ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก: ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

นางสาวกนกกาญจน์ สุขศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

WEIGHTED MEDIAN SWITCHING VEC - ARIMA MODEL: TVO STOCK PRICE

Miss Kanokkan Suksri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Applied Mathematics and Computational Science

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก : ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ
โดย	นางสาวกนกกาญจน์ สุขศรี
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคณนา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.พันทิพา ทิพย์วิวัฒน์พจนา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.กิตติพัฒน์ วอง

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ ชนวีระยุทธ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.พันทิพา ทิพย์วิวัฒน์พจนา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.กิตติพัฒน์ วอง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล นาคมหาชลาสินธุ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.ธิดาพร ศุภภากร)

กนกกาญจน์ สุขศรี : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก : ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ. (WEIGHTED MEDIAN SWITCHING VEC-ARIMA MODEL: TVO STOCK PRICE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.พันทิพา ทิพย์วิวัฒน์พจนา, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ.ดร.กิตติพัฒน์ วอง, 54 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก เพื่อใช้พยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ โดยศึกษาจากข้อมูลอนุกรมเวลา ได้แก่ ราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ทีวีโอ, ราคาเมล็ดถั่วเหลือง, ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554

ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยใช้ค่า *MAD*, *RMSE* และ *MAPE* พบว่า ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนักมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบอื่น ๆ ที่เราศึกษา และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานให้ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

สาขาวิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์และวิทยาการคณนา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

ปีการศึกษา 2555 .....

5471902523 : MAJOR APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTATIONAL SCIENCE
KEYWORDS : WEIGHTED MEDIAN SWITCHING / MEDIAN SWITCHING / CONVEX COMBINATION / ARIMA / VEC

KANOKKAN SUKSRI : WEIGHTED MEDIAN SWITCHING VEC - ARIMA MODEL: TVO STOCK PRICE. ADVISOR : PHANTIPA THIPWIWATPOTJANA, Ph.D., CO-ADVISOR : KITTIPAT WONG, Ph.D., 54 pp.

The purpose of this research was to study and compare 3 prediction models; namely convex combination VEC - ARIMA model, median switching VEC - ARIMA model, weighted median switching VEC - ARIMA for predicting TVO stock price, according to time series data include daily closing TVO stock prices, soy bean prices, soy bean meal prices and crude palm oil prices in Thailand from 5 January 2004 to 20 January 2011.

The comparison of the prediction errors using the *MAD*, *RMSE* and *MAPE* showed that weighted median switching VEC - ARIMA model is less prediction error than the others. Median switching VEC - ARIMA model is less prediction error than convex combination VEC - ARIMA.

Department : Mathematics and Computer Science Student's Signature .....
Field of Study : Applied Mathematics and Computational Science Advisor's Signature .....
Co-advisor's Signature .....
Academic Year : 2012 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยใคร่ขอกราบพระคุณ อาจารย์ ดร.พันทิพา ทิพย์วิวัฒน์พจนา และอาจารย์ ดร.กิตติพัฒน์ วอง ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ที่สุด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ ชนวีระยุทธ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล นาคมหาชลาสินธุ์ กรรมการ และ อาจารย์ ดร.ธิดาพร ศุภภากร กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลามาดำเนินการสอบวิทยานิพนธ์นี้ ทั้งได้กรุณา ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางจนวิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อนันต์ เจียรวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการธนาคารและการเงิน คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ทีวีโอ ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยสร้างโอกาสทางการศึกษา และให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนการศึกษา “ทุนวิทยบัณฑิต” ประจำปีการศึกษา 2554 และประจำปีการศึกษา 2555

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุน และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิจัย 6

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปร และการพยากรณ์อนุกรมเวลา 7

2.2 การผสมตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการรวมเชิงนูน 16

บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก 18

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก 20

บทที่ 4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 25

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 25

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิเคราะห์ 29

บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 30

5.1 ผลการทดสอบความคงที่ของข้อมูล 30

5.2 รูปแบบของตัวแบบอารีมา และรูปแบบวีเออาร์ 32

5.3 ผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่น 34

5.4 สมการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี 36

หน้า

5.5 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 37
บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ 39
6.1 สรุปผลการวิจัย 39
6.2 ข้อเสนอแนะ 39
รายการอ้างอิง 41
ภาคผนวก 43
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 52

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 โครงสร้างรายได้บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) 3

1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก 5

3.1 ผลการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ ของตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3 และตัวแบบอารีมาเป็นระยะเวลา 10 วัน 23

5.1 ผลการทดสอบรากหนึ่งหน่วยโดยการทดสอบเอดีเอฟ (ADF test) 31

5.2 แสดงค่า *AIC* และความล่าช้าที่เหมาะสมของรูปแบบวีเออาร์ 32

5.3 แสดงรายละเอียดของตัวแปร และพารามิเตอร์ของรูปแบบวีเออาร์ 1, วีเออาร์ 2 และวีเออาร์ 3 34

5.4 ผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธีการทดสอบโจฮานเซนด้วยการเปรียบเทียบค่าสถิติรอยและค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุดจากการศึกษารูปแบบวีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 35

5.5 แสดงค่าลักษณะเฉพาะที่ได้จากการศึกษาจากตัวแบบวีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 36

5.6 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก 37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กราฟแสดงตัวอย่างของไวท์นอยส์	8
2.2	กราฟแสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา 2 กลุ่ม ที่มีการบูรณาการร่วมกัน	9
3.1	กราฟแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ โดยตัวแบบ A และ B ที่ถูกจำลอง โดยใช้ข้อมูลในวันที่ 1 ถึง 5 ในคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการรวมตัวแบบและเริ่มพยากรณ์ตั้งแต่วันที่ 6 ถึง 20	22
4.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างตัวแบบอารีมาโดยวิธีบ๊อก - เจนกินส์	27
4.2	ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบระหว่างตัวแบบวีเออาร์ และตัวแบบวีอีซี	28
5.1	กราฟระหว่างข้อมูลตัวแปร TVO_t, SB_t, SBM_t, PO_t และเวลาตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 จำนวน 1703 วัน	30
5.2	กราฟระหว่างข้อมูลตัวแปร ΔTVO_t, ΔSB_t, ΔSBM_t, ΔPO_t และเวลาตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 จำนวน 1703 วัน	31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การลงทุนในหลักทรัพย์มีความเสี่ยง เนื่องจากราคาหลักทรัพย์มีความผันผวน ซึ่งมีที่มาจากอุปสงค์และอุปทานของหลักทรัพย์ประเภทนั้น ๆ และนอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์ ยกตัวอย่างเช่น ภาวะเศรษฐกิจทั่วไป แนวโน้มของอุตสาหกรรม ผลประกอบการของบริษัท นโยบายการเมือง สงคราม ภัยธรรมชาติ การเก็งกำไรที่เกิดขึ้นในตลาดหลักทรัพย์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการคาดคะเนของนักลงทุน แต่นักลงทุนสามารถลดความเสี่ยงได้โดยการศึกษาข้อมูลในอดีตของบริษัทที่จะลงทุนและการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคต ติดตามรายงานการวิเคราะห์หลักทรัพย์และความเห็นของนักวิเคราะห์ สังเกตแนวโน้มของอุตสาหกรรม รวมทั้งติดตามข้อมูล ข่าวสารต่าง ๆ ที่บริษัทเปิดเผย และนอกจากนี้ยังมีการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยสำหรับการวางแผนในการลงทุน

การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์มีความสำคัญต่อการลงทุน เพราะทำให้ทราบทิศทางและแนวโน้มของราคาหลักทรัพย์ในอนาคต ซึ่งจะส่งผลต่อการตัดสินใจและการวางแผนในการซื้อการขายหลักทรัพย์ ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบพยากรณ์ต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ตัวแบบอารีมา (ARIMA model) ใช้สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาหนึ่งตัวแปร โดยที่สร้างตัวแบบจากการศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตและความคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีต ตัวแบบวีเออาร์ (VAR model) และตัวแบบวีอีซี (VEC model) ใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาหลายตัวแปร โดยที่สร้างตัวแบบจากการศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตของตัวแปรเหล่านั้น เป็นต้น

ตัวแบบพยากรณ์แต่ละชนิดมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกตัวแบบพยากรณ์จึงควรเลือกให้เหมาะสมกับงานและลักษณะของข้อมูล และในปัจจุบันมีการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของข้อมูลที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยการผสมตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ทำให้ได้ตัวแบบผสมที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล ช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ และลดข้อจำกัดของตัวแบบพยากรณ์ดั้งเดิม

ในปัจจุบันมีวิธีการผสมตัวแบบพยากรณ์หลากหลายวิธีการ ยกตัวอย่างเช่น การรวม (combination) ตัวแบบพยากรณ์ คือการผสมตัวแบบพยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวแบบขึ้นไป โดยจะทำการถ่วงน้ำหนักให้กับตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะให้ค่าน้ำหนักที่มากกว่ากับตัวแบบ

พยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูง การสลับ (switching) ตัวแบบพยากรณ์ คือ การสลับตัวแบบพยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวแบบขึ้นไป โดยจะทำการสลับตัวแบบให้เหมาะสมข้อมูลที่จะพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลา

ในงานวิจัยของเราเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ระหว่าง 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก โดยที่ทั้ง 3 ตัวแบบถูกสร้างขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดสำหรับการพยากรณ์ของตัวแบบอารีมาและตัวแบบวีอีซี ซึ่งในกรณีที่เรานำมาใช้ในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ล่วงหน้า การสร้างตัวแบบอารีมาจะสมมติฐานว่าการเปลี่ยนของราคาหลักทรัพย์ขึ้นอยู่กับอุปสงค์และอุปทานของนักลงทุนจึงใช้เพียงข้อมูลของราคาหลักทรัพย์ในอดีตมาพิจารณาในการสร้างตัวแบบเพียงอย่างเดียว แตกต่างจากตัวแบบวีอีซีที่จะคำนึงถึงปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ด้วย จึงทำให้การพยากรณ์ในสถานการณ์ที่ต่างกันมีความแม่นยำแตกต่างกัน

ในการศึกษาครั้งนี้เราพิจารณาหลักทรัพย์ของบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) สำหรับการเปรียบเทียบการพยากรณ์ของตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบ

บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีชื่อย่อในตลาดหลักทรัพย์ คือ ทีวีโอ เป็นผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตร ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2528 และได้จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2533 ผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยผลิตสินค้าหลัก 7 ชนิด ดังนี้

1. ดีฮัล ซอยมีล (Dehulled Soymeal) เป็นอาหารสัตว์ที่ทำจากเนื้อถั่วเหลืองกะเทาะผิว
2. ทีวีโอ ฟูลแฟตซอย (TVO Full Fat Soy) เป็นวัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหารเพื่อเลี้ยงลูกสุกรและไก่
3. ทีวีโอ ไฮโปรมีล (TVO Hipromeal) คือ กากถั่วเหลืองซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบหลักที่ต้องใช้เพื่อผลิตอาหารสัตว์
4. เลซิติน (Lecithin) ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอาหารกุ้ง ไก่ หมู
5. น้ำมันถั่วเหลืองตรา “องุ่น” (“A-Ngoon” soybean oil) คือ น้ำมันพืชที่ผลิตจากถั่วเหลือง 100% ใช้สำหรับปรุงอาหารในครัวเรือน และยังเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญของอุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูปต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตปลากระป๋อง อุตสาหกรรมผลิตน้ำพริกเผา และอื่น ๆ
6. น้ำมันทานตะวัน (sunflower oil) ผลิตจากเมล็ดทานตะวัน 100% ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารทะเลส่งออก เช่น ทูน่าในน้ำมันทานตะวันบรรจุกระป๋อง
7. กากทานตะวัน (sunflower meal) เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ สามารถใช้แทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสัตว์ได้บางส่วนเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร

บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองเป็นหลัก และจากตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่ารายได้หลักของบริษัทฯ มีที่มาจากผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดดังกล่าว ดังนั้นผลประกอบการของบริษัทฯ จึงได้รับผลกระทบจากความผันผวนของราคาวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้

ประเภทผลิตภัณฑ์	ดำเนินการโดย	% การถือหุ้น	2554	%	2553	%	2552	%
รายได้จากการขายภายในประเทศ								
น้ำมันถั่วเหลือง	TVO	100	7,378	31.94	5,646	27.25	5,276	23.46
วัตถุดิบอาหารสัตว์	TVO	100	13,292	57.55	12,734	61.45	12,751	56.70
อื่น ๆ	TVO	100	963	4.17	958	4.62	734	3.26
รายได้จากการขายต่างประเทศ								
น้ำมันและกาก	TVO	100	1,464	6.34	939	4.53	1,182	5.26
	TVO China	65	-	-	445	2.15	2,545	11.32
รวมทั้งสิ้น			23,097	100	20,722	100	22,488	100

ที่มา : รายงานประจำปี 2554 ของบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)

ตารางที่ 1.1 โครงสร้างรายได้บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)

และในปัจจุบันมีการผลิตน้ำมันปรุงอาหาร ออกมาหลายชนิด เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว และน้ำมันจากเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น ทำให้มีน้ำมันปรุงอาหารที่สามารถใช้ทดแทนกันได้ โดยมีสัดส่วนการบริโภคภายในประเทศไทย ดังนี้ น้ำมันปาล์มร้อยละ 70 น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 20 น้ำมันรำข้าว (เกรดกลาง) ร้อยละ5 และน้ำมันชนิดอื่น ๆ ร้อยละ 5 (สัดส่วนการบริโภคภายในประเทศไทยศึกษาจาก [1]) และจากการศึกษาข้อมูลและบทความที่เกี่ยวข้องกับราคาน้ำมันปาล์มและราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ พบว่า หากมีการปรับขึ้นราคาขายน้ำมันปาล์ม อุปสงค์น้ำมันปาล์มส่วนหนึ่งอาจเปลี่ยนไปใช้น้ำมันถั่วเหลืองแทน และน่าจะส่งผลดีต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ เนื่องจากมีสัดส่วนการบริโภคน้ำมันถั่วเหลืองมากขึ้น (ข้อมูลและบทความที่เกี่ยวข้องกับราคาน้ำมันปาล์มและราคาหลักทรัพย์ทีวีโอศึกษาจาก [2], [3], [4])

