



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การประยุกต์เทคนิคเชิงปริมาณในการพยากรณ์ค่าใช้จ่าย
ด้านไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

นายบัญชา ศรีสมบัติ

พ.ศ. 2552

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การประยุกต์เทคนิคเชิงปริมาณในการพยากรณ์ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

The Application of Quantitative Techniques In Costs of Electric Forecasting

By Pibulsongkram Rajabhat University

นายบัญชา ศรีสมบัติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ ซึ่งได้จากเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา จากค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และเพื่อนำรูปแบบการพยากรณ์ข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ประกอบการวางแผนค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามในอนาคต ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 เทคนิคที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการพยากรณ์คือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของวินเตอร์ และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของ Box – Jenkins ด้วยตัวแบบ ARIMA ที่มีแนวโน้มและฤดูกาล โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์(Mean Absolute Percent Error : MAPE) ผลการวิเคราะห์พบว่า การพยากรณ์แบบแยกส่วน มีค่าน้อยคลาดเคลื่อนที่สุด (MAPE = 20.63487) รองลงมาได้แก่การพยากรณ์ด้วยวิธี Box – Jenkins (MAPE = 21.29136) และ การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์ (MAPE = 24.21331)

Abstract

The purposes of this study were compared the forecasting models based on forecasting data time serial techniques obtained form costs of electric bills paid by Pibulsongkram Rajabhat University and to gain suitable forecasting model whit less error. This was to estimate the electricity cost plan of the University in the future.

The data used in this study was electricity bill paid by the University during August 2000 to May 2008. The techniques employed to build the format of forecasting and decomposition ware time serial analysis models, Winters Exponential Smoothing, Method and Box - Jenkins, and model ARIMA at tend and the season. Mean absolute percent error (MAPE) was applied. The finding showed that the forecasting model for the decomposition was lowest (MAPE = 20.63487), Box - Jenkins with model ARIMA at tendency and the seasons MAPE = 21.29136, while Winters Exponential Smoothing Method indicated MAPE = 24.21331.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ที่ให้ข้อมูล ค่าไฟฟ้าของ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และขอขอบพระคุณ ดร.กมลนาถ มาลากุล เป็นอย่างสูง ที่ได้สละเวลาช่วยตรวจและขัดเกลาบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประจำปี 2549 ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ของ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช และมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้อันมีค่าให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และโปรแกรม SPSS V.17 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ นักศึกษา สาขาวิชาสถิติประยุกต์/43 สถิติประยุกต์/46 คณิตศาสตร์(วท.บ.)/44 ที่ทำให้ผู้วิจัย ได้ทบทวนและรื้อฟื้นความรู้ด้านเทคนิคการพยากรณ์และได้ทำให้เกิดแนวคิดในการทำวิจัยด้านการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวีระชัย – คุณแม่บัวเรว ศรีสมบัติ ที่ได้ให้กำเนิดและสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ศึกษาหาความรู้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณลุงเต็ม-คุณป้าอุบล เข้มเสมอ ที่ได้อุปถัมภ์เลี้ยงดู ให้แนวคิดและเป็นแบบอย่างที่ดีในการดำรงชีวิตของผู้วิจัย และขอขอบคุณ คุณอัญชลี ศรีสมบัติ ภรรยาที่คอยให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดเวลา

บัญชา ศรีสมบัติ

มีนาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลังความเป็นมาของการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	2
วิธีการวิจัย เครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	2
นิยามศัพท์.....	3
กรอบแนวความคิดการวิจัย	4
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการพยากรณ์.....	5
การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน.....	12
แนวคิดและเทคนิคเกี่ยวกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบ Box - Jenkins.....	14
การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการปรับให้เรียบ.....	24
การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์.....	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพยากรณ์	27
3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	31
หน่วยที่ใช้วิเคราะห์.....	31
เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้.....	31
การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล.....	33
การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์.....	33
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	33
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
ตอนที่ 1 ลักษณะของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์.....	36
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
1. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน	38
2. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ แบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์.....	41
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธี Box - Jenkins.....	43
ตอนที่ 3 การพยากรณ์และการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์..	48
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	49
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	49
วิธีดำเนินการวิจัย.....	49
สรุปผลการวิจัย.....	50
อภิปรายผลการวิจัย	52
ข้อเสนอแนะของการวิจัย.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	57
ภาคผนวก ก ผลลัพธ์จากการหาค่าแนวโน้มของข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การ ถดถอย.....	58
ภาคผนวก ข แสดงค่าพยากรณ์ (\hat{Y}) ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 ด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน ด้วยตัวแบบการคูณ	59
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ แบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์.....	60

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ง	แสดงค่าพยากรณ์ (\hat{Y}) ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2543 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของ วินเตอร์ เมื่อ $\alpha = 0.17$, $\gamma = 0.00$ และ $\delta = 0.00$ และใช้ค่าดัชนีฤดูกาล จากการคำนวณด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม	61
ภาคผนวก จ	ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของ Box – Jenkins ด้วยรูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1) ₁₂	62
ภาคผนวก ฉ	แสดงค่าพยากรณ์ (\hat{Y}) ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของ Box – Jenkins รูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1) ₁₂	64
ภาคผนวก ช	กราฟเส้นเปรียบเทียบระหว่าง ค่าไฟฟ้าจริง , ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วน ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ และค่าพยากรณ์ด้วย Box – Jenkins	65
ภาคผนวก ซ	ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์(MAPE) ของการพยากรณ์ แบบแยกส่วน การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์และการพยากรณ์ ด้วยวิธี Box – Jenkins	66
ประวัติผู้วิจัย.....		67

