46	39.55
17-มิ.ย.-46	40.03
18-มิ.ย.-46	40.63
19-มิ.ย.-46	39.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
20-มิ.ย.-46	39.18
23-มิ.ย.-46	39.21
24-มิ.ย.-46	39.25
25-มิ.ย.-46	39.05
26-มิ.ย.-46	38.83
27-มิ.ย.-46	38.02
30-มิ.ย.-46	38.02
2-ก.ค.-46	38.48
3-ก.ค.-46	38.53
4-ก.ค.-46	38.54
7-ก.ค.-46	38.80
8-ก.ค.-46	38.84
9-ก.ค.-46	39.25
10-ก.ค.-46	39.49
11-ก.ค.-46	39.54
16-ก.ค.-46	39.09
17-ก.ค.-46	38.68
18-ก.ค.-46	38.79
21-ก.ค.-46	39.06
22-ก.ค.-46	39.26
23-ก.ค.-46	39.50
24-ก.ค.-46	39.67
25-ก.ค.-46	39.81
28-ก.ค.-46	39.56
29-ก.ค.-46	39.44
30-ก.ค.-46	39.89
31-ก.ค.-46	39.97
1-ส.ค.-46	39.98

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
4-ส.ค.-46	40.35
5-ส.ค.-46	40.43
6-ส.ค.-46	40.57
7-ส.ค.-46	40.50
8-ส.ค.-46	40.56
11-ส.ค.-46	40.77
13-ส.ค.-46	40.38
14-ส.ค.-46	40.10
15-ส.ค.-46	40.37
18-ส.ค.-46	40.98
19-ส.ค.-46	40.94
20-ส.ค.-46	40.86
21-ส.ค.-46	40.80
22-ส.ค.-46	40.47
25-ส.ค.-46	40.48
26-ส.ค.-46	40.74
27-ส.ค.-46	41.19
28-ส.ค.-46	41.52
29-ส.ค.-46	41.29
1-ก.ย.-46	41.41
2-ก.ย.-46	41.52
3-ก.ย.-46	41.28
4-ก.ย.-46	40.86
5-ก.ย.-46	40.60
8-ก.ย.-46	40.63
9-ก.ย.-46	40.88
10-ก.ย.-46	41.34
11-ก.ย.-46	41.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
11-ก.ย.-46	41.68
12-ก.ย.-46	41.89
15-ก.ย.-46	42.19
16-ก.ย.-46	42.50
17-ก.ย.-46	42.39
18-ก.ย.-46	42.65
19-ก.ย.-46	42.72
22-ก.ย.-46	42.73
23-ก.ย.-46	42.93
24-ก.ย.-46	43.21
25-ก.ย.-46	43.31
26-ก.ย.-46	43.46
29-ก.ย.-46	43.46
30-ก.ย.-46	43.43
2-ต.ค.-46	43.39
3-ต.ค.-46	43.39
6-ต.ค.-46	43.73
7-ต.ค.-46	43.90
8-ต.ค.-46	44.00
9-ต.ค.-46	44.59
10-ต.ค.-46	44.85
13-ต.ค.-46	45.14
14-ต.ค.-46	45.99
15-ต.ค.-46	47.11
16-ต.ค.-46	47.76
17-ต.ค.-46	48.78
20-ต.ค.-46	49.69
21-ต.ค.-46	50.39

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
22-ต.ค.-46	52.25
24-ต.ค.-46	54.33
27-ต.ค.-46	54.39
28-ต.ค.-46	53.06
29-ต.ค.-46	51.89
30-ต.ค.-46	53.03
31-ต.ค.-46	53.09
3-พ.ย.-46	54.39
4-พ.ย.-46	54.88
5-พ.ย.-46	53.20
6-พ.ย.-46	51.00
7-พ.ย.-46	50.50
10-พ.ย.-46	46.00
11-พ.ย.-46	43.00
12-พ.ย.-46	43.73
13-พ.ย.-46	47.02
14-พ.ย.-46	48.31
17-พ.ย.-46	45.31
18-พ.ย.-46	44.15
19-พ.ย.-46	42.50
20-พ.ย.-46	42.53
21-พ.ย.-46	43.33
24-พ.ย.-46	43.66
25-พ.ย.-46	44.83
26-พ.ย.-46	44.00
27-พ.ย.-46	42.58
28-พ.ย.-46	42.91
1-ธ.ค.-46	42.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน/เดือน/ปี	ราคายางแผ่นรมควันชั้น3
2-ธ.ค.-46	42.00
3-ธ.ค.-46	41.68
4-ธ.ค.-46	42.68
8-ธ.ค.-46	44.00
9-ธ.ค.-46	43.64
11-ธ.ค.-46	44.53
12-ธ.ค.-46	44.70
15-ธ.ค.-46	45.05
16-ธ.ค.-46	45.62
17-ธ.ค.-46	45.72
18-ธ.ค.-46	46.22
19-ธ.ค.-46	45.55
22-ธ.ค.-46	45.93
23-ธ.ค.-46	46.03
24-ธ.ค.-46	46.31
25-ธ.ค.-46	46.41
26-ธ.ค.-46	46.51
29-ธ.ค.-46	45.35
30-ธ.ค.-46	44.80
31-ธ.ค.-46	44.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีโครงข่ายประสาทเทียมเป็น 10×20×5 จะเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ได้ดังนี้