การศึกษาข้อมูลดังกล่าว ทำให้เราพิจารณาตัวแปรที่คาดว่าน่าจะมีผลกระทบต่อความผันผวนของราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 3 ตัวแปรได้แก่ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ของบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน): ทีวีโอ ระหว่างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวม

เชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 กล่าวถึง ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย, ส่วนที่ 2 สัญลักษณ์แทนตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย และส่วนที่ 3 กล่าวถึง ตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอที่ใช้ในงานวิจัย

1.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ของบริษัทน้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) ซึ่งข้อมูลนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร.อนันต์ เจียรวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการธนาคารและการเงิน คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ราคาขายส่งเมล็ดถั่วเหลืองเกรดสกัดน้ำมัน (สกัดน้ำมัน ความชื้นไม่เกิน 13%), ราคาขายส่งกากถั่วเหลืองผลิตในประเทศ (เมล็ดนำเข้า) และราคาขายส่งน้ำมันปาล์มดิบเกรด A จากกรมการค้าภายใน (โดยสืบค้นข้อมูลจาก [5]) ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 จำนวน 1703 วัน โดยแบ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ และส่วนที่ใช้ในการทดสอบ โดยแบ่งข้อมูลเป็นร้อยละ 70 (1192 วันแรก) และร้อยละ 30 (511วันหลัง) ของข้อมูลทั้งหมด โดยศึกษาสัดส่วนในการแบ่งข้อมูลจากบทความเรื่อง “Time Series Forecasting: data partitioning and visualizing results” ซึ่งสืบค้นจาก [6]

1.3.2 สัญลักษณ์แทนตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

สัญลักษณ์ของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยของเรามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

TVO คือ ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

SB คือ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง

SBM คือ ราคากากถั่วเหลือง

PO คือ ราคาน้ำมันปาล์มดิบ

1.3.3 ตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยของเรามีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอทั้งหมด 7 ตัวแบบ ซึ่งประกอบด้วย ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี - อารีมา

แบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก โดยแสดงตัวแปรที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอไว้ในตารางที่ 1.2

ตัวแบบ	ตัวแปร
ตัวแบบที่ 1 : ตัวแบบวีอีซี 1	*TVO, SB, SBM , PO*
ตัวแบบที่ 2 : ตัวแบบวีอีซี 2	*TVO, SB, SBM*
ตัวแบบที่ 3 : ตัวแบบวีอีซี 3	*TVO, PO*
ตัวแบบที่ 4 : ตัวแบบอารีมา	*TVO*
ตัวแบบที่ 5 : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน	*TVO, SB, SBM, PO*
ตัวแบบที่ 6 : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน	*TVO, SB, SBM, PO*
ตัวแบบที่ 7 : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก	*TVO, SB, SBM, PO*

ตารางที่ 1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

ตารางที่ 1.2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับตัวแบบการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอและตัวแปรที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ 7 ตัวแบบ โดยที่ตัวแบบที่ 1 ถึง 4 เป็นตัวแบบปกติที่ถูกสร้างจากสมมติฐานที่แตกต่างกัน และตัวแบบที่ 5 ถึง 7 เป็นตัวแบบผสม ที่ถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีการผสม ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดของแต่ละตัวแบบดังต่อไปนี้

ตัวแบบวีอีซี 1: คือ ตัวแบบวีอีซีแบบปกติที่ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบการพยากรณ์กับตัวแบบผสม เนื่องจากเป็นตัวแบบปกติที่ใช้ข้อมูลในการสร้างตัวแบบเหมือนกับตัวแบบผสมที่เราสร้างขึ้น โดยที่มีสมมติฐานในการสร้างตัวแบบ คือ ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ, ราคาเมล็ดถั่วเหลือง, ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบในอดีต มีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอในอนาคต

ตัวแบบวีอีซี 2: คือ ตัวแบบวีอีซีแบบปกติที่ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับสร้างตัวแบบผสม โดยที่มีสมมติฐานในการสร้างตัวแบบ คือ ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ, ราคาเมล็ดถั่วเหลือง และราคากากถั่วเหลืองในอดีต มีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอในอนาคต

ตัวแบบวีอีซี 3: คือ ตัวแบบวีอีซีแบบปกติที่ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับสร้างตัวแบบผสม โดยที่มีสมมติฐานในการสร้างตัวแบบ คือ ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ, ราคาเมล็ดถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบในอดีต มีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอในอนาคต

ตัวแบบอารีมา: ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับสร้างตัวแบบผสม โดยที่มีสมมติฐานในการสร้างตัวแบบ คือ ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอในอดีต มีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอในอนาคต

ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน: ถูกสร้างจากการผสมตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการรวมระหว่าง 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3 และตัวแบบอารีมา

ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน: สร้างจากการผสมตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการสลับระหว่าง 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3 และตัวแบบอารีมา

ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก: สร้างจากการผสมตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการรวมระหว่าง 2 ตัวแบบ คือ ตัวแบบอารีมาและตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน

สาเหตุที่เราเลือกใช้ตัวแบบอารีมา, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 สำหรับการสร้างตัวแบบผสม เนื่องจาก ตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบมีสมมติฐานในการสร้างตัวแบบที่แตกต่างกัน แต่ยังคำนึงถึงอุปสงค์และอุปทานของราคาหลักทรัพย์

1.4 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์เล่มนี้จัดเรียงหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีที่นำมาใช้แก้ปัญหาในงานวิจัยนี้

บทที่ 3 แสดงรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปรด้วยวิธีการทดสอบโคอินทีเกรชั่น การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ และการผสมตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการต่างๆ รวมทั้งแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้

บทที่ 4 กล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 5 แสดงผลการวิจัย และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

บทที่ 6 กล่าวถึงข้อสรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปร และการพยากรณ์อนุกรมเวลา

2.1.1 ความคงที่ข้อมูล (stationary data)

ความคงที่ข้อมูลมีความสำคัญในการสร้างตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลา เนื่องจากถ้าเราใช้ข้อมูลที่ยังไม่คงที่หรือยังไม่นิ่ง (non stationary) ในการประมาณค่าจะส่งผลให้เกิดปัญหาค่าสถิติที่ได้แสดงถึงความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นจริง และเป็นค่าที่ไม่น่าเชื่อถือ (spurious problem)

การพิจารณาว่าอนุกรมเวลาจะมีคุณสมบัติคงที่หรือไม่ พิจารณาได้จากค่าเฉลี่ย (mean) ความแปรปรวน (variance) และความแปรปรวนร่วม (covariance) ของข้อมูล โดยข้อมูลอนุกรมเวลาจะต้องมีค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และค่าความแปรปรวนร่วมคงที่ ซึ่งแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$\mathrm{E}(x_t) = \mu \tag{2.1}$$

$$\mathrm{Var}(x_t^2) = \sigma^2 \tag{2.2}$$

$$\mathrm{Cov}(x_t, x_{t-i}) = \gamma_i \tag{2.3}$$

โดยกำหนดให้

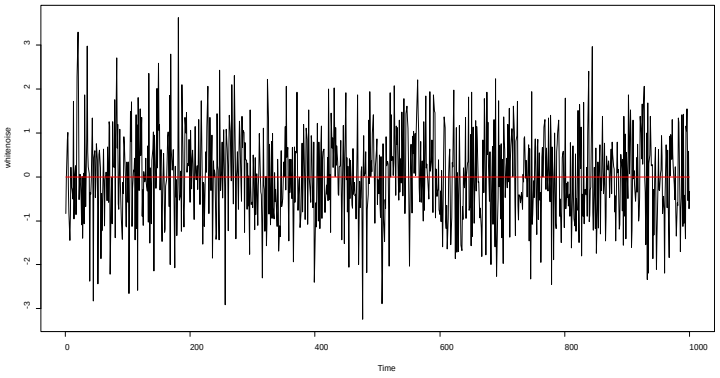
x_t คือ ตัวแปรสุ่ม ณ เวลา t สำหรับ $t = 1, 2, \ldots, T$ โดยที่ T คือ จำนวนของค่าสังเกตทั้งหมด

μ คือ ค่าเฉลี่ยของ x_t

σ^2 คือ ความแปรปรวนของ x_t

γ_i คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่าง x_t และ x_{t-i} สำหรับ $i = \pm 1, \pm 2, ..., \pm T$

ตัวอย่างของข้อมูลที่มีคุณสมบัติคงที่ เช่น ไวท์นอยส์ (white noise) คือ ลำดับของตัวแปรสุ่ม ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ความแปรปรวนคงที่ และความแปรปรวนร่วมเท่ากับศูนย์ โดยแสดงตัวอย่างในรูปภาพที่ 2.1



รูปภาพที่ 2.1 กราฟแสดงตัวอย่างของไวท์นอยส์

2.1.2 อินทีเกรต (integrated)

การอินทีเกรต คือ การหาผลต่างของอนุกรมเวลาระหว่างข้อมูล ณ ปัจจุบันกับข้อมูลถอยหลังไป 1 คาบเวลา เพื่อแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ ให้เป็นอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติคงที่ ก่อนที่จะนำไปสร้างตัวแบบอารีมา ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการหาผลต่างอันดับที่ d สามารถเขียนในรูปของ I(d) ได้ดังนี้

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

ในกรณี I(1) สามารถเขียนรูปแบบได้ดังนี้

I(1) คือ $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$ หรือ $(1-B)x_t$

ในกรณี I(2) สามารถเขียนรูปแบบได้ดังนี้

I(2) คือ $\Delta_2 x_t = \Delta(x_t - x_{t-1})$ หรือ $(1-B)^2 x_t$

โดยที่กำหนดให้

$(1-B)^d x_t$ คือ ผลต่างอันดับที่ d

B คือ แบคเวิร์ดชิฟโอเปอร์เรเตอร์ (backward shift operator) ซึ่ง $B^j x_t = x_{t-j}$

สำหรับ $j = 0,1,2,\ldots, t\text{-}1$

2.1.3 โคอินทีเกรชั่น (cointegration)

ข้อมูลอนุกรมเวลา ที่สามารถเรียกได้ว่าเป็นโคอินทีเกรท (cointegrated) หรือมีการบูรณาการร่วมกันได้นั้น จะต้องพิจารณาข้อมูลอนุกรมเวลา ตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป และจะเรียกว่ามีโคอินทีเกรชั่นก็ต่อเมื่อข้อมูลทั้งหมดนั้นมีคุณสมบัติไม่คงที่ แต่ผลรวมเชิงเส้นของข้อมูลเหล่านั้นคงที่

<u>ตัวอย่าง</u> ตัวแปรสุ่ม p_t, q_t และ r_t ที่มีการบูรณาการร่วมกัน โดยแสดงความสัมพันธ์ไว้ในสมการ (2.4), (2.5) และ (2.6)

$$p_t = \beta_1 q_t + \beta_2 r_t + \varepsilon_t^{(p)} \quad (2.4)$$

$$q_t = \beta_3 r_t + \varepsilon_t^{(q)} \quad (2.5)$$

$$r_t = r_{t-1} + \varepsilon_t^{(r)} \quad (2.6)$$

โดยที่ $\varepsilon_t^{(p)}$, $\varepsilon_t^{(q)}$ และ $\varepsilon_t^{(r)}$ คือ ไวท์นอยส์ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน

p_t, q_t และ r_t คือ ตัวแปรสุ่มซึ่งมีคุณสมบัติเป็น I(1)

และกำหนดให้ $y_t = (p_t, q_t, r_t)'$, $\gamma_1 = (1, -\beta_1, -\beta_2)$ และ $\gamma_2 = (0, 1, -\beta_3)$

ดังนั้น จากสมการ (2.4) และ (2.5) จะได้ว่า

$$\gamma_1 y_t = \varepsilon_t^{(p)} \quad (2.7)$$

$$\gamma_2 y_t = \varepsilon_t^{(q)} \quad (2.8)$$

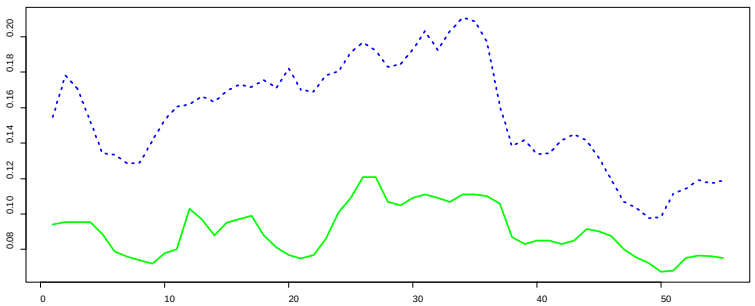
และทั้ง 2 สมการมีคุณสมบัติเป็น I(0)

จากรายละเอียดข้างต้น เราจึงจะเรียกสมการ (2.4) และ (2.5) ว่าเป็นสมการความสัมพันธ์โคอินทีเกรชั่น (cointegration relationship)

โดยทั่วไปแล้วเราสามารถสังเกตการบูรณาการร่วมกันเบื้องต้นได้ โดยการพิจารณาจากทิศทาง แนวโน้มของข้อมูล โดยการสร้างกราฟ (แสดงตัวอย่าง รูปภาพที่ 2.2) หากข้อมูลมีแนวโน้มในการเคลื่อนไหวขึ้นหรือลงในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลเหล่านั้นก็อาจจะมีการบูรณาการร่วมกัน

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการทดสอบโคอินทีเกรชั่นในการศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างปัจจัยที่น่าจะมีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ โดยมีสมมติฐานว่าราคาหลักทรัพย์ทีวีโอเป็นฟังก์ชันของราคาเมล็ดถั่วเหลือง ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ

$$TVO = f(SB, SBM, PO)$$



รูปภาพที่ 2.2 กราฟแสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา 2 กลุ่ม ที่มีการบูรณาการร่วมกัน

2.1.4 ตัวแบบอารีมา (ARIMA model หรือ autoregressive integrated moving average model)

ตัวแบบอารีมาประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. ตัวแบบเออาร์ (AR model หรือ autoregressive model)

ตัวแบบเออาร์ คือ สมการเชิงเส้น ที่ค่าสังเกตในเวลาปัจจุบันเป็นฟังก์ชันของค่าสังเกตในอดีต โดยที่รูปแบบทั่วไป คือ AR(p) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

$$x_t = \delta + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \ldots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (2.9)$$