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	แสดงการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 7 วิธีตามปัจจัยต่างๆ	11
4.1	ค่าไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 (หน่วย : บาท)	36
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์แนวโน้มค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย.....	38
4.3	แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนร้อยละต่อค่าแนวโน้ม และค่าดัชนีฤดูกาลจริงที่ปรับแล้วของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.....	39
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ และ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่น้อยที่สุด 10 ลำดับ ด้วยวิธีการเอกซ์โพเนนเชียล ของวินเตอร์.....	41
4.5	แสดงค่าสหสัมพันธ์และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_t) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.....	43
4.6	แสดงค่าสหสัมพันธ์บางส่วน และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (r_{kk}) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.....	44
4.7	แสดงค่าสหสัมพันธ์และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_t) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เมื่อหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง...	45
4.8	แสดงค่าสหสัมพันธ์บางส่วน และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (r_{kk}) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เมื่อหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	46
4.9	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าประมาณรูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1) ₁₂ ของค่าใช้จ่ายไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550.....	47
4.10	การพยากรณ์และการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์ระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551.....	48

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	34
4.1 กราฟเส้นแสดงค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่าง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550	37

บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลังความเป็นมาของการวิจัย

จากสถานการณ์การใช้พลังงานทรัพยากรธรรมชาติ อย่างไม่ประหยัดใช้ในปัจุบัน ทำให้รัฐบาลได้พยายามรณรงค์ให้หน่วยงานของทั้งภาครัฐและภาคเอกชนลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานทุกชนิดอย่างน้อย ร้อยละ 5 ต่อปี ซึ่งทุกหน่วยงานได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี แต่ทั้งนี้ก็มีบางหน่วยงานที่ไม่สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การขยายตัวขององค์กร การไม่ให้ความร่วมมือของบุคคลในองค์กร เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น เป็นแหล่งค้นคว้า หาความรู้ในศาสตร์และสาขาต่างๆ ที่หลากหลาย โดยสามารถกล่าวได้ว่าเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่ชี้นำชุมชนท้องถิ่นในเขตภาคเหนือตอนล่าง และจากสถานการณ์การใช้พลังงานโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งแม้จะมีการรณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้า แต่ก็ไม่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ และทั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ ยังไม่มีการกำหนดแผนการใช้จ่ายและแผนรองรับค่าใช้จ่าย ซึ่งจะเกิดขึ้นในอนาคต และจากอดีตที่ผ่านมา การกำหนดแผนสำหรับค่าใช้จ่ายล่วงหน้าจะเป็นการนำ ข้อมูลจากอดีตมาเป็นฐานสำหรับการคิดค่าใช้จ่าย โดยที่รัฐบาลสนับสนุนงบประมาณค่าใช้จ่ายดังกล่าวจำนวนร้อยละ 75 ของ งบประมาณจากปีที่ผ่านมา ซึ่งจะเห็นได้ว่างบประมาณอุดหนุนของรัฐบาลจะลดลงทุกปี จึงมีผลให้มหาวิทยาลัยฯ ต้องแบกรับค่าใช้จ่ายส่วนที่เกินจากงบประมาณที่ได้รับ และในอนาคตค่าใช้จ่ายดังกล่าวมหาวิทยาลัยฯ จะต้องเป็นผู้จ่ายเองทั้งหมด

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำหลักการพยากรณ์เชิงปริมาณ โดยนำตัวแบบอนุกรมเวลา รูปแบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยฯ ทั้งนี้เพื่อจัดสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนการใช้จ่ายด้านไฟฟ้าล่วงหน้าของทางมหาวิทยาลัยฯ และยังสามารถเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อลด ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของแบบจำลองการพยากรณ์ ซึ่งได้จากเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา จากค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
- 2.2 เพื่อนำแบบจำลองการพยากรณ์ข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ประกอบการวางแผนค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามในอนาคต

3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 3.1 ได้แบบจำลองข้อมูลอนุกรมเวลาของค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้าที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
- 3.2 สามารถนำแบบจำลองข้อมูลอนุกรมเวลา มาใช้ประกอบการวางแผนเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้า ซึ่งจะเกิดขึ้นในอนาคต
- 3.3 สามารถวางแผนลดค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคไฟฟ้าได้
- 3.4 เป็นแบบอย่างสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลอนุกรมเวลา

4. วิธีการวิจัยเครื่องมือที่ใช้และสถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ขอบเขตของการศึกษาและแหล่งที่มาของข้อมูล

(1) ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำแนกตามรายเดือน โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

(2) แหล่งที่มาของข้อมูล

ฝ่ายตรวจสอบภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

4.2 วิธีการวิจัย

- (1) รวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในแต่ละเดือนของแต่ละปีจากข้อมูลที่พอมืออยู่ โดยขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักแผนและพัฒนาและฝ่ายตรวจสอบภายใน
- (2) ทำการสร้างสมการพยากรณ์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel
- (3) เปรียบเทียบสมการพยากรณ์รูปแบบต่างๆ ที่สามารถคำนวณได้
- (4) นำสมการพยากรณ์มาทดลองใช้กับข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสม และความถูกต้องของการพยากรณ์

(5) ปรับปรุงสมการพยากรณ์ ในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนสูง

(6) นำเสนอฝ่ายแผนและพัฒนา และฝ่ายตรวจสอบภายใน

(7) จัดพิมพ์รูปเล่มงานวิจัย

4.3 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

(1) ฝ่ายตรวจสอบภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

(2) กองแผนและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

(3) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

4.4 สถิติที่ใช้

(1) เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วน หรือ อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก
(Decomposition or Classical Method)

(2) เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ (Smoothing Method)

(3) เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

(4) การทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยร้อยละความ
คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error : MAPE)

5. นิยามศัพท์

5.1 การพยากรณ์

หมายถึง การคาดคะเนหรือการทำนายเหตุการณ์ หรือสภาพการณ์ต่างๆ ในอนาคต โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ ความรู้ความสามารถของผู้พยากรณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต มาทำการศึกษาดังแนวโน้มหรือรูปแบบของการเกิดเหตุการณ์ในอนาคต