I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9	I_{10}	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
24.26	24.30	24.16	24.20	24.26	24.27	24.35	24.40	24.50	24.20	24.27	24.18	24.24	24.30	24.25
24.30	24.16	24.20	24.26	24.27	24.35	24.40	24.50	24.25	24.27	24.18	24.24	24.30	24.25	24.25
24.16	24.20	24.26	24.27	24.35	24.40	24.50	24.25	24.27	24.18	24.24	24.30	24.25	24.25	24.30
24.20	24.26	24.27	24.35	24.40	24.50	24.25	24.27	24.18	24.24	24.30	24.25	24.25	24.30	24.35
							⋮							
44.70	45.05	45.62	45.72	46.22	45.55	45.55	54.39	46.03	46.31	64.41	46.51	45.35	44.80	44.80

โดย

I_1 คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 เมื่อ 10 วันที่แล้ว

I_2 คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 เมื่อ 9 วันที่แล้ว

. . .

I_{10} คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 เมื่อ 1 วันที่แล้ว

O_1 คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ ปัจจุบัน

O_2 คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในอีก 1 วันข้างหน้า

. . .

O_5 คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในอีก 4 วันข้างหน้า

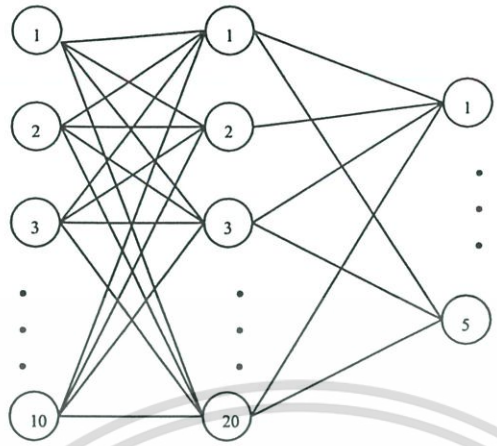
RSS3 คือ ราคาแผ่นรมควันชั้น 3

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลทีละแถว โดยจะได้ค่าพยากรณ์จากการสร้างตัวแบบ

RSS3 : $IN(I_1, I_2, \dots, I_{10})$ => $OUT(O_1, O_2, \dots, O_5)$

นั่นคือ ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 5 วัน คือ $O_1, O_2, \dots, O_5$

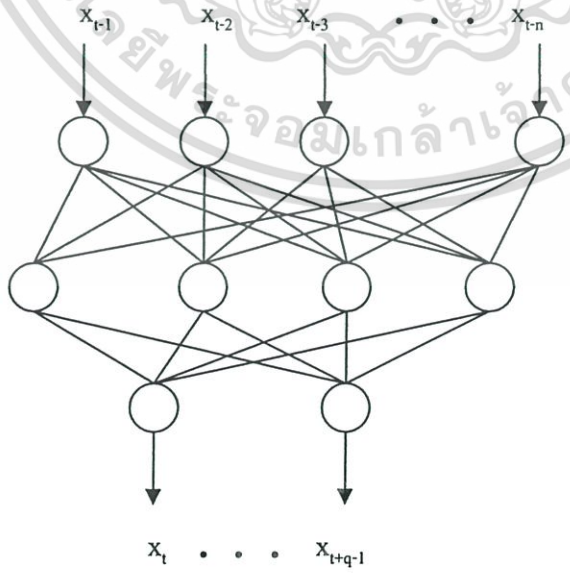
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ลักษณะโครงข่าย 10×20×5 ที่จะใช้ในการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3

ในกรณีโครงข่ายประสาทเทียมอื่นๆ จะมีการเตรียมข้อมูลในการสร้างโครงข่ายในทำนองเดียวกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการจำนวนโหนดในชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุทของแต่ละโครงข่าย

การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ย้อนกลับ นั้นแสดงในรูปที่ 2 นั่นคือ ข้อมูลอินพุท n ค่า ประกอบด้วย $x_{t-1}, x_{t-2}, \ldots, x_{t-n}$ และจะให้ผลการพยากรณ์ q ค่า ประกอบด้วย $x_t, \ldots, x_{t+q-1}$



รูปที่ 2 แสดงโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ย้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวพรทิพย์ ฉัตรชัยพันธ์
วัน เดือน ปีเกิด	11 พฤศจิกายน 2521 ที่จังหวัดนราธิวาส
ที่อยู่	1206 ซอยรามอิทรา 15 ถ.รามอินทรา แขวงอนุเสาวรีย์ เขตบางเขน กทม. 10220

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2545	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้