โดยที่กำหนดให้

x_t คือ ตัวแปรสุ่มที่มีคุณสมบัติคงที่

δ คือ ค่าคงตัว

ϕ_i คือ สัมประสิทธิ์เออาร์ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots, p$

p คือ อันดับ (บอกจำนวนของค่าล่าช้า) ของตัวแบบเออาร์

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t หรือไวท์นอยส์

<u>ตัวอย่าง</u> AR(1) $x_t = \phi x_{t-1} + \varepsilon_t$

2. อินทีเกรต

3. ตัวแบบเอ็มเอ (MA model หรือ moving average model)

ตัวแบบเอ็มเอ คือ สมการเชิงเส้น ที่ค่าสังเกตในเวลาปัจจุบันเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของไวท์นอยส์โดยที่รูปแบบทั่วไป คือ MA (q) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

$$x_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_1 \varepsilon_{t-q} \qquad (2.10)$$

โดยที่กำหนดให้

x_t คือ ตัวแปรสุ่มที่มีคุณสมบัติคงที่

δ คือ ค่าคงตัว

θ_i คือ สัมประสิทธิ์เอ็มเอ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots, q$

q คือ อันดับ (บอกจำนวนของค่าล่าช้า) ของตัวแบบเอ็มเอ

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t หรือไวท์นอยส์

ตัวอย่าง MA(1) $x_t = \varepsilon_t + \theta\varepsilon_{t-1}$

สำหรับรูปแบบทั่วไปของตัวแบบอารีมา คือ ARIMA(p, d, q) ซึ่งหมายถึงต้องหาผลต่าง d ครั้ง เพื่อให้ข้อมูลมีคุณสมบัติคงที่ แล้วจะได้ตัวแบบเออาร์เอ็มเอ (ARMA model หรือ autoregressive moving average model) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแบบเออาร์ ที่มีอันดับที่ p และตัวแบบเอ็มเอที่มีอันดับ q ซึ่งเขียน ARIMA (p, d, q) อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$\Delta_d y_t = \delta + \phi_1\Delta_d y_{t-1} + \phi_2\Delta_d y_{t-2} + \ldots + \phi_p\Delta_d y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_q\varepsilon_{t-q} \qquad (2.11)$$

หรือเขียนในรูปแบบของ ARMA (p, q) ได้ดังนี้

$$x_t = \delta + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \ldots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_1\varepsilon_{t-q} \qquad (2.12)$$

โดยกำหนดให้

y_t คือ ตัวแปรสุ่มที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ ณ เวลา t

x_t คือ ตัวแปรสุ่มที่มีคุณสมบัติคงที่ ณ เวลา t และ $x_t = \Delta_d y_t$

δ คือ ค่าคงตัว

ϕ_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์เออาร์ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots, p$

θ_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์เอ็มเอ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots, q$

p คือ อันดับของรูปแบบเออาร์

q คือ อันดับของรูปแบบเอ็มเอ

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t หรือไวท์นอยส์

2.1.5 ตัวแบบวีเออาร์ (VAR model หรือ vector autoregressive model)

ตัวแบบวีเออาร์ คือ ตัวแบบอนุกรมเวลาหลายตัวแปร ซึ่งมีข้อสมมติว่าค่าปัจจุบันของค่าสังเกตเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าสังเกตในอดีตของตัวแปรนั้น และค่าสังเกตในอดีตของตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่นำมาพิจารณาในการสร้างตัวแบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สมการ VAR (p) สำหรับ k ตัวแปรสามารถเขียนได้ในรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \delta + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (2.13)$$

หรือ $$\Phi(B)Y_t = \delta + \varepsilon_t \quad (2.14)$$

โดยที่ $$\Phi(B)Y_t = I - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \ldots - \Phi_p B^p \quad (2.15)$$

โดยกำหนดให้

B คือ แบคเวิร์ดชิฟโอเปอร์เรเตอร์ ซึ่ง $B^d Y_t = Y_{t-d}$

p คือ อันดับของรูปแบบวีเออาร์

Φ_i คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ (สำหรับ $i = 1, \ldots, p$) ซึ่งเป็นเมทริกซ์จัตุรัสมิติ $k \times k$

Y_t คือ เวกเตอร์ของตัวแปร ซึ่งมีสมาชิก k ตัว

δ คือ เวกเตอร์ของค่าคงตัว ซึ่งมีสมาชิก k ตัว

ε_t คือ เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t ซึ่งมีสมาชิก k ตัว

2.1.6 ตัวแบบวีอีซี (VEC model หรือ vector error correction model)

ในการสร้างตัวแบบวีเออาร์โดยใช้ที่ข้อมูลที่ไม่คงที่ จะทำให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ไม่น่าเชื่อถือ แต่เราสามารถแก้ไข้ปัญหาได้โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยการทดสอบโคอินทีเกรชั่น และถ้าพบว่าตัวแปรมีการบูรณาการร่วมกัน เราจะสามารถเปลี่ยนตัวแบบวีเออาร์ให้เป็นตัวแบบวีอีซี เพื่อหลีกเลี่ยงคุณสมบัติที่ไม่คงที่ของข้อมูล

ตัวอย่าง VAR (2) สำหรับตัวแปร 2 ตัวแปร ซึ่งเป็น I(1) ทั้ง 2 ตัวแปร

$$x_t = \phi_{11}x_{t-1} + \phi_{12}z_{t-1} + \phi_{13}x_{t-2} + \phi_{14}z_{t-2} + \varepsilon_t^{(x)} \quad (2.16)$$

$$z_t = \phi_{21}x_{t-1} + \phi_{22}z_{t-1} + \phi_{23}x_{t-2} + \phi_{24}z_{t-2} + \varepsilon_t^{(z)} \quad (2.17)$$

เนื่องจากตัวแปรยังมีสมบัติไม่คงที่ ดังนั้น รูปแบบของวีอีซีจึงเขียนอยู่ในรูปของผลต่างตามสมการ (2.18) และ (2.19)

$$\Delta x_t = \alpha_{11}x_{t-1} + \alpha_{12}z_{t-1} + \Gamma_{11}\Delta x_{t-1} + \Gamma_{12}\Delta z_{t-1} + \varepsilon_t^{(x)} \quad (2.18)$$

$$\Delta z_t = \alpha_{21}x_{t-1} + \alpha_{22}z_{t-1} + \Gamma_{21}\Delta x_{t-1} + \Gamma_{22}\Delta z_{t-1} + \varepsilon_t^{(z)} \quad (2.19)$$

โดยที่ $\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{21}, \alpha_{22}$ ต้องไม่เท่ากับศูนย์ ถึงแม้ว่า x_t และ z_t จะมีสมบัติไม่คงที่ แต่ถ้ามีอนุกรมเวลาที่เกิดจากการรวมเชิงเส้นของ x_t และ z_t ที่มีสมบัติคงที่แล้ว x_t และ z_t จะเป็นโคอินทีเกรทหรือมี

การบูรณาการร่วมกัน (การระบุรูปแบบวีเออาร์ และรูปแบบวีอีซีโดยการทดสอบโคอินทีเกรชั่น ศึกษาจาก [7])

2.1.7 การทดสอบรากหนึ่งหน่วย (unit root test)

การทดสอบรากหนึ่งหน่วย คือ วิธีการทดสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งงานวิจัยของเราเลือกใช้วิธีการทดสอบเอดีเอฟ (ADF test หรือ Augmented Dickey-Fuller test) ซึ่งศึกษาจาก [8], [9] โดยพิจารณาจากสมการ (2.20)

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \tau_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{2.20}$$

โดยกำหนดให้

y_t คือ ตัวแปรสุ่ม ณ เวลา t

α_0, α_1 และ γ คือ ค่าคงตัว

k คือ ค่าความล่าช้าที่เหมาะสม

τ_i คือ สัมประสิทธิ์ (สำหรับ $i = 1, \ldots, k$)

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t หรือ ไวท์นอยส์

โดยสมมติฐานในการทดสอบรากหนึ่งหน่วย คือ

$$\mathrm{H}_0 : \gamma = 0$$
$$\mathrm{H}_1 : \gamma < 0$$

ถ้าเปรียบเทียบค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบเอดีเอฟ แล้วสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าข้อมูลที่นำมาทดสอบมีลักษณะคงที่

2.1.8 การกำหนดค่าความล่าช้า (lag lengths) ของตัวแบบวีเออาร์

ในการกำหนดค่าความล่าช้าของตัวแบบวีเออาร์ เราจะพิจารณาจากค่าเอไอซี (*AIC* หรือ Akaike information criterion) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (2.21) โดยจะพิจารณาเลือกค่าความล่าช้าเมื่อมีค่า *AIC* ที่น้อยที่สุด

$$AIC = M \ln |\Sigma| + 2m \tag{2.21}$$

โดยกำหนดให้

M คือ จำนวนค่าสังเกต

m คือ จำนวนพารามิเตอร์

Σ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) ของค่าคลาดเคลื่อน

2.1.9 การทดสอบโคอินทีเกรชั่นโดยวิธีการทดสอบโจฮานเซน (Johansen test)

การทดสอบโคอินทีเกรชั่น คือ การทดสอบการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปร ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการทดสอบโจฮานเซน ซึ่งจะมีลักษณะที่คล้ายกับการทดสอบรากหนึ่งหน่วยโดยการทดสอบเอดีเอฟ (ADF test) แต่มีความแตกต่างกันตรงที่ การทดสอบโจฮานเซน เป็นการทดสอบความคงที่ของข้อมูลแบบหลายตัวแปร (multivariate) โดยเราจะต้องพิจารณารูปแบบวีเออาร์ ซึ่งแสดงตามสมการ (2.22)

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \tag{2.22}$$

และเปลี่ยนสมการ (2.22) ให้อยู่ในรูปของวีอีซี ซึ่งเขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i-1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{2.23}$$

โดยกำหนดให้

Y_i คือ เวกเตอร์ของตัวแปร ซึ่งมีสมาชิก k ตัว

p คือ อันดับของรูปแบบวีเออาร์

Φ_i คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ขนาด $k \times k$ สำหรับ $i = 1, \ldots, p$

Π คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ขนาด $k \times k$ โดยที่ $\Pi = \left(\sum_{i=1}^{p} \Phi_i \right) - I$

I คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์ขนาด $k \times k$

Γ_i คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ขนาด $k \times k$ โดยที่ $\Gamma_i = -\left(\sum_{i=1}^{p-1} \Phi_{i+1} \right)$ สำหรับ $i = 1, \ldots, p$-1

ε_t คือ เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t ซึ่งมีสมาชิก k ตัว

หลังจากที่ได้รูปแบบของวีเออาร์แล้ว เราหาจำนวนโคอินทีเกรชั่นเวกเตอร์ (cointegration vector) ซึ่งศึกษาจาก [10], [11] โดยการพิจารณาเมทริกซ์ Π ซึ่งสามารถทำการแยกองค์ประกอบ (factorization) ออกเป็น 2 ส่วน ตามสมการ (2.24)

$$\Pi = \alpha\beta' \tag{2.24}$$

โดยที่กำหนดให้

α คือ เมทริกซ์ขนาด $n \times r$ ของความเร็วในการปรับสัมประสิทธิ์อีซีเอ็ม (speed of adjustment coefficient of the error correction mechanism)

β คือ เมทริกซ์ของโคอินทีเกรชั่นเวกเตอร์ที่มีขนาด $n \times r$

n คือ จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

r คือ ค่าลำดับ (rank) ของเมทริกซ์ Π

ในการหาจำนวนโคอินทีเกรชั่นเวกเตอร์ เราจะใช้การเปรียบเทียบค่าสถิติรอย (trace statistic) และค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุด (maximal eigenvalue statistic) โดยที่จำนวนโคอินทีเกรชั่นเวกเตอร์ จะมีค่าเท่ากับค่าลำดับของเมทริกซ์ Π ที่ได้จากการทดสอบค่าสถิติทั้ง 2 ค่า ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ค่าสถิติรอย

การคำนวณค่าสถิติรอย แสดงในสมการต่อไปนี้

$$\lambda_{trace} = -T\sum_{i=r+1}^{n} \ln(1- \hat{\lambda}_i) \text{ , สำหรับ } r = 0, 1,\ldots, n\text{-}1 \tag{2.25}$$

โดยที่ λ_{trace} คือ ค่าสถิติรอย

$\hat{\lambda}_i$ คือ ค่าลักษณะเฉพาะ (eigenvalue) ที่แสดงความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างผลต่างอันดับที่ 1 และอีซีเอ็ม (error correction mechanism)ในสมการที่ (2.23)

T คือ จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

n คือ จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

โดยสมมติฐานในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น คือ

H_0: ค่าลำดับของเมทริกซ์ $\Pi = r$

H_1: ค่าลำดับของเมทริกซ์ $\Pi > r$

ค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุด

การคำนวณค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุดแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\lambda_{\max} = -T\ln(1-\hat{\lambda}_{r+1}),\ \text{สำหรับ}\ \ r = 0, 1, 2, \ldots, n\text{-}1 \tag{2.26}$$

โดยที่ $\lambda_{\max}$ คือ ค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุด

T คือ จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

n คือ จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

โดยสมมติฐานในการทดสอบโคอินทีเกรชั่น คือ

H_0: ค่าลำดับของเมทริกซ์ $\Pi = r$

H_1: ค่าลำดับของเมทริกซ์ $\Pi = r + 1$

2.2 การผสมตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการรวมเชิงนูน

การผสมตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการรวมเชิงนูน (convex combination) คือ การรวมเชิงเส้นระหว่างตัวแบบพยากรณ์ 2 ตัวแบบขึ้นไป โดยมีเงื่อนไข คือ สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรที่นำมารวมเชิงเส้น จะมีค่าที่เป็นไปได้ตั้งแต่ ศูนย์ ถึง หนึ่ง และผลรวมของสัมประสิทธิ์ทุกตัวจะมี ค่าเท่ากับหนึ่งสามารถเขียนได้ในรูปแบบดังนี้

$$\hat{y}_t = \sum_{i}^{n} w_i \hat{y}_t^{(i)} \tag{2.27}$$

กำหนดให้

n คือ จำนวนตัวแปร (จำนวนวิธีการพยากรณ์) ทั้งหมดที่นำมารวมเชิงเส้น

w_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแบบพยากรณ์ที่ i โดยที่ $w_i \in [0, 1]$ และ $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ สำหรับทุก ๆ i โดย $i = (0, 1, 2, \ldots, n)$

$\hat{y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการรวมเชิงนูน ณ เวลา t