5.2 ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้า

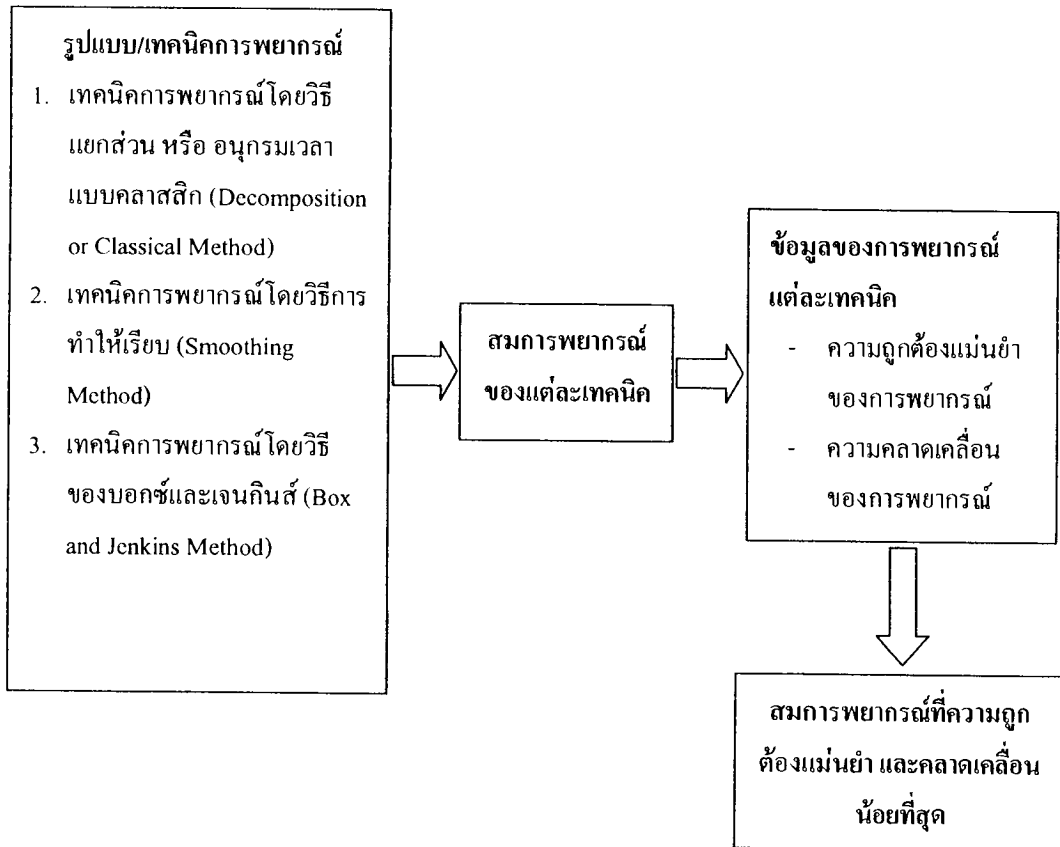
หมายถึง ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าซึ่งมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำเป็นต้องจ่ายให้กับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

5.3 เทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลา

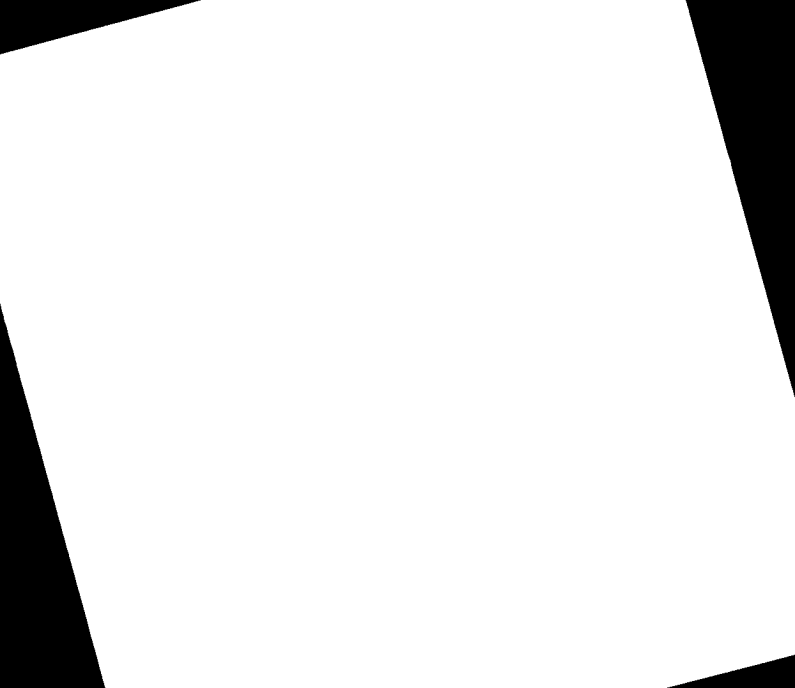
หมายถึง กระบวนการสร้างรูปแบบ (Model) การพยากรณ์ข้อมูลที่สนใจ โดยกำหนดให้ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) คือค่าของเวลา และตัวแปรตามเป็นค่าที่ต้องการพยากรณ์

6. กรอบแนวความคิดการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้ เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยกำหนดให้ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) เป็นเวลา ซึ่งกำหนดตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 และตัวแปรตามเป็นค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพยากรณ์

1.1 ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์

การพยากรณ์ (forecasting) หมายถึง การคาดคะเนหรือการทำนายการเกิดเหตุการณ์ หรือสภาพต่าง ๆ ในอนาคต โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ ความรู้ความสามารถของผู้พยากรณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต มาทำการศึกษาถึงแนวโน้มหรือรูปแบบของการเกิดเหตุการณ์ในอนาคต การพยากรณ์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการวางแผนและการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานของบุคคลทุกอาชีพและขององค์กรต่าง ๆ เช่น การวางแผนเกี่ยวกับลูกค้า การส่งออก การเกษตร การสาธารณสุข ทั้งนี้เพราะว่าการวางแผนและการตัดสินใจต่างก็เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งโดยทั่วไปเหตุการณ์ในอนาคตเป็นสิ่งที่ควบคุมไม่ได้ เพราะฉะนั้นการพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตจึงมีความจำเป็นอย่างมากแก่ผู้บริหารจะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนและการตัดสินใจ อีกประการหนึ่งในปัจจุบันนี้เป็นยุคโลกาภิวัตน์มีการพัฒนาข้อมูลข่าวสารด้านสารสนเทศและเทคโนโลยีกันมากขึ้น การวางแผนและการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจต่าง ๆ จะมีความซับซ้อนมากขึ้น การพยากรณ์ย่อมเข้ามามีบทบาทขึ้นในทุกวันนี้ (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม , 2546)

การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเน หรือการทำนายการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต โดยการพยากรณ์จะทำการศึกษาแนวโน้มและรูปแบบการเกิดของเหตุการณ์ หรือจากสภาพการณ์ของข้อมูลในอดีตและ/หรือใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และวิจารณญาณของผู้พยากรณ์ การพยากรณ์มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผน และการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการของบุคคลทุกอาชีพ ไม่ว่าจะองค์กรนั้นจะเล็กหรือใหญ่ องค์กรของรัฐหรือเอกชน หากนักวางแผนหรือผู้ตัดสินใจในองค์กรทราบว่าจะเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ใดจะเกิดขึ้นหรืออาจจะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่งจะทำให้การวางแผนหรือการตัดสินใจในการดำเนินงานเป็นไปได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามการเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์หนึ่งเป็นการเกิดภายใต้ความไม่แน่นอน ดังนั้นการพยากรณ์ที่ให้ความถูกต้องสูงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง (ทรงศิริ แด่สมบัติ, 2539 (อ้างจาก ประภัสสร เพ็ญน้อย, 2547))

1.2 ปัจจัยที่ทำให้การพยากรณ์ได้รับความนิยม

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม (2546) ได้ทำการศึกษาและอธิบายถึงปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้การพยากรณ์ได้รับความนิยม ดังนี้

1. การลงทุนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนมากย่อมมีขนาดความผิดพลาดที่เกิดจากการวางแผนและการตัดสินใจดำเนินงานมากขึ้น ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงเนื่องจากความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่ให้ความถูกต้องมากที่สุด
2. สภาพสังคม และสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันมีความซับซ้อน และมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว การศึกษารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันในเชิงเหตุและผลจึงมีความจำเป็นมากขึ้น
3. มีผู้คิดค้นและพัฒนาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบกับผู้พยากรณ์ซึ่งอาจจะเป็นนักสถิติ นักเศรษฐศาสตร์ก็พบมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการพยากรณ์มากขึ้นทำให้เทคนิคการพยากรณ์ได้รับความนิยมมากขึ้น
4. การพัฒนาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลและทำการประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการพยากรณ์ทำให้การพยากรณ์ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลง มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือได้มากขึ้น

1.3 ประโยชน์การนำการพยากรณ์มาใช้

Francis X. Diebold (2544) (อ้างจาก ประภัสสร เพ็งน้อย, 2547) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการพยากรณ์และประโยชน์ในการนำไปใช้ คือ การพยากรณ์สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจซึ่งมีประโยชน์มากมายดังต่อไปนี้

การพยากรณ์ใช้สำหรับการวางแผนงานและควบคุมการดำเนินงานของธุรกิจในด้านการพยากรณ์ยอดขายช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการด้านสินค้าคงคลังและแผนงานการผลิต ซึ่งดีพอ ๆ กับกลยุทธ์การวางแผนแนวผลิตภัณฑ์ การเข้าสู่ตลาดใหม่ หน่วยธุรกิจใช้การพยากรณ์ช่วยตัดสินใจว่าจะผลิตสินค้าชนิดใด จะผลิตเมื่อไร และจะผลิตที่ไหน ธุรกิจจะใช้การพยากรณ์ช่วยพยากรณ์ยอดขายในอนาคตและพยากรณ์ต้นทุนปัจจัยการผลิตในอนาคต

การเก็งกำไรตลาดการเงิน นักเก็งกำไรในสินทรัพย์จะสนใจในการพยากรณ์ผลตอบแทนของสินทรัพย์ (ผลตอบแทนของต้นทุน , อัตราดอกเบี้ย , อัตราการแลกเปลี่ยน , และราคาของสินค้า) และได้มีข้อโต้แย้งที่ไม่สิ้นสุดเกี่ยวกับความสำเร็จของการพยากรณ์ผลตอบแทนของสินทรัพย์นั้นว่ายากเกินที่จะพยากรณ์ได้เพราะถ้าหากการพยากรณ์ทำได้โดยง่ายแล้วทุกคนก็จะรวย

ได้อย่างรวดเร็ว เครื่องมือของการพยากรณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็จเพียงเล็กน้อยในตลาดการเงิน แต่จะสร้างประโยชน์จากการใช้เทคนิคและประสบการณ์ใหม่ๆ ได้

ตัวอย่างงานที่สามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (สมเกียรติ เกตุเยี่ยม, 2546)

1. ในระบบการค้าปลีก การพยากรณ์ยอดขายจะช่วยให้การวางแผนส่งเสริมการขาย สินค้า ให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากนี้การพยากรณ์ยอดขายสินค้ายังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการควบคุมและรักษา ส่วนแบ่งตามตลาดให้มีความต่อเนื่องอีกด้วย

2. การจัดการด้านสินค้าคงคลัง พยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงระยะเวลาที่ต้องการ เพื่อสั่งสินค้าเข้าสต็อกด้วยจำนวนที่เหมาะสม

3. การจัดการด้านการผลิต พยากรณ์ความต้องการใช้สินค้าในอนาคตเพื่อนำมาวางแผนการผลิตและการจัดการรายการผลิตสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

4. การจัดการด้านการเงิน พยากรณ์รายได้และรายจ่ายในอนาคต สามารถนำมาวางแผนใช้งบประมาณในโครงการต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การจัดการด้านกำลังคน พยากรณ์ปริมาณงานที่จะต้องทำในอนาคต สามารถนำมาวางแผนด้านการเตรียมกำลังคนและอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับปริมาณงานได้

6. ในด้านเศรษฐกิจ ภาครัฐจะนำเทคนิคการพยากรณ์ไปพยากรณ์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ การคาดคะเนความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ภาวะเงินเฟ้อ การเก็บภาษี ความต้องการด้านพลังงาน เป็นต้น

1.4 การจำแนกเทคนิคการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์สามารถจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่มดังนี้

1. เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถ หรือวิจรรณญาณของผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญที่จะพยากรณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง การพยากรณ์แบบนี้จะไม่มีรูปแบบ กฎเกณฑ์หรือสูตรที่ใช้ในการคำนวณที่แน่นอน และอาจจะขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับข้อมูลในอดีตก็ได้ ตัวอย่างเทคนิคการพยากรณ์แบบนี้ได้แก่ เทคนิคการพยากรณ์โดยใช้วิจรรณญาณ เทคนิคการพยากรณ์โดยใช้วิธีการค้นหา เป็นต้น

2. เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นการพยากรณ์ที่ต้องอาศัยความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และสถิติไปสร้างรูปแบบหรือสมการพยากรณ์เพื่อจะพยากรณ์ข้อมูลหรือเหตุการณ์ในอนาคต ดังนั้นการพยากรณ์แบบนี้จะต้องมีการใช้ข้อมูลในอดีตที่ผ่านมา ข้อมูลในอดีตจะต้อง

อยู่ในรูปของตัวเลขหรือสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ และจะต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะทำให้การพยากรณ์แบบนี้มีความเชื่อถือได้มาก เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (time series models) และเทคนิคการพยากรณ์แบบเป็นเหตุเป็นผล (causal models or explanatory models)

2.1 เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีตมาพิจารณาว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลดังกล่าวเมื่อเวลาเปลี่ยนไปมีลักษณะอย่างไร มีการเคลื่อนไหวมากน้อยเพียงใด โดยมีข้อมูลสมมติว่าแผนแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอนาคตจะไม่แตกต่างจากแผนแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอดีต เทคนิคหรือวิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังนี้

2.1.1 วิธีแบบง่าย ๆ

วิธีนี้ค่าพยากรณ์ในอนาคตจะมีค่าเป็นส่วนส่วนของข้อมูลตัวล่าสุดหรือค่าสังเกตล่าสุดซึ่งสัดส่วนอย่างไรนั้นผู้พยากรณ์จะเป็นผู้กำหนดขึ้นมา

2.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน

วิธีนี้ค่าพยากรณ์ได้จากการรวมส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ซึ่งได้แก่ ค่าแนวโน้ม ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ค่าความผันแปรตามวัฏจักร และค่าความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2.1.3 เทคนิคการทำให้เรียบ

วิธีการพยากรณ์นี้ ค่าพยากรณ์ในอนาคตจะขึ้นอยู่กับค่าสังเกตในอดีตโดยมีการให้น้ำหนักกับค่าสังเกตในอดีตที่แตกต่างกันออกไป

2.1.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box and Jenkins Method) เป็นการพยากรณ์ที่ต้องหารูปแบบที่เหมาะสมให้กับข้อมูลในอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function , ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (partial autocorrelation function , PCAF) วิธีการสร้างรูปแบบดังกล่าวจะอยู่ในรูปของ ARIMA (p,d,q) ซึ่งเป็นรูปแบบที่กำหนดว่าค่าพยากรณ์ในอนาคตเป็นค่าที่ได้จากค่าสังเกตหรือค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ก่อนหน้านี้

2.1.5 การพยากรณ์แบบปรับได้

การพยากรณ์แบบปรับได้ เป็นการพยากรณ์ที่พัฒนามาจากวิธีการพยากรณ์การทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีการแบบนี้จะมีการกำหนดค่าคงที่การทำให้เรียบขึ้นมาใหม่ในแต่ละครั้งของการพยากรณ์ค่าสังเกต ตามลักษณะความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริง

2.2 เทคนิคการพยากรณ์แบบเป็นเหตุเป็นผล การพยากรณ์วิธีนี้จะเป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์หรือเรียกว่า ตัวแปรตาม กับตัวแปรที่มีอิทธิพลหรือมีผลกระทบต่อตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ ตัวแปรดังกล่าวเราเรียกว่า ตัวแปรอิสระ สำหรับตัวแบบที่นิยมใช้กันมากคือ ตัวแบบการถดถอย และตัวแปรแบบเศรษฐมิติ สำหรับการพยากรณ์ด้วยการหาความสัมพันธ์แบบนี้ สามารถจะใช้พยากรณ์ได้ทุกช่วงเวลา และจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์ค่อนข้างมาก

2.2.1 ตัวแบบการถดถอย

ตัวแบบการถดถอยเป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ว่ารูปแบบความสัมพันธ์นั้นควรจะเป็นแบบใดโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต ทั้งนี้เพื่อให้ได้รูปแบบ(สมการการถดถอย) ไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป ตัวแบบการถดถอยดังกล่าวมีข้อจำกัดที่ว่า ในการวิเคราะห์จะสมมติว่าตัวแปรอิสระที่กำลังนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับตัวแปรตามนั้นจะต้องมีตัวแปรที่สัมพันธ์กับตัวแปรตามเท่านั้นจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ

2.2.2 ตัวแบบเศรษฐมิติ

ตัวแบบเศรษฐมิติ จะเป็นตัวแบบที่ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกัน กล่าวคือเป็นตัวแบบคล้ายกับตัวแบบการถดถอย เพียงแต่ตัวแปรอิสระที่เรา กำลังศึกษากันแทนที่จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพียงอย่างเดียว ตัวแปรอิสระเหล่านั้นอาจจะมี ความสัมพันธ์กันกับตัวแปรอื่น ๆ ที่เราไม่ได้นำมาศึกษา

1.5 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกเทคนิคการพยากรณ์

การเลือกเทคนิคการพยากรณ์แต่ละวิธีผู้พยากรณ์จะต้องพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์แต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน ระยะเวลาที่สั้นสามารถแบ่งออกเป็นดังนี้

- ระยะเวลาสั้นมาก ปกติจะไม่เกิน 1 เดือน
- ระยะเวลาสั้น ปกติ 1 – 3 เดือน
- ระยะเวลาปานกลาง ปกติ 3 เดือนถึง 2 ปี
- ระยะเวลายาวนาน ปกติมากกว่า 2 ปี ขึ้นไป