$\hat{y}_t^{(i)}$ คือ ค่าพยากรณ์จากตัวแบบต่าง ๆ ณ เวลา t ที่นำมาพิจารณาสำหรับการสร้างตัวแบบผสมโดยวิธีการรวมเชิงนูน

บทที่ 3
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบวีอีซี - อารีมา แบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปร การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ และการรวมตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้กำหนดแนวทางในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ และได้สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปรด้วยวิธีการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

สลิลทิพย์ ศิริไพบูลย์ (2546) [12] ศึกษาการบูรณาการร่วมกันระหว่างมูลค่าการซื้อขายหลักทรัพย์ มูลค่าการซื้อขายหลักทรัพย์สุทธิของผู้ลงทุนต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ค่าเงินบาท และดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET Index) โดยใช้ข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544

Ulaganathan Subramanian (2008) [13] ศึกษาการบูรณาการร่วมกันโดยวิธีการทดสอบโคอินทีเกรชั่นระหว่าง 5 ดัชนีตลาดหลักทรัพย์หลักในเอเชียตะวันออก ได้แก่ ดัชนีตลาดหลักทรัพย์เซี่ยงไฮ้ (SSE) ดัชนีตลาดหลักทรัพย์โตเกียว (TSE) ดัชนีตลาดหลักทรัพย์โอซาก้า (OSE) ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ฮ่องกง (HKEX) และดัชนีตลาดหลักทรัพย์เกาหลี (KRX) โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของทั้ง 5 ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม ค.ศ. 2000 ถึงวันที่ 22 สิงหาคม ค.ศ. 2008 จากการศึกษาพบว่า ทั้ง 5 ดัชนีตลาดหลักทรัพย์มีการบูรณาการร่วมกัน ดังนั้นการโยกย้ายเงินลงทุนในหมู่นักลงทุนที่อยู่กลุ่ม 5 ตลาดหลักทรัพย์ดังกล่าว อาจจะไม่ส่งผลให้นักลงทุนมีกำไรแตกต่างจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์เดิมในระยะยาว

3.1.2 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์

Jun Zhang (2009) [14] เปรียบเทียบการพยากรณ์ดัชนีตลาดหลักทรัพย์เซี่ยงไฮ้ (SSE composite index) โดยใช้ตัวแบบอารีมา (ARIMA model) และตัวแบบเออาร์ซีเอช (ARCH model) พบว่า ตัวแบบเออาร์ซีเอชมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ดัชนีตลาดหลักทรัพย์เซี่ยงไฮ้ มากกว่าตัวแบบอารีมา เนื่องจากตัวแบบเออาร์ซีเอชพยากรณ์ได้คลาดเคลื่อนน้อยกว่าตัวแบบอารีมา และโดยปกติแล้วดัชนีราคาหลักทรัพย์ของประเทศจีนมักจะมีความแปรปรวนที่แตกต่างกัน

3.1.3 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการผสมตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ

Mariola Pilatowska (2009) [15] เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบรวมที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักอาไคเกะ (Akaike weights) และค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน (equal weights) จากผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักทั้ง 2 วิธีการพบว่าการใช้ค่าถ่วงน้ำหนักอาไคเกะในการรวมตัวแบบพยากรณ์มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าใช้การค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากันในการรวมตัวแบบพยากรณ์

Franc Klaassen (2001) [16] ปรับปรุงรูปแบบของตัวแบบจีเออาร์ซีเอช (GARCH model) โดยวิธีการ Markov regime-switching เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการพยากรณ์ให้กับตัวแบบจีเออาร์ซีเอช โดยมีสมมติฐานว่าข้อมูลมีความแปรปรวนที่แตกต่างกันใน 2 ช่วงเวลา โดยพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์ สหรัฐฯ เทียบกับ เงินปอนด์ อังกฤษ เงินมาร์ค เยอรมัน และเงินเยน ญี่ปุ่น ผลการพยากรณ์พบว่าตัวแบบ Markov regime-switching GARCH สามารถลดความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบจีเออาร์ซีเอช

การศึกษางานวิจัยส่วนนี้ทำให้เรามีความรู้เกี่ยวกับการผสมตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการรวมและวิธีการสลับ และได้นำทั้งสองเทคนิคมาใช้ในงานวิจัยของเรา จากงานวิจัยของ Mariola Pilatowska เราพิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักอาไคเกะ และค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากันโดยนำมาใช้สำหรับการผสมตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี 2 และตัวแบบวีอีซี 3 พบว่าการใช้ค่าถ่วงน้ำหนักอาไคเกะมีข้อจำกัดในการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก คือ ถ้ามีค่า Δ_i ที่มากเกินไป (มากกว่า 9) จะทำให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่คำนวณได้จากสมการ (3.2) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์

$$\Delta_i = AIC_i - \min AIC \tag{3.1}$$

$$w_i = \frac{\exp(-0.5\Delta_i)}{\sum_{i=1}^{n} \exp(-0.5\Delta_i)} \tag{3.2}$$

กำหนดให้

Δ_i คือ ความแตกต่างระหว่างตัวแบบที่ i กับตัวแบบที่มีค่า AIC ต่ำที่สุด

AIC_i คือ ค่า AIC ของตัวแบบที่ i

$\min AIC$ คือ ค่า AIC ที่น้อยที่สุด

w_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแบบพยากรณ์ที่ i โดยที่ $w_i \in [0, 1]$ และ $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ สำหรับทุก ๆ i โดย $i = (0, 1, 2, \ldots, n)$

ดังนั้นในงานวิจัยของเราจึงพิจารณาเฉพาะการรวมตัวแบบพยากรณ์โดยการใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวแบบผสมโดยเทคนิคการสลับตัวแบบที่เรานำเสนอ

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

จากความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยในหัวข้อที่ 3.1 ทำให้เรามีแนวคิดในการพัฒนาประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ โดยนำเสนอตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก ซึ่งสรุปแนวคิดโดยอธิบายเป็น 4 หัวข้อ คือ เทคนิคการสลับตัวแบบ ค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 เทคนิคการสลับตัวแบบ (switching technique)

เทคนิคการสลับตัวแบบ คือ วิธีการในรวมตัวแบบพยากรณ์ ตั้งแต่ 2 ตัวแบบขึ้นไปโดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบพยากรณ์แบบเดิม ซึ่งโดยทั่วไปเทคนิคนี้จะถูกนำมาใช้ในงานพยากรณ์ที่ข้อมูลที่มีพฤติกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา โดยจะใช้เทคนิคการสลับเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล ณ ช่วงเวลานั้น แต่ในงานวิจัยของเราใช้เทคนิคนี้เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยมีแนวคิดว่า ณ เวลา เดียวกัน ตัวแบบพยากรณ์ที่เราพิจารณา จะมีค่าพยากรณ์ใกล้เคียงค่าจริงที่สุดอยู่ 1 ค่า และเราจะพยายามสลับตัวแบบพยากรณ์เพื่อให้ได้ค่านั้น

3.2.2 ค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง

ค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง เป็นค่าสถิติในที่จะใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งชุด และทำให้สามารถทราบถึงลักษณะของข้อมูลทั้งหมดที่เก็บรวบรวมมาได้ โดยค่าที่หาได้นี้จะเป็นค่ากลาง ๆ

เรียกว่า ค่ากลาง วิธีหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางจะมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่

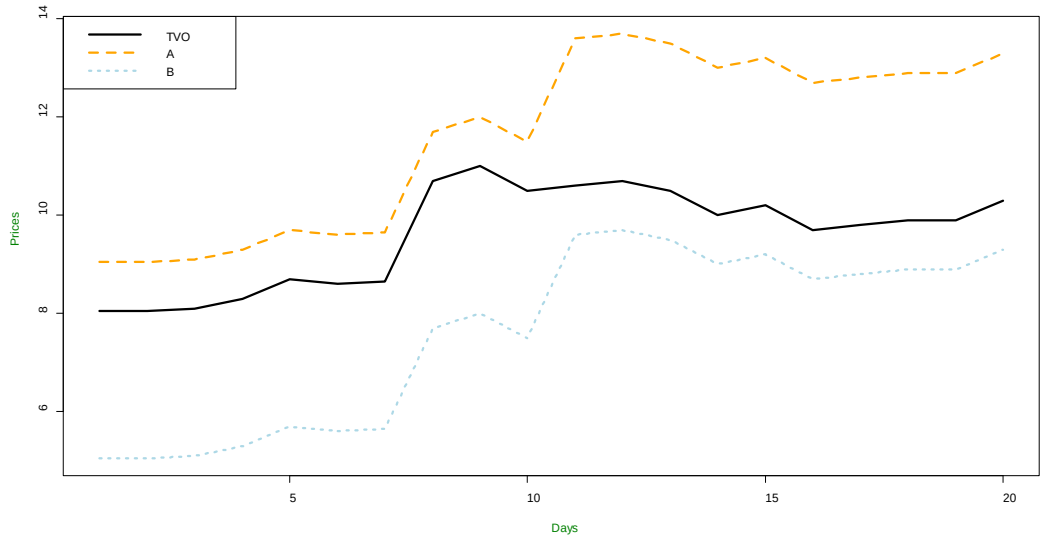
- **ค่าเฉลี่ย (mean)** เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีความแตกต่างกันไม่มาก
- **มัธยฐาน (median)** คือ ค่ากึ่งกลางของข้อมูลชุดนั้น หรือค่าที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลชุดนั้น เมื่อได้จัดเรียงค่าของข้อมูลจากน้อยที่สุดไปหามากที่สุดหรือจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ค่ามัธยฐานเหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีความแตกต่างกันมาก
- **ฐานนิยม (mode)** คือ ค่าที่ซ้ำกันมากที่สุดหรือ ค่าที่มีความถี่สูงที่สุดในข้อมูลชุดนั้น เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีความถี่มาก หรือใช้เมื่อต้องการหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางอย่างรวดเร็ว

3.2.3 ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน

แนวคิดของตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน เกิดจากการพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์มากกว่า 1 ตัวแบบ ซึ่งจะต้องมีอย่างน้อย 1 ตัวแบบ ที่พยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่าตัวแบบนั้นจะพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุดตลอดไป ดังนั้น เราจึงไม่อาจเชื่อถือตัวแบบพยากรณ์ใด ๆ ได้ตลอดเวลา จากแนวคิดการผสมตัวแบบพยากรณ์ที่เราได้ศึกษา คือ การรวมตัวแบบพยากรณ์ และการสลับตัวแบบพยากรณ์ เราได้สรุปรายละเอียดเป็น 2 ส่วนดังนี้

- **การรวมตัวแบบพยากรณ์**

ในการรวมตัวแบบพยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวแบบขึ้นไป เราจะต้องคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับทุก ๆ ตัวแบบที่เราพิจารณา ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักที่เราคำนวณจะขึ้นอยู่กับการแบ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ดังนั้นถ้าเราแบ่งข้อมูลในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ค่าถ่วงน้ำหนักก็จะเปลี่ยนไปจากเดิม เราได้แสดงรูปภาพที่ 3.1 เพื่อเป็นตัวอย่างให้ผู้อ่านมีความเข้าใจมากขึ้น



รูปภาพที่ 3.1 กราฟแสดงตัวอย่างการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ โดยตัวแบบ A และ B ที่ถูกจำลอง โดยใช้ข้อมูลในวันที่ 1 ถึง 5 ในคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการรวมตัวแบบ และเริ่มพยากรณ์ตั้งแต่วันที่ 6 ถึง 20

รูปภาพที่ 3.1 แสดงการจำลองการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอล่วงหน้า 1 วัน ด้วยตัวแบบ A และ B โดยใช้ข้อมูลในวันที่ 1 ถึง 5 ในคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการรวมตัวแบบ และเริ่มพยากรณ์ตั้งแต่วันที่ 6 ถึง 20 จากการสังเกตกราฟ ตั้งแต่วันที่ 6 ถึง 10 พบว่า การพยากรณ์ของทั้ง 2 ตัวแบบ มีลักษณะที่ค่อนข้างไม่แตกต่างจาก 5 วันแรก หากเราใช้ค่าถ่วงน้ำหนักที่คำนวณจากการศึกษาใน 5 วันแรก จะทำให้ตัวแบบรวม A-B พยากรณ์ได้ดีในช่วงวันที่ 6 ถึง 10 แต่หลังจากนั้นความแม่นยำจากการพยากรณ์จะลดลง เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการพยากรณ์ของตัวแบบ A และ B ดังนั้นตัวแบบรวม A-B ซึ่งใช้ค่าถ่วงน้ำหนักที่เราได้จากการศึกษาข้อมูลใน 5 วันแรกจึงไม่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ตั้งแต่วันที่ 11 ถึง 20

จากสถานการณ์ที่เราจำลองขึ้น พบว่า การรวมตัวแบบมีข้อจำกัด คือ การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อใช้สำหรับการรวมตัวแบบ จะขึ้นอยู่กับการแบ่งสัดส่วนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งในสถานการณ์จริงผู้วิจัยไม่สามารถทราบได้ว่าข้อมูลในส่วนที่เราศึกษา และข้อมูลส่วนที่เราจะพยากรณ์ควรที่จะใช้ค่าถ่วงน้ำหนักค่าเดิมหรือไม่

- **การสลับตัวแบบพยากรณ์**

เพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของการผสมตัวแบบด้วยวิธีการรวมที่ได้กล่าวมาข้างต้น เราจึงใช้เทคนิคการสลับตัวแบบพยากรณ์เพื่อเป็นแนวทางในการผสมตัวแบบ ซึ่งในงานวิจัยของเราจะมี

ความแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา คือ โดยทั่วไปแล้ววิธีการนี้จะใช้เพื่อสลับตัวแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่จะพยากรณ์ ตัวอย่างเช่น จากรูปภาพที่ 3.1 ถ้าผสมตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการสลับ ในวันที่ 6 ถึง 10 เราควรพยากรณ์ด้วยตัวแบบ A และในวันที่ 11 ถึง 20 เราควรพยากรณ์ด้วยตัวแบบ B แต่ในงานวิจัยของเราตัวแบบที่เรานำมาพิจารณาเพื่อสร้างตัวแบบผสม ไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจนว่าตัวแบบใดมีความเหมาะในการพยากรณ์ข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังนั้นเราจึงนำเสนอการสลับตัวแบบด้วยวิธีการที่แตกต่างเดิม คือ เราสลับตัวแบบพยากรณ์ทุก ๆ วันโดยเสนอการใช้ค่ามัธยฐานเป็นเงื่อนไขในการสลับตัวแบบ โดยตัวแบบที่เราพิจารณาในการสร้างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานมี 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3 และตัวแบบอารีมา

แนวคิดนี้มาจากการพิจารณาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางทั้ง 3 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย, ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เนื่องจากเราไม่สามารถใช้ฐานนิยมเป็นตัวแทนในการพยากรณ์ได้ ดังนั้นเราจึงพิจารณา ค่าเฉลี่ย (ตัวแบบรวมเชิงนูนที่ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน) และค่ามัธยฐาน (ตัวแบบสลับมัธยฐาน) และพบว่าค่ามัธยฐานเป็นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์โดย ค่าสถิติ *MAD, RMSE* และ *MAPE* ซึ่งได้แสดงผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของทั้ง 2 ตัวแบบไว้ในตารางที่ 5.6 ในบทที่ 5 หัวข้อที่ 5.5

3.2.4 ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

แนวคิดของตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก มีที่มาจากการพิจารณาผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 วัน เป็นระยะเวลา 10 วัน (10 วันแรกของข้อมูลชุดทดสอบ) สำหรับตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3 และตัวแบบอารีมา ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1

ตัวแบบ	ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์		
	MAD	*RMSE*	*MAPE*
วีอีซี 2	0.177	0.238	2.197
วีอีซี 3	0.155	0.208	1.923
อารีมา	0.141	0.194	1.748

ตารางที่ 3.1 ผลการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ ของตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3 และตัวแบบอารีมาเป็นระยะเวลา 10 วัน

เราพบว่า ตัวแบบอารีมามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด ดังนั้นเราจึงถ่วงน้ำหนักค่าพยากรณ์ในวันที่ค่ามัธยฐานของการพยากรณ์ไม่ใช่ค่าพยากรณ์จากตัวแบบอารีมากับค่ามัธยฐานของวันนั้นด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก 0.5 (uniform probability distribution) เพราะว่าในความเป็นจริงเราไม่สามารถทราบได้ว่าตัวแบบพยากรณ์ใดจะพยากรณ์ได้คลาดเคลื่อนจากข้อมูลจริงมากกว่ากัน

ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก สามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$f_t^{med.w} = 0.5 f_t^{ARIMA} + 0.5 f_t^{med} \tag{3.3}$$

เมื่อกำหนดให้

f_t^{ARIMA} คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแบบอารีมา ณ เวลา t

f_t^{med} คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน ณ เวลา t

$f_t^{med.w}$ คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

จากสมการ (3.3) เราสามารถสรุปได้ว่า ในวันที่ค่าพยากรณ์จากตัวแบบอารีมาเป็นค่ามัธยฐานเราจะได้ค่าพยากรณ์ของตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก เท่ากับค่าพยากรณ์ของตัวแบบอารีมา

$$\begin{aligned} f_t^{med.w} &= 0.5 f_t^{ARIMA} + 0.5 f_t^{ARIMA} \\ &= f_t^{ARIMA} \end{aligned}$$

ในวันที่ค่าพยากรณ์จากตัวแบบวีอีซี 2 หรือวีอีซี 3 เป็นค่ามัธยฐานเราจะได้ค่าพยากรณ์ของตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก เท่ากับ การรวมเชิงเส้นของค่าพยากรณ์อารีมาและตัวแบบวีอีซี (ตัวแบบวีอีซี 2 หรือวีอีซี 3) ด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก 0.5

$$f_t^{med.w} = 0.5 f_t^{ARIMA} + 0.5 f_t^{VEC}$$

โดยที่ f_t^{VEC} คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแบบวีอีซี 2 หรือวีอีซี 3

บทที่ 4
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ของบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน): ทีวีโอ ระหว่างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัยโดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบความคงที่ของข้อมูล

ส่วนที่ 2 การหารูปแบบวีเออาร์ 1, วีเออาร์ 2 และวีเออาร์ 3

ส่วนที่ 3 การศึกษาการบูรณาการร่วมกัน ระหว่างราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ จากรูปแบบวีเออาร์ 1, วีเออาร์ 2 และวีเออาร์ 3

ส่วนที่ 4 การสร้างตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก ที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

ส่วนที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอทั้ง 7 ตัวแบบ ซึ่งได้แสดงรายละเอียดของงานทั้ง 5 ส่วนดังต่อไปนี้

งานส่วนที่ 1 การตรวจสอบความคงที่หรือความนิ่งของข้อมูล จะตรวจสอบโดยการทดสอบรากหนึ่งหน่วย ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรม (source code)ไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 2

งานส่วนที่ 2 คือ การหารูปแบบที่เหมาะสมของวีเออาร์ (หาค่า lag length) โดยพิจารณาจากค่า *AIC* ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 4.1

งานส่วนที่ 3 คือ การศึกษาการบูรณาการร่วมกัน ระหว่างราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ โดยการทดสอบโคอินทีเกรชั่น ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 4.3

งานส่วนที่ 4 การสร้างตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก ซึ่งแสดงรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

➢ **ขั้นตอนการสร้างตัวแบบอารีมา**

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบอารีมาจะเป็นการกำหนดรูปแบบตัวแบบอารีมา หรือเรียกว่า วิธีบ๊อก - เจนกินส์ (Box - Jenkins) มีขั้นตอน ดังรูปภาพที่ 4.1 ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 3

➢ **ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบระหว่างตัวแบบวีเออาร์ และตัวแบบวีอีซี**

ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบระหว่างตัวแบบวีเออาร์ และตัวแบบวีอีซี แสดงดังรูปภาพที่ 4.2

➢ **ขั้นตอนการสร้างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน**

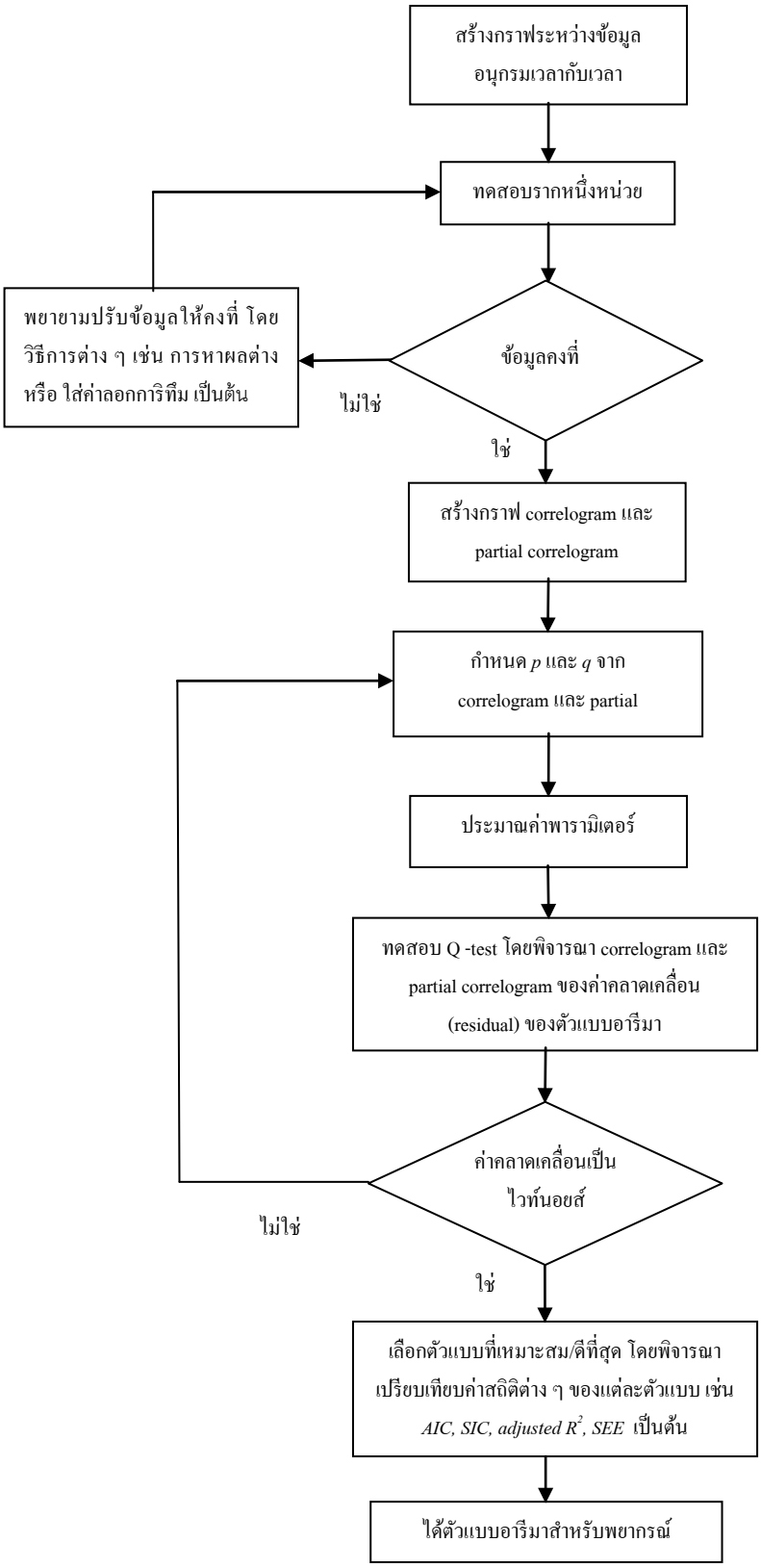
ในขั้นตอนนี้เราจะใช้ค่าพยากรณ์จากตัวแบบพยากรณ์ 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี 2 และตัวแบบวีอีซี 3 โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากันในรวมตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบ (ค่าเฉลี่ยของค่าพยากรณ์จากทั้ง 3 ตัวแบบ) ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 5

➢ **ขั้นตอนการสร้างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน**

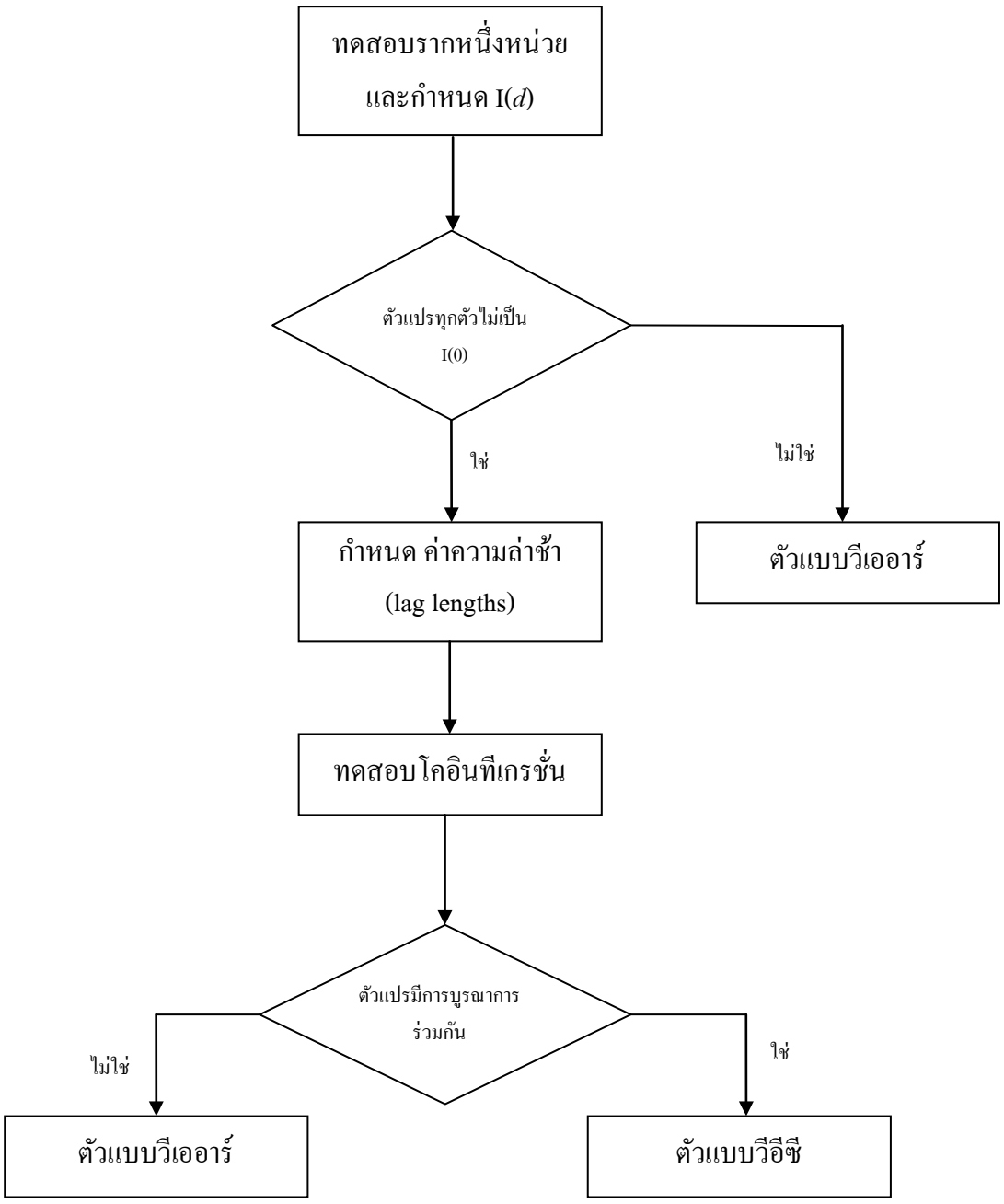
ในขั้นตอนนี้เราจะใช้ค่าพยากรณ์จากตัวแบบพยากรณ์ 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี 2 และตัวแบบวีอีซี 3 โดยจะทำการสลับตัวแบบทุก ๆ วันโดยมีเงื่อนไข คือ จะทำการสลับตัวแบบโดยเลือกค่าพยากรณ์ที่เป็นค่ามัธยฐาน ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 6

➢ **ขั้นตอนการสร้างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก**

ในขั้นตอนนี้เราจะใช้ค่าพยากรณ์จากตัวแบบอารีมา และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานโดยทำการถ่วงน้ำหนักค่าพยากรณ์ของทั้ง 2 ตัวแบบ ด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก 0.5 ซึ่งได้แสดงคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก หัวข้อที่ 7