2. ลักษณะของข้อมูลและจำนวนข้อมูลที่มีอยู่ เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ผู้พยากรณ์จะต้องนำมาพิจารณาในการเลือกวิธีการพยากรณ์

3. ความถูกต้องหรือความแม่นยำของการพยากรณ์ คือ ค่าที่พยากรณ์ได้มีความแตกต่างจากค่าจริงมากน้อยเพียงใด ถ้าแตกต่างกันน้อยแสดงว่าการพยากรณ์ค่อนข้างจะแม่นยำสูง แต่ถ้าความแตกต่างมากแสดงว่าการพยากรณ์ไม่มีความแม่นยำ หรือมีความคลาดเคลื่อนสูง

4. ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหาข้อมูล ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการพยากรณ์ตั้งแต่สร้างรูปแบบจนถึงหาค่าพยากรณ์สมการพยากรณ์

5. ความยากง่ายของการพยากรณ์ โดยปกติแล้วผู้พยากรณ์กับผู้ที่น่าผลการพยากรณ์ไปใช้จะเป็นคนละคนกัน ผู้พยากรณ์จะต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการแปลผลหรืออธิบายผลลัพธ์ให้กับผู้บริหารหรือผู้ที่จะนำไปใช้หากวิธีการพยากรณ์ยุ่งยาก ซับซ้อนหรือเน้นวิชาการมากเกินไป อาจจะทำให้ผู้บริหารหรือผู้นำไปใช้เกิดความไม่เข้าใจและไม่แน่ใจว่าในทางปฏิบัติจะนำไปใช้ได้จริงหรือไม่

6. โปรแกรมสำเร็จรูป ปัจจุบันได้มีผู้คิดค้นโปรแกรมที่ใช้พยากรณ์ไว้หลายแบบ เช่น โปรแกรม SPSS โปรแกรม SAS โปรแกรม Minitab เป็นต้น โปรแกรมสำเร็จรูปแต่ละโปรแกรมจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ผู้พยากรณ์จะต้องเลือกใช้โปรแกรมที่ตรงกับงานของตัวเองให้มากที่สุดและความสามารถของตงเองในการแปลผลลัพธ์ด้วย

7. เวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้ ปัจจัยแรกคือวิธีการพยากรณ์ ถ้าเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ยุ่งยากและซับซ้อนเวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์จะต้งมาก ถ้าวิธีการพยากรณ์ง่ายการพยากรณ์ไม่ยุ่งยากเวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ก็จะน้อย ปัจจัยที่สองคือ ผู้พยากรณ์หรือหน่วยงานที่ต้องการพยากรณ์เหตุการณ์หลาย ๆ เหตุการณ์ พร้อม ๆ กัน เวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ก็จะต้งมากตามไปด้วย

ตารางต่อไปนี้เป็นตารางที่แสดงการเปรียบเทียบการพยากรณ์เชิงปริมาณ 7 วิธี ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีของโฮลต์ และวินเตอร์วิธีแบบแยกส่วน วิธีของบอชเชนกินส์ การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ การวิเคราะห์แบบเศรษฐมิติ และวิธีของบอชเชนกินส์แบบพหุคูณ โดยเปรียบเทียบตามปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ เวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ ลักษณะของข้อมูล ขนาดข้อมูลที่ต้องการ ความยากง่ายการพยากรณ์ และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 7 วิธีตามปัจจัยต่าง ๆ

ปัจจัย	วิธีการพยากรณ์						
	SIMPLE EXPONENTIAL SMOOTHING	HOLT-WINTERS SMOOTHING	DECOMPOSITION	BOX AND JENKINS	MULTIPLE REGRESSION	ECONOMETRIC	MULTIPLE BOX AND JENKIN
1. ระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์							
- ระยะเวลาสั้นมาก	x	x	x	x	-	-	-
- ระยะเวลาสั้น	x	x	x	x	x	x	x
- ระยะเวลาปานกลาง	-	-	-	-	x	x	x
- ระยะเวลายาวนาน	-	-	-	-	x	x	x
2. เวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ (1 - สั้นที่สุด, 7 - ยาวที่สุด)	1	2	3	4	5	7	6
3. ลักษณะของข้อมูล							
คงที่	x	-	x	x	-	-	x
แนวโน้ม	-	x	x	x	x	x	x
ฤดูกาล	-	x	x	x	x	x	x
วัฏจักร	-	-	x	-	x	x	-
4. ขนาดข้อมูลที่ต้องการแนวโน้ม (S - ช่วงฤดูกาล) ฤดูกาล	10	15	30	30	30	น้อย	60
	-	2(S)	6(S)	6(S)	6(S)	100	8(S)
5. ความยากง่ายของการพยากรณ์ (1 - ง่ายที่สุด, 7 - ยากที่สุด)	1	2	3	4	5	7	6
6. ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ (1 - น้อยที่สุด, 7 - มากที่สุด)	1	2	3	5	4	7	6

ที่มา : สมเกียรติ เกตุเอี่ยม (2546). เทคนิคการพยากรณ์. หน้า 7.

2. การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน เป็นวิธีการพยากรณ์วิธีหนึ่งที่เก่าแก่ที่สุด ผู้ที่บุกเบิกนำเทคนิคนี้มาใช้คือ นักเศรษฐศาสตร์ ซึ่งถูกสร้างขึ้นใน ค.ศ. 1920 โดยนักเศรษฐศาสตร์กลุ่มนี้เขาแยกอนุกรมเวลาออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่าแนวโน้ม ความผันแปรตามฤดูกาล ความผันแปรตามวัฏจักร และ ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

ความหมายของอนุกรมเวลา

อนุกรมเวลา (time series) หมายถึง ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกตที่เก็บรวบรวมตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูลจะห่างเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ แต่ส่วนใหญ่ช่วงเวลาระหว่างเท่ากัน ช่วงเวลาอาจจะเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปีก็ได้ เช่น ยอดขายสินค้าแผนกซูเปอร์มาร์เก็ต ของห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง ยอดขายอาจจะเป็นรายวัน รายเดือน รายปีก็ได้ หรืออาจจะเป็นราคาหุ้นของธนาคารกสิกรไทยที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลาประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 อย่างคือ