รูปภาพที่ 4.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างตัวแบบอารีมาโดยวิธีบ๊อก - เจนกินส์



รูปภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบระหว่างตัวแบบวีเออาร์ และตัวแบบวีอีซี

งานส่วนที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบอารีมา ตัวแบบวีอีซี (3 ตัวแบบ) ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ค่าสถิติ *MAD* (Mean Absolute Deviation), *RMSE* (Root Mean Square Error) และ *MAPE* (Mean Absolute Percentage Error) ในการประเมินค่าคลาดเคลื่อน
โดยแสดงรายละเอียดในการคำนวณดังต่อไปนี้

Mean Absolute Deviation:
$$MAD = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|y_t - \hat{y}_t\right| \tag{4.1}$$

Root Mean Square Error:
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left(y_t - \hat{y}_t\right)^2} \tag{4.2}$$

Mean Absolute Percentage Error:
$$MAPE = \frac{100\%}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t}\right| \tag{4.3}$$

โดยที่กำหนดให้

y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลา t

$\hat{y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่พยากรณ์

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิเคราะห์

งานวิจัยนี้ตรวจสอบความคงที่ของข้อมูล ทดสอบโคอินทีเกรชั่น วิเคราะห์และสร้างตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี (ทั้ง 3 ตัวแบบ), ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก รวมทั้งการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมอาร์ (ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมจาก [17]) และได้แสดงรายละเอียดของคำสั่งในการเขียนโปรแกรมไว้ในภาคผนวก

บทที่ 5
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้ เรานำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่

5.1 ผลการทดสอบความคงที่ของข้อมูล

5.2 รูปแบบของตัวแบบอารีมาและรูปแบบของวีเออาร์

5.3 ผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

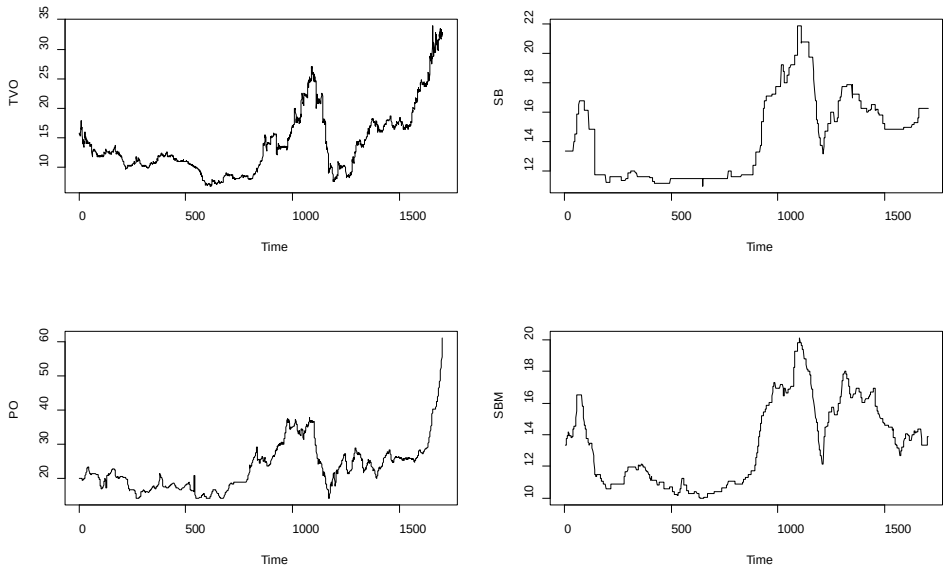
5.4 สมการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี

5.5 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 5 หัวข้อ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ผลการทดสอบความคงที่ของข้อมูล

จากการศึกษาพฤติกรรมของตัวแปร TVO_t, SB_t, SBM_t และ PO_t โดยการสร้างกราฟ ซึ่งแสดงในรูปภาพที่ 5.1 พบว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่



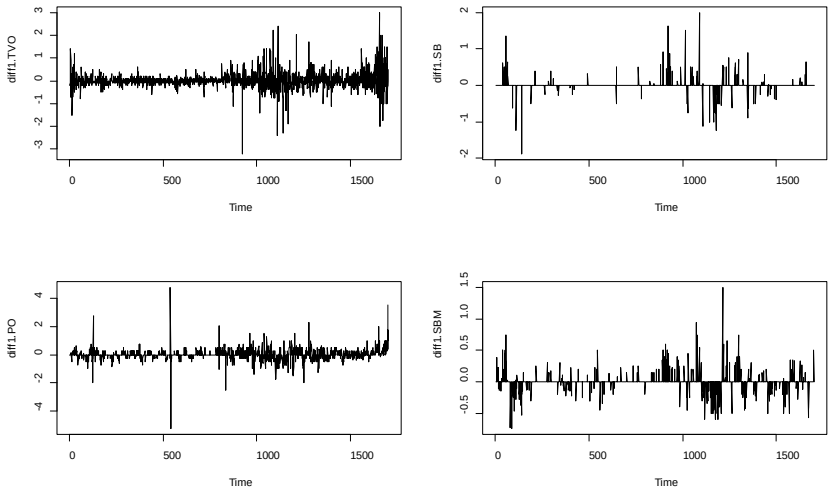
รูปภาพที่ 5.1 กราฟระหว่างข้อมูลตัวแปร TVO_t, SB_t, SBM_t, PO_t และเวลา ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 จำนวน 1703 วัน

หลังจากนั้นเราทำการทดสอบความคงที่ของข้อมูล โดยการทดสอบตัวแปร TVO_t, SB_t, SBM_t และ PO_t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณารูปแบบที่มีจุดตัดแกนและแนวโน้มเวลา พบว่าข้อมูลมีรากหนึ่งหน่วยและเมื่อทำการทดสอบที่ผลต่างระดับหนึ่ง พบว่าค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบอยู่ในช่วงปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือตัวแปรไม่มีรากหนึ่งหน่วยที่ผลต่างระดับหนึ่ง ได้แสดงรายละเอียดไว้ใน ตารางที่ 5.1

ตัวแปร	พจน์กำหนด (deterministic terms)	ค่าความล่าช้า (lag)	ค่าทดสอบ (test value)	ค่าวิกฤต (critical value)
TVO_t	ค่าคงที่, แนวโน้ม	4	-1.4772	-3.41
ΔTVO_t	ไม่มี	1	-23.0182	-1.95
SB_t	ค่าคงที่, แนวโน้ม	4	-1.2927	-3.41
ΔSB_t	ไม่มี	1	-23.4327	-1.95
SBM_t	ค่าคงที่,แนวโน้ม	4	-1.2629	-3.41
ΔSBM_t	ไม่มี	1	-11.6405	-1.95
PO_t	ค่าคงที่, แนวโน้ม	4	-1.6703	-3.41
ΔPO_t	ไม่มี	3	-14.3602	-1.95

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบรากหนึ่งหน่วยโดยการทดสอบเอดีเอฟ (ADF test)

ผลการทดสอบรากหนึ่งหน่วยที่ผลต่างระดับหนึ่ง มีความสอดคล้องกับลักษณะกราฟระหว่างข้อมูลตัวแปร ΔTVO_t, ΔSB_t, ΔSBM_t, ΔPO_t และเวลา คือ มีลักษณะที่ค่อนข้างคงที่ซึ่งแสดงในรูปภาพที่ 5.2



รูปภาพที่ 5.2 กราฟระหว่างข้อมูลตัวแปร ΔTVO_t, ΔSB_t, ΔSBM_t, ΔPO_t และเวลาตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 จำนวน 1703 วัน

5.2 รูปแบบของตัวแบบอารีมา และรูปแบบวีเออาร์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรูปแบบของตัวแบบอารีมา, รูปแบบวีเออาร์ 1, รูปแบบวีเออาร์ 2 และรูปแบบวีเออาร์ 3

5.2.1 ตัวแบบอารีมาสำหรับการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

เมื่อทำการทดสอบความคงที่ของข้อมูลแล้ว นำข้อมูลราคาหลักทรัพย์ทีวีโอไปพิจารณาเพื่อหาตัวแบบอารีมา โดยใช้ฟังก์ชัน auto.arima จาก package forecast ในโปรแกรมอาร์ จึงได้ตัวแบบที่คาดว่ามี ความเหมาะสมในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ คือ ARIMA (0,1,1) ซึ่งสามารถเขียนได้ตามสมการ (5.1)

$$\Delta TVO_t = 0.102\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \tag{5.1}$$

โดยที่ ΔTVO_t คือ ผลต่างของราคาหลักทรัพย์ทีวีโอระหว่างเวลา t และ t-1

ε_t คือ ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t

5.2.2 ความล่าช้า (lag length) ของรูปแบบวีเออาร์

หลังจากทดสอบความคงที่ของตัวแปร เราสร้างตัวแบบวีเออาร์โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา คือ ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ โดยสร้างตัวแบบวีเออาร์ขึ้นมา 3 ตัวแบบ มีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบวีเออาร์ 1 มี 4 ตัวแปรคือ *TVO, SB, SBM, PO*

รูปแบบวีเออาร์ 2 มี 3 ตัวแปรคือ *TVO, SB, SBM*

รูปแบบวีเออาร์ 3 มี 2 ตัวแปรคือ *TVO, PO*

เราจะพิจารณาความล่าช้าที่เหมาะสมในแต่ละรูปแบบวีเออาร์ โดยใช้ค่า *AIC* (Akaike information criterion) เป็นเครื่องมือในการเลือกตัวแบบการประมาณค่าทางสถิติที่เหมาะสมโดยจะพิจารณาจากค่า *AIC* ที่ต่ำที่สุด โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.2

รูปแบบ	ความล่าช้า	ค่า *AIC*
วีเออาร์ 1	7	-12.516
วีเออาร์ 2	7	-10.516
วีเออาร์ 3	4	-4.252

ตารางที่ 5.2 แสดงค่า *AIC* และความล่าช้าที่เหมาะสมของรูปแบบวีเออาร์

ตารางที่ 5.2 ได้แสดงค่าความล่าช้าที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบวีเออาร์ 1, รูปแบบวีเออาร์ 2 และ รูปแบบวีเออาร์ 3 โดยมีค่าความล่าช้าเท่ากับ 7, 7 และ 4 ตามลำดับ

5.2.3 รูปแบบวีเออาร์

หลังจากที่ได้ค่าความล้าช้าที่เหมาะสมของแต่ละรูปแบบแล้ว เราใช้ฟังก์ชัน VAR จาก package VAR ในโปรแกรมอาร์ สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS หรือ ordinary least squares) จึงได้รูปแบบวีเออาร์ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบวีเออาร์ 1 รูปแบบวีเออาร์ 2 และ รูปแบบวีเออาร์ 3 คือ VAR (7), VAR (7) และ VAR (4) ตามลำดับ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปแบบวีเออาร์ 1 $Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + ... + \Phi_7 Y_{t-7} + \varepsilon_t$

รูปแบบวีเออาร์ 2 $Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + ... + \Phi_7 Y_{t-7} + \varepsilon_t$

รูปแบบวีเออาร์ 3 $Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + ... + \Phi_4 Y_{t-4} + \varepsilon_t$

โดยกำหนดให้

Y_{t-i} คือ เวกเตอร์ที่ประกอบด้วยตัวแปร TVO_{t-i}, SB_{t-i}, SBM_{t-i} และ PO_{t-i}

Φ_i คือ เมตริกซ์สัมประสิทธิ์ของรูปแบบวีเออาร์ 1, วีเออาร์ 2 และวีเออาร์ 3

ε_t คือ เวกเตอร์ของค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t ที่ประกอบด้วยตัวแปร $\varepsilon_t^{(TVO)}$, $\varepsilon_t^{(SB)}$, $\varepsilon_t^{(SBM)}$ และ $\varepsilon_t^{(PO)}$ ซึ่งแสดงรายละเอียดของแต่ละตัวแบบ ในตารางที่ 5.3

และหลังจากที่ได้รูปแบบวีเออาร์ทั้ง 3 รูปแบบ เรานำรูปแบบที่ได้มาทดสอบโคอินทีเกรชั่น ซึ่งรายละเอียดแสดงในหัวข้อที่ 5.3

ตัวแบบ	วีเออาร์ 1	วีเออาร์ 2	วีเออาร์ 3
Y_{t-i}	สำหรับ $i = 0, 1, \ldots, 7$ $\begin{bmatrix} TVO_{t-i} \\ SB_{t-i} \\ SBM_{t-i} \\ PO_{t-i} \end{bmatrix}$	สำหรับ $i = 0, 1, \ldots, 7$ $\begin{bmatrix} TVO_{t-i} \\ SB_{t-i} \\ SBM_{t-i} \end{bmatrix}$	สำหรับ $i = 0, 1, \ldots, 4$ $\begin{bmatrix} TVO_{t-i} \\ PO_{t-i} \end{bmatrix}$
Φ_1	$\begin{bmatrix} 1.082 & -0.043 & 0.038 & 0.009 \\ 0.024 & 1.028 & -0.060 & 0.004 \\ 0.028 & -0.021 & 0.990 & 0.022 \\ 0.098 & -0.127 & 0.342 & 1.204 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.107 & -0.033 & 0.085 \\ 0.028 & 1.029 & -0.054 \\ 0.034 & -0.020 & 0.998 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.082 & 0.009 \\ 0.105 & 1.208 \end{bmatrix}$
Φ_2	$\begin{bmatrix} -0.010 & 0.086 & -0.125 & -0.009 \\ -0.006 & -0.120 & 0.139 & -0.010 \\ -0.039 & 0.004 & 0.033 & -0.021 \\ -0.049 & 0.047 & -0.408 & -0.332 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.104 & 0.083 & -0.107 \\ -0.007 & -0.121 & 0.146 \\ -0.039 & 0.001 & 0.044 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.101 & -0.010 \\ -0.069 & -0.324 \end{bmatrix}$
Φ_3	$\begin{bmatrix} 0.004 & -0.343 & 0.193 & 0.035 \\ -0.019 & 0.020 & 0.173 & 0.021 \\ 0.031 & -0.017 & 0.124 & 0.020 \\ 0.068 & -0.098 & 0.038 & 0.272 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.007 & -0.339 & 0.175 \\ -0.017 & 0.022 & 0.163 \\ 0.032 & -0.015 & 0.110 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.009 & 0.020 \\ -0.059 & 0.272 \end{bmatrix}$
Φ_4	$\begin{bmatrix} 0.027 & 0.436 & -0.414 & -0.016 \\ 0.021 & 0.041 & -0.182 & -0.017 \\ -0.035 & 0.028 & -0.113 & -0.033 \\ 0.076 & -0.034 & 0.006 & -0.131 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.027 & 0.445 & -0.403 \\ 0.021 & 0.041 & -0.174 \\ -0.038 & 0.030 & -0.104 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.006 & -0.009 \\ 0.015 & -0.152 \end{bmatrix}$
Φ_5	$\begin{bmatrix} -0.044 & -0.131 & 0.339 & 0.011 \\ -0.072 & 0.036 & 0.093 & 0.004 \\ 0.026 & 0.010 & -0.019 & 0.015 \\ -0.078 & 0.087 & 0.032 & -0.008 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.043 & -0.134 & 0.330 \\ -0.073 & 0.035 & 0.089 \\ 0.025 & 0.011 & -0.027 \end{bmatrix}$	-
Φ_6	$\begin{bmatrix} -0.090 & -0.083 & 0.250 & -0.027 \\ 0.080 & -0.070 & -0.112 & -0.007 \\ -0.008 & -0.032 & 0.096 & 0.002 \\ -0.039 & -0.136 & 0.155 & 0.000 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -0.089 & -0.081 & 0.253 \\ 0.078 & -0.068 & -0.111 \\ -0.008 & -0.027 & 0.097 \end{bmatrix}$	-
Φ_7	$\begin{bmatrix} 0.111 & 0.063 & -0.279 & 0.011 \\ -0.026 & 0.027 & -0.018 & 0.007 \\ 0.001 & 0.017 & -0.109 & -0.001 \\ 0.043 & 0.040 & -0.123 & -0.005 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.091 & 0.049 & -0.319 \\ -0.027 & 0.024 & -0.023 \\ -0.002 & 0.010 & -0.113 \end{bmatrix}$	-
ε_t	$\begin{bmatrix} \varepsilon_t^{(TVO)} \\ \varepsilon_t^{(SB)} \\ \varepsilon_t^{(SBM)} \\ \varepsilon_t^{(PO)} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \varepsilon_t^{(TVO)} \\ \varepsilon_t^{(SB)} \\ \varepsilon_t^{(SBM)} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \varepsilon_t^{(TVO)} \\ \varepsilon_t^{(PO)} \end{bmatrix}$

<u>หมายเหตุ</u> กำหนดให้ $\varepsilon_t^{(TVO)}$, $\varepsilon_t^{(SB)}$, $\varepsilon_t^{(SBM)}$ และ $\varepsilon_t^{(PO)}$ คือ ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t ของสมการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ, สมการพยากรณ์ราคาเมล็ดถั่วเหลือง, สมการพยากรณ์ราคากากถั่วเหลือง และสมการพยากรณ์ราคาน้ำมันปาลม์ดิบ ตามลำดับ ซึ่งตัวแปรสุ่มของค่าคลาดเคลื่อนในแต่ละตัวแบบไม่ใช่ตัวแปรสุ่มเดียวกัน

ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดของตัวแปร และพารามิเตอร์ของ
รูปแบบวีเออาร์ 1, วีเออาร์ 2 และวีเออาร์ 3

5.3 ผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่น

การทดสอบโคอินทีเกรชั่นมีความสำคัญต่อการสร้างตัวแบบวีอีซี ในงานวิจัยของเราได้ทำการทดสอบโคอินทีเกรชั่น กับรูปแบบวีเออาร์ 3 รูปแบบ ได้แก่ วีเออาร์ 1 ,วีเออาร์ 2 และวีเออาร์ 3 โดยมีรายละเอียดในการศึกษาการบูรณาการร่วมกัน ระหว่างตัวแปร 4 ตัวแปร ดังต่อไปนี้

รูปแบบวีเออาร์ 1 ใช้ในการศึกษาการบูรณาการร่วมกัน ของราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ทีวีโอ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง ราคากากถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบวีเออาร์ 2 ใช้ในการการศึกษาการบูรณาการร่วมกัน ของราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ทีวีโอ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง และราคากากถั่วเหลือง

รูปแบบวีเออาร์ 3 ใช้ในการศึกษาการบูรณาการร่วมกัน ของราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ทีวีโอ และน้ำมันปาล์มดิบน้ำมันปาล์มดิบ

เราจัดรูปวีเออาร์ทั้ง 3 รูปแบบข้างต้น ให้อยู่ในรูปแบบของวีอีซี ได้แก่ วีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 ตามลำดับ และทำการทดสอบโคอินทีเกรชั่นด้วยวิธีการทดสอบโจฮานเซน โดยทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่นระหว่างตัวแปรทั้งหมดที่นำมาใช้ในศึกษาการบูรณาการร่วมกัน แสดงรายละเอียดไว้ใน ตารางที่ 5.4 ผู้อ่านสามารถอ่านทฤษฎีที่เกี่ยวกับการทดสอบโจฮานเซนได้ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.1.9

rank	วีอีซี 1				วีอีซี 2				วีอีซี 3			
	trace		maximal eigenvalue		trace		maximal eigenvalue		trace		maximal eigenvalue	
	tv	cv	tv	cv	tv	cv	tv	cv	tv	cv	tv	cv
0	98.18	48.28	50.23	27.14	47.22	31.52	31.35	21.07	32.70	17.95	25.95	14.90
1	47.95	31.52	23.62	21.07	15.87	17.95	13.05	14.90	6.75	8.18	6.75	8.18
2	24.33	17.95	21.14	14.90	2.82	8.18	2.82	8.18	-	-	-	-
3	3.19	8.18	3.19	8.18	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ อักษรย่อ tv หมายถึง ค่าสถิติทดสอบ (test value) และอักษรย่อ cv หมายถึง ค่าวิกฤต (critical value)

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธีการทดสอบโจฮานเซนด้วยการเปรียบเทียบค่าสถิติรอยและค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุดจากการศึกษารูปแบบวีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3

จากการทดสอบการบูรณาการร่วมกันระหว่างตัวแปร โดยการศึกษาจากตัวแบบวีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 เราได้สรุปค่าลักษณะเฉพาะ (eigenvalues) ไว้ในตารางที่ 5.5

ตัวแบบ	วีอีซี 1	วีอีซี 2	วีอีซี 3
ค่าลักษณะเฉพาะ	$\hat{\lambda}_1 = 0.042$ $\hat{\lambda}_2 = 0.020$ $\hat{\lambda}_3 = 0.018$ $\hat{\lambda}_4 = 0.003$	$\hat{\lambda}_1 = 0.026$ $\hat{\lambda}_2 = 0.011$ $\hat{\lambda}_3 = 0.002$	$\hat{\lambda}_1 = 0.022$ $\hat{\lambda}_2 = 0.006$

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าลักษณะเฉพาะที่ได้จากการศึกษาจากตัวแบบวีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3

เมื่อพิจารณาค่าลำดับด้วยการเปรียบเทียบค่าสถิติค่าสถิติรอยและค่าสถิติค่าลักษณะเฉพาะสูงสุด พบว่าจำนวนโคอินทีเกรชั่นเวกเตอร์ ที่เหมาะสมของตัวแบบวีอีซี 1 มีค่าเท่ากับ 3 เนื่องจากค่าสถิติทั้ง 2 ค่า ที่ได้จากการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก เมื่อค่าลำดับมีค่าเท่ากับ 3 และจากการทดสอบโคอินทีเกรชั่นตัวแบบวีอีซี 2 และตัวแบบวีอีซี 3 พบว่าจำนวนโคอินทีเกรชั่นเวกเตอร์ ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 2 และ 1 ตามลำดับ

5.4 สมการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี

จากผลการทดสอบโคอินทีเกรชั่นในหัวข้อที่ 5.3 เราพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ ควรเป็นตัวแบบวีอีซีทั้ง 3 ตัวแบบ คือ วีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 ซึ่งได้แสดงสมการพยากรณ์ราคาหลักหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี 1, วีอีซี 2 และวีอีซี 3 ในสมการ (5.2), (5.3) และ (5.4) ตามลำดับ

สมการพยากรณ์ราคาหลักหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี 1

$$\left.\begin{aligned} TVO_t = {} & 1.083TVO_{t-1} - 0.042SB_{t-1} + 0.0345SBM_{t-1} + 0.008PO_{t-1} - \\ & 0.100TVO_{t-2} + 0.087SB_{t-2} - 0.125SBM_{t-2} - 0.009PO_{t-2} + \\ & 0.004TVO_{t-3} - 0.344SB_{t-3} + 0.193SBM_{t-3} + 0.035PO_{t-3} + \\ & 0.027TVO_{t-4} + 0.436SB_{t-4} - 0.414SBM_{t-4} - 0.016PO_{t-4} - \\ & 0.044TVO_{t-5} - 0.131SB_{t-5} + 0.339SBM_{t-5} + 0.011PO_{t-5} - \\ & 0.090TVO_{t-6} - 0.083SB_{t-6} + 0.250SBM_{t-6} - 0.027PO_{t-6} + \\ & 0.111TVO_{t-7} + 0.0612SB_{t-7} - 0.279SBM_{t-7} + 0.011PO_{t-7} + \\ & 0.038 \end{aligned}\right\} \quad (5.2)$$

สมการพยากรณ์ราคาหลักหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี 2

$$\left.\begin{aligned} TVO_t = {} & 1.109TVO_{t-1} - 0.032SB_{t-1} + 0.081SBM_{t-1} - \\ & 0.104TVO_{t-2} + 0.083SB_{t-2} - 0.108SBM_{t-2} + \\ & 0.007TVO_{t-3} - 0.339SB_{t-3} + 0.176SBM_{t-3} + \\ & 0.027TVO_{t-4} + 0.446SB_{t-4} - 0.403SBM_{t-4} - \\ & 0.044TVO_{t-5} - 0.134SB_{t-5} + 0.331SBM_{t-5} - \\ & 0.089TVO_{t-6} - 0.081SB_{t-6} + 0.253SBM_{t-6} + \\ & 0.093TVO_{t-7} + 0.052SB_{t-7} - 0.322SBM_{t-7} - \\ & 0.018 \end{aligned}\right\} \quad (5.3)$$

สมการพยากรณ์ราคาหลักหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี 3

$$\left.\begin{aligned} TVO_t = {} & 1.080TVO_{t-1} + 0.010PO_{t-1} - 0.101TVO_{t-2} - 0.010PO_{t-2} + \\ & 0.008TVO_{t-3} + 0.019PO_{t-3} - 0.004TVO_{t-4} - 0.009PO_{t-4} - \\ & 0.024 \end{aligned}\right\} \quad (5.4)$$

5.5 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์			
ตัวแบบ	*MAD*	*RMSE*	*MAPE*
ตัวแบบที่ 1 : ตัวแบบวีอีซี 1	0.300	0.468	1.673
ตัวแบบที่ 2 : ตัวแบบวีอีซี 2	0.297	0.471	1.658
ตัวแบบที่ 3 : ตัวแบบวีอีซี 3	0.289	0.466	1.591
ตัวแบบที่ 4 : ตัวแบบอารีมา	0.283	0.456	1.573
ตัวแบบที่ 5 : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน	0.287	0.462	1.589
ตัวแบบที่ 6 : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน	0.286	0.461	1.578
ตัวแบบที่ 7 : ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก	0.285	0.459	1.571

ตารางที่ 5.6 ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี 1, ตัวแบบวีอีซี 2, ตัวแบบวีอีซี 3, ตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

จากตารางที่ 5.6 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ 7 ตัวแบบ โดยวัดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ด้วยค่า *MAD, RMSE* และ *MAPE* เมื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ระหว่างตัวแบบพยากรณ์ 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบวีอีซี 1 ตัวแบบวีอีซี 2 และ ตัวแบบวีอีซี 3 พบว่า ตัวแบบวีอีซี 3 มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาตัวแบบอารีมาร่วมด้วยพบว่า ตัวแบบอารีมามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบวีอีซีทั้ง 3 ตัวแบบ

เมื่อเราพิจารณาตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบวีอีซีทั้ง 3 ตัวแบบ

เมื่อเราพิจารณาตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบวีอีซีทั้ง 3 ตัวแบบ และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน

เมื่อเราพิจารณาตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบวีอีซีทั้ง 3 ตัวแบบ , ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวแบบอารีมาโดยพิจารณาค่าสถิติ *MAD* และ *RMSE* จะพบว่าตัวแบบอารีมามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่า แต่เมื่อพิจารณาค่า *MAPE* พบว่าตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่าตัวแบบอารีมา

บทที่ 6
สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอระหว่าง 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก โดยสามารถสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอระหว่าง 3 ตัวแบบ ได้แก่ ระหว่างตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน, ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก โดยการศึกษาข้อมูล ราคาปิดรายวันของหลักทรัพย์ทีวีโอ, ราคาเมล็ดถั่วเหลือง, ราคากากถั่วเหลือง และราคาน้ำมันปาล์มดิบ ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2554 พบว่า ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน มีค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มากที่สุด และตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก มีค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์น้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติ *MAD*, *RMSE* และ *MAPE* ดังนั้นจากการเปรียบเทียบค่าสถิติดังกล่าว เราจึงสรุปได้ดังนี้

1. การสร้างตัวแบบผสมสำหรับการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ โดยการใช้ค่ามัธยฐานเป็นเงื่อนไขในการสลับตัวแบบพยากรณ์ มีความเหมาะสมมากกว่าการใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของค่าพยากรณ์ จากตัวแบบอารีมา, ตัวแบบวีอีซี 2 และตัวแบบวีอีซี 3
2. การรวมตัวแบบอารีมาและตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน โดยใช้ค่าถ่วงน้ำ 0.5 ช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (Granger causality test) ในส่วนของการสร้างตัวแบบวีอีซีเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการศึกษา
2. ควรศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจจะมีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ทีวีโอ

3. เทคนิคการสลับมัธยฐานและเทคนิคการสลับมัธยฐานแบบถ่วงน้ำหนักสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับตัวแบบพยากรณ์แบบอื่น ๆ ได้ และค่าถ่วงน้ำหนักที่นำไปใช้สามารถปรับให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง

รายการอ้างอิง

[1] BrandAge-thaicoon. 2554. สงคราม น้ำ 3 ก้นครัว น้ำปลา - น้ำตาล - น้ำมันพืช เร่งสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยนวัตกรรม. สยามรัฐ ฉบับ 3 น้ำก้นครัว วันที่ 21-22 มีนาคม 2554. ปีที่ 61 ฉบับที่ 21147: 37.