1. แนวโน้ม (Trend สัญลักษณ์ที่ใช้คือ T)

หมายถึงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวว่าน่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง และลักษณะแนวโน้มอาจจะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ ระยะเวลาที่จะทำให้สามารถเห็นแนวโน้มส่วนใหญ่ควรจะไม่ต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา เช่น ต้องการศึกษแนวโน้มของยอดขายรายเดือนของสินค้าชนิดหนึ่ง เราควรจะต้องเก็บข้อมูลอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 10 เดือน การอธิบายแนวโน้มนั้นจะอธิบายจากเส้นที่เราเรียกว่า เส้นแนวโน้ม และค่าที่ได้จากแนวโน้มเราเรียกว่า ค่าแนวโน้ม ลักษณะเด่นของเส้นแนวโน้มคือจะต้องเรียบไม่มีการหักมุม ณ. ที่ใด ๆ ของเส้นแนวโน้ม ไม่ว่าเส้นแนวโน้มจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ตาม

2. ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation สัญลักษณ์ที่ใช้คือ S)

หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งจะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี โดยทั่วไปช่วงเวลาในที่นี้หมายถึงสภาพภูมิอากาศ วัฒนธรรม สภาพสังคม หรือเทศกาลต่าง ๆ ก็ได้ เช่น รายได้ของบริษัทขนส่ง จำกัด จะเพิ่มขึ้นมากในช่วงเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน เพราะว่าในทุก ๆ ปี ช่วงเวลาดังกล่าวจะเป็นช่วงเวลาของการปิดภาคเรียนของสถานบันศึกษาของประเทศเรา และมีเทศกาลสงกรานต์ คนนิยมเดินทางไปเที่ยวภูมิลำเนาเดิม

3. ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation สัญลักษณ์ที่ใช้คือ C)

หมายถึงการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กัน คล้ายกับความผันแปรตามฤดูกาล ต่างกันที่ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวของข้อมูลจะมีระยะเวลานานกว่า หนึ่งปี เช่น 10 ปีขึ้นไป โดยทั่วไปความผันแปรตามวัฏจักรมักจะพบในวัฏจักรของธุรกิจ ซึ่งวัฏจักรของธุรกิจ มักจะมีแผนแบบของการเปลี่ยนแปลงเป็น 4 ระยะ คือ ระยะเจริญรุ่งเรือง ระยะถดถอยหรือระยะจกังัน ระยะตกต่ำหรือหยุดอยู่กับที่ ระยะฟื้นตัว

4. ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Variation สัญลักษณ์ที่ใช้คือ I)

หมายถึงการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของเหตุการณ์ที่เราไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ล่วงหน้า เช่น เหตุการณ์น้ำท่วม ภูเขาไฟระเบิด การจลาจล ภัยพิบัติ การประกาศนัดหยุด

ตัวแบบอนุกรมเวลา

สำหรับตัวแบบการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนนั้น ตัวแบบที่นิยมใช้กันมากมี 2 ตัวแบบคือ

1. ตัวแบบการบวก (Additive Model)

กำหนดให้ $Y = T + S + C + I$

โดยที่ $Y =$ อนุกรมเวลา

$T =$ แนวโน้ม

$S =$ ความผันแปรตามฤดูกาล

$C =$ ความผันแปรตามวัฏจักร

$I =$ ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

ตัวแบบการบวกของอนุกรมเวลาเกิดขึ้นจากแนวความคิดที่ว่าส่วนประกอบทั้งสี่ของอนุกรมเวลาจะต้องเป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะมีเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะไม่มีผลกระทบต่อค่าเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบอื่นๆที่เหลือ

2. ตัวแบบการคูณ (Multiplicative Model)

กำหนด $Y = T \times S \times C \times I$

ตัวแบบการคูณของอนุกรมเวลาเกิดขึ้นจากแนวความคิดที่ว่า ส่วนประกอบทั้งสี่ของอนุกรมเวลาจะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่เป็นอิสระต่อกัน นั่นก็หมายความว่า ถ้าส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะมีเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะมีผลกระทบต่อค่าเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบอื่นๆที่เหลือ ตัวแบบการคูณนี้มักนิยมใช้กับข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ จะมีผลกระทบ

ต่อไปจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ในระบบธนาคารไม่ว่าอัตราดอกเบี้ยจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะกระทบต่อบัจจัยอื่น ๆ อีกมากในทางธุรกิจ

ข้อสังเกต

1. ค่าอนุกรมเวลาแต่ละค่าไม่จำเป็นต้องประกอบด้วย 4 ส่วนเสมอไป ค่าบางค่าอาจจะประกอบไปด้วยแนวโน้มอย่างเดียว บางค่าอาจจะประกอบไปด้วยแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล เป็นต้น

2. ในกรณีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายปี ค่าอนุกรมเวลาจะไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล (S) ดังนั้นตัวแบบการบวกจะเป็น $Y = T+C+I$ และตัวแบบการคูณจะเป็น $Y = T \times C \times I$

3. แนวคิดและเทคนิคเกี่ยวกับเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบ Box – Jenkins

3.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์แอนเจินกินส์

การพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์แอนเจินกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่พัฒนาโดยนักสถิติผู้มีชื่อเสียงสองท่านคือ George E.P.Box และ Gwilym M.Jenkins ในปี ค.ศ. 1970 โดยการพยากรณ์จะนำอนุกรมเวลาในอดีตมาพยากรณ์อนุกรมเวลาในอนาคต วิธีนี้จะให้ค่าพยากรณ์ที่มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงกว่าวิธีอื่น ๆ ในการพยากรณ์ระยะสั้น (short term forecasting)

ลักษณะที่สำคัญของการพยากรณ์แบบบ็อกซ์แอนเจินกินส์ (สุทธิตา นพดลธิยากุล, 2541)