[2] Stock2morrow. 2553. พาณิชย์ชี่งขึ้นน้ำมันปาล์ม. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.stock2morrow.com/showthread.php?t=17381&page=1 [5 กันยายน 2555]

[3] ข่าวหุ้นธุรกิจ. 2555. หมดรอบเข้าเก็งกำไรหุ้น TVO พาณิชย์คงราคาน้ำมันปาล์ม. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.kaohoon.com/online/33083/หมดรอบเข้าเก็งกำไรหุ้น TVO - พาณิชย์คงราคาน้ำมันปาล์ม.htm [5 กันยายน 2555]

[4] สำนักข่าวอินโฟเควสท์. 2553. TVO บวก 3.39% เล็งอุปสงค์น้ำมันถั่วเหลืองเพิ่ม - หากน้ำมันปาล์มขึ้นราคา. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ryt9.com/s/iq05/1039055 [5 กันยายน 2555]

[5] กรมการค้าภายใน. ราคาสินค้าเกษตรรายวันในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dit.go.th/pricelist/showdaily.asp [2 ตุลาคม 2555]

[6] Deshpande, B. 2555. Time Series Forecasting: data partitioning and visualizing results. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.simafore.com/blog/bid/111226/Time-Series-Forecasting-data-partitioning-and-visualizing-results [23 พฤศจิกายน 2555]

[7] Watson, M. W. 1994. Vector Autoregressions and Cointegration. In Engle, R.F., McFadden, D. (Eds.), Handbook of Econometrics, Vol. 4, pp. 2844-2915. Amsterdam: Elsevier Science B.V.

[8] Enders, W. 2010. Unit root. In Applied Econometric Time Series. third edition, pp. 30. New York: WILEY.

[9] Dickey, D. A. Review of Unit Root Testing. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www4.stat.ncsd.edu [20 กันยายน 2555]

[10] Johansen, S.1988. Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. Journal of Economic Dynamics and Control. Vol. 12: 231-254.

[11] Engle, R. F. and Granger, C. W. J. 1987. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. Econometrica. Vol. 55, No. 2.: 251-276.

[12] สลิลทิพย์ ศิริไพบูลย์. 2546. ปัจจัยที่กำหนดดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1995 - 2001.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[13] Subramanian, U. 2008. Cointegration of stock markets in East Asia. European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences, ISSN 1450-2275 Issue 14: 84-91.

[14] Zhang, J. 2009. Applying Time Series Analysis Builds Stock Price Forecast Model. Modern Applied Science. Vol. 3, No. 5: 152-157.

[15] Pilatowska, M. 2009. The Combined Forecasts Using the Akaike Weights. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikolaja Kopernika Dynamic Econometric Models.Vol. 9: 5-16.

[16] Klaassen, F. 2001. Improving GARCH Volatility Forecasts with Regime-Switching GARCH. Forthcoming in Empirical Economics : 1-35.

[17] R Development Core Team. 2556. R: A Language and Environment for Statistical Computing. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.R-project.org/ [14 กุมภาพันธ์ 2555]

ภาคผนวก

ภาคผนวก
คำสั่งในการเขียนโปรแกรม

1. ตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม

```
TVO1 <- TVO [1:1192]
TVO2 <- TVO [1193:1703]
SB1 <- SB [1:1192]
SB2 <- SB [1193:1703]
SBM1 <- SBM [1:1192]
SBM2 <- SBM [1193:1703]
PO1 <- PO [1:1192]
PO2 <- PO [1193:1703]
```

2. การทดสอบเอดีเอฟ

```
##ADF test
library (urca)

## TVO and the first difference of TVO
summary (ur.df (TVO1, type = "trend", lags = 4))
D1.TVO1 <- diff (TVO1)
summary (ur.df (D1.TVO1, type = "none", lags = 1))

## SB and the first difference of SB
summary (ur.df (SB1, type = "trend", lags = 4))
D1.SB1 <- diff (SB1)
summary (ur.df (D1.SB1, type = "none", lags = 1))

## SBM and the first difference of SBM
summary (ur.df (SBM1, type = "trend", lags = 4))
D1.SBM1 <- diff (SBM1)
summary (ur.df (D1.SBM1, type = "none", lags = 1))
```

```
## PO and the first difference of PO
summary (ur.df (PO1, type = "trend", lags = 4))
D1.PO1 <- diff (PO1)
summary (ur.df (D1.PO1, type = "none", lags = 3))
```

3. ตัวแบบอารีมา

3.1 การกำหนดรูปแบบ ARIMA (*p, d, q*)

```
## Fit best ARIMA model to univariate time series
library (forecast)
auto.arima (TVO1)
```

3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบอารีมา

```
## Fit ARIMA model to univariate time series
library (forecast)
arima.tvo1  <- Arima (window (TVO, end=1192), order = c (0, 1, 1), include.mean = TRUE)
```

3.3 การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนสุ่ม (residuals)

```
res.arima <- resid (fitted (arima.tvo1))

layout (matrix (1:4, ncol = 2, nrow = 2))
ts.plot (res.arima, xlab="time", ylab="ARIMA's residuals")
acf (res.arima)
pacf (res.arima)
hist (res.arima, breaks = 250, col="lightblue", border="orange")

library (forecast)
auto.arima (res.arima)
```

3.4 การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอล่วงหน้า 1 วัน

```
## Out-of-sample one-step forecasts
library (forecast)
arima.tvo2 <- Arima (window (TVO, start=1193), model = arima.tvo1)
f.arima <- fitted (tvo.model2)
```

4. ตัวแบบวีอีซี

4.1 การกำหนดรูปแบบวีเออาร์ (กำหนดค่าความล่าช้า)

```
##  Information criteria and FPE for different VAR(p)
md1 <- ts (cbind (TVO1, SB1, SBM1 ,PO1))
md2 <- ts (cbind (TVO1, SB1, SBM1))
md3 <- ts (cbind (TVO1, PO1))

library (vars)
## Lag of VAR1
VARselect (md1, lag.max = 8, type = "none")
## Lag of VAR2
VARselect (md2, lag.max = 8, type = "none")
## Lag of VAR3
VARselect (md3, lag.max = 8, type = "none")
```

4.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบวีเออาร์

```
## VAR Estimation
library (vars)

VAR1  <- VAR (md1, p = 7, type = "none")
VAR2  <- VAR (md2, p = 7, type = "none")
VAR3  <- VAR (md3, p = 4, type = "none")
```

```
## Coefficient matrices of the lagged endogenous variables
Acoef (VAR1)
Acoef (VAR2)
Acoef (VAR3)
```

4.3 การทดสอบโคอินทีเกรชั่น

```
## Cointegration test
library (urca)
## Trace statistic
test.trace1 <- ca.jo (md1, ecdet = "none", type = "trace", K=7, spec = "transitory")
summary (test.trace1)
test.trace2 <- ca.jo (md2, ecdet = "none", type = "trace", K=7, spec = "transitory")
summary (test.trace2)
test.trace3 <- ca.jo (md3, ecdet = "none", type = "trace", K=4, spec = "transitory")
summary (test.trace3)

## Maximal eigenvalue statistic
test.eigen1 <- ca.jo (md1, ecdet = "none", type = "eigen", K=7, spec = "transitory")
summary (test.eigen1)
test.eigen2 <- ca.jo (md2, ecdet = "none", type = "eigen", K=7, spec = "transitory")
summary (test.eigen2)
test.eigen3 <- ca.jo (md3, ecdet = "none", type = "eigen", K=4, spec = "transitory")
summary (test.eigen3)
```

4.4 ตัวแบบวีอีซี

```
## Transform a VEC to VAR in levels
library (vars)
VEC1  <- vec2var (test.trace1, r = 3)
VEC2  <- vec2var (test.trace2, r = 2)
VEC3  <- vec2var (test.trace3, r = 1)
```

4.5 การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนสุ่ม (residuals)

```
## VEC1
res.vec1 <- TVO1 [8:1192] - f1.vec1 [8:1192]

layout (matrix (1:4, ncol = 2, nrow = 2))
ts.plot (res.vec1, xlab="time", ylab="VEC1's residuals")
acf (res.vec1)
pacf (res.vec1)
hist (res.vec1, breaks = 250, col="lightblue", border="orange")

library (forecast)
auto.arima (res.vec1)

## VEC2
res.vec2 <- TVO1[8:1192] – f1.vec2 [8:1192]

layout (matrix (1:4, ncol = 2, nrow = 2))
ts.plot (res.vec2, xlab="time", ylab="VEC2's residuals")
acf (res.vec2)
pacf (res.vec2)
hist (res.vec2, breaks = 250, col="lightblue", border="orange")

library (forecast)
auto.arima (res.vec2)

## VEC3
res.vec3 <- TVO1[8:1192] – f1.vec3 [8:1192]

layout (matrix (1:4, ncol = 2, nrow = 2))
ts.plot (res.vec3, xlab="time", ylab="VEC3's residuals")
```

```
acf (res.vec3)
pacf (res.vec3)
hist (res.vec3, breaks = 250, col="lightblue", border="orange")

library (forecast)
auto.arima (res.vec3)
```

4.6 สมการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอของตัวแบบวีอีซี

```
## 7 lags of TVO
TVO2.l1 <- TVO [1199:1702]
TVO2.l2 <- TVO [1198:1701]
TVO2.l3 <- TVO [1197:1700]
TVO2.l4 <- TVO [1196:1699]
TVO2.l5 <- TVO [1195:1698]
TVO2.l6 <- TVO [1194:1697]
TVO2.l7 <- TVO [1193:1696]

## 7 lags of SB
SB2.l1 <- SB [1199:1702]
SB2.l2 <- SB [1198:1701]
SB2.l3 <- SB [1197:1700]
SB2.l4 <- SB [1196:1699]
SB2.l5 <- SB [1195:1698]
SB2.l6 <- SB [1194:1697]
SB2.l7 <- SB [1193:1696]

## 7 lags of SBM
SBM2.l1 <- SBM [1199:1702]
SBM2.l2 <- SBM [1198:1701]
SBM2.l3 <- SBM [1197:1700]
```

```
SBM2.l4 <- SBM [1196:1699]
SBM2.l5 <- SBM [1195:1698]
SBM2.l6 <- SBM [1194:1697]
SBM2.l7 <- SBM [1193:1696]

## 7 lags of PO
PO2.l1 <- PO [1199:1702]
PO2.l2 <- PO [1198:1701]
PO2.l3 <- PO [1197:1700]
PO2.l4 <- PO [1196:1699]
PO2.l5 <- PO [1195:1698]
PO2.l6 <- PO [1194:1697]
PO2.l7 <- PO [1193:1696]

## VEC1

f.vec1 <- 0.038160784 +
1.08256405*TVO2.l1 - 0.04202393*SB2.l1 + 0.03445109*SBM2.l1 + 0.008151949*PO2.l1 -
0.099845548*TVO2.l2 + 0.086551629*SB2.l2 - 0.12489936*SBM2.l2 - 0.00883295*PO2.l2 +
0.003914063*TVO2.l3 - 0.34351323*SB2.l3 + 0.19323531*SBM2.l3 + 0.03467122*PO2.l3 +
0.02691415*TVO2.l4 + 0.43604030*SB2.l4 - 0.413880155*SBM2.l4 - 0.01602676*PO2.l4 -
0.04364491*TVO2.l5 -0.13072369*SB2.l5 + 0.33880799*SBM2.l5 + 0.011407022*PO2.l5 -
0.089597376*TVO2.l6 - 0.08307126*SB2.l6 + 0.25000833*SBM2.l6 - 0.026832995*PO2.l6 +
0.111436240*TVO2.l7 + 0.06119101*SB2.l7 - 0.27939762*SBM2.l7 + 0.0110318784*PO2.l7

ts.plot (TVO [1200:1703])
lines (f.vec1, lty=2, col = "red")
```

```
## VEC2

f.vec2 <- - 0.01790160 +
1.10883545*TVO2.l1 - 0.03215008*SB2.l1 + 0.08059276*SBM2.l1 -
0.104178855*TVO2.l2 + 0.083325935*SB2.l2 - 0.10785334*SBM2.l2 +
0.006916044*TVO2.l3 - 0.33900405*SB2.l3 + 0.1756214*SBM2.l3 +
0.02742602*TVO2.l4 + 0.44617773*SB2.l4 - 0.4031415*SBM2.l4 -
0.04360613*TVO2.l5 - 0.13391071*SB2.l5 + 0.33114580*SBM2.l5 -
0.089064471*TVO2.l6 - 0.08144241*SB2.l6 + 0.25266593*SBM2.l6 +
0.092737989*TVO2.l7 + 0.052377554*SB2.l7 - 0.32238819*SBM2.l7

ts.plot (TVO [1200:1703])
lines (f.vec2, lty=2, col = "red")

## VEC3

f.vec3 <- - 0.02439883 +
1.0801368*TVO2.l1 + 0.009592345*PO2.l1 - 0.10078770*TVO2.l2 - 0.00993309*PO2.l2 +
0.008456658*TVO2.l3 + 0.01945047*PO2.l3 - 0.004374706*TVO2.l4 - 0.00862606*PO2.l4

ts.plot (TVO [1200:1703])
lines (f.vec3, lty=2, col = "red")
```

5. ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบรวมเชิงนูน

```
f.convex  <-  (f.arima + f.vec2 + f.vec3) / 3
```

6. ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐาน

```
for (i in 1:504) {
f.median[ i ] <- median(f.vec2[ i ], f.vec3[ i ], f.arima[ i ]) }
```

7. ตัวแบบวีอีซี - อารีมาแบบสลับมัธยฐานถ่วงน้ำหนัก

f.weigthed_median <- 0.5* f.arima + 0.5* f.median

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	กนกกาญจน์ สุขศรี
วัน เดือน ปีที่เกิด	20 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวัสดุศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2550

ผลงานตีพิมพ์

- กนกกาญจน์ สุขศรี, พันทิพา ทิพย์วิวัฒน์พจนา. 2013. การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ทีวีโอโดยตัวแบบสลับมัธยฐานแบบถ่วงน้ำหนักวีอีซีเอ็ม - อารีมา. วารสารของการประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ ประจำปี 2556 ครั้งที่ 18 (Proceedings of AMM2013): 507 - 519.