1. การพยากรณ์ระยะสั้น การพยากรณ์แบบบ็อกซ์แอนเจินกินส์ จะใช้ทำการพยากรณ์ระยะสั้น เพราะรูปแบบของการพยากรณ์จะให้ความสำคัญกับอนุกรมเวลาที่อยู่ใกล้เวลาพยากรณ์มากกว่าอนุกรมเวลาที่อยู่ไกลเวลาพยากรณ์ ดังนั้นการพยากรณ์ระยะเวลายาวอาจทำให้เชื่อถือได้น้อยมากกว่าการพยากรณ์ระยะสั้น เช่น ให้ Z_t เป็นอนุกรมเวลาและรูปแบบของการพยากรณ์ได้ว่า Z_t มีความสัมพันธ์กับ Z_{t-1} ให้ n เป็นเวลาสุดท้ายของข้อมูล เมื่อต้องการพยากรณ์ Z_{n+1} ซึ่งเป็นการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา ก็ใช้ Z_n การพยากรณ์ และถ้าต้องการพยากรณ์ Z_{n+2} ซึ่งเป็นการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา จึงต้องใช้ Z_{n+1} ในการพยากรณ์แต่ค่า Z_{n+1} ยังไม่เกิดขึ้น จึงต้องใช้ค่าพยากรณ์ของ Z_{n+1} แทน ซึ่งทำให้เชื่อถือได้น้อย

2. ชนิดของอนุกรมเวลา อนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์แบบบ็อกซ์แอนเจินกินส์ เป็นได้ทั้งตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็ม หรือมีจุดทศนิยม อย่างไรก็ตามอนุกรมเวลาจะต้องเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เท่ากัน

3. ขนาดของอนุกรมเวลาบอช้แอนด์เจนกินส์ ได้เสนอว่า ควรจะใช้อนุกรมเวลาอย่างน้อย 50 ตัว แต่บางครั้งอาจจะใช้น้อยกว่านี้ก็ได้ สำหรับอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลควรจะใช้จำนวนมาก ๆ

4. อนุกรมเวลาคงที่ อนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์แบบบอช้แอนด์เจนกินส์จะต้องเป็นอนุกรมเวลาคงที่แต่ถ้าอนุกรมเวลาไม่คงที่ที่จะต้องหาผลต่างเพื่อเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่

3.2 การคงที่ของอนุกรมเวลา

การคงที่ของอนุกรมเวลา หมายถึง การที่อนุกรมเวลาอยู่ในสถานะสมดุลเชิงสถิติ ซึ่งก็คือ การที่คุณสมบัติทางสถิติของอนุกรมเวลาไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ลักษณะการคงที่ของอนุกรมเวลา แสดงได้ดังนี้

1. กำหนดให้ $Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k}$ เป็นอนุกรมเวลาที่เวลา $t, t+1, t+2, \dots, t+k$
2. กำหนดให้ $Z_{t+m}, Z_{t+m+1}, Z_{t+m+2}, \dots, Z_{t+m+k}$ เป็นอนุกรมเวลาที่เวลา $t+m, t+m+1, t+m+2, \dots, t+m+k$
3. กำหนดให้ $P(Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k})$ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k}$
4. กำหนดให้ $P(Z_{t+m}, Z_{t+m+1}, Z_{t+m+2}, \dots, Z_{t+m+k})$ เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $Z_{t+m}, Z_{t+m+1}, Z_{t+m+2}, \dots, Z_{t+m+k}$

จากข้อกำหนดข้างต้นทั้ง 4 ข้อ อนุกรมเวลา Z จะเป็นอนุกรมเวลาที่คงที่แบบเข้มเมื่อ

$$P(Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k}) = P(Z_{t+m}, Z_{t+m+1}, Z_{t+m+2}, \dots, Z_{t+m+k})$$

ซึ่งจะปรากฏเฉพาะในทางทฤษฎี ในทางปฏิบัติจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม แทนดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (μ) ที่เวลา t เท่ากับค่าเฉลี่ย (μ) ที่เวลา $t+m$ หรือ

$$E(Z_t), E(Z_{t+1}), E(Z_{t+2}), \dots, E(Z_{t+k})$$

2. ความแปรปรวน (σ_z^2) ที่เวลา t เท่ากับความแปรปรวนที่เวลา $t+m$ หรือ

$$E(Z_t - \mu)^2 = E(Z_{t+m} - \mu)^2$$

3. ความแปรปรวนร่วม (γ_k) ที่เวลา t กับ $t+k$ เท่ากับความแปรปรวนร่วมที่เวลา $t+k$ กับ $t+m+k$ หรือ

$$E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)] = E[(Z_{t+m} - \mu)(Z_{t+m+k} - \mu)]$$

การประมาณค่าเฉลี่ย (μ) จะประมาณด้วยค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่มีอยู่ (\bar{Z}) และประมาณความแปรปรวน (σ_z^2) ด้วยความแปรปรวนของอนุกรมเวลาที่มีอยู่ (S_z^2) โดย

$$\text{ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา } (\bar{Z}) = \frac{\sum_{i=1}^N z_i}{N}$$

$$\text{ความแปรปรวนของอนุกรมเวลา } (S_z^2) = \frac{\sum_{i=1}^N (z_i - \bar{Z})^2}{N}$$

สำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ จะหารูปแบบให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวไม่ได้ จะต้องแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ ที่มีคุณสมบัติคงที่เสียก่อน จึงจะหารูปแบบให้กับอนุกรมเวลาใหม่ได้ การแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่คงที่ จะทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. หาผลต่างของอนุกรมเวลา 2 ตัวที่ติดกัน ใช้สัญลักษณ์ ∇ เป็นผลต่างครั้งที่ 1 และ ∇^m เป็นผลต่างครั้งที่ m โดย

$$\nabla Z = Z_t - Z_{t-1}$$

$$\nabla^m Z = \nabla^{m-1} Z_t - \nabla^{m-1} Z_{t-1}$$

เนื่องจากในรูปแบบอนุกรมเวลาแบบบอซซ์แอนเจนกินส์ จะเขียนให้อยู่ในรูปของอนุกรมเวลาซ้อนหลัง จึงกำหนดสัญลักษณ์ซ้อนหลังเป็น B เรียกว่า Backward Shift Operator

$$\text{เมื่อ } BZ_t = Z_{t-1} \quad \text{และ}$$

$$B^m Z_t = Z_{t-m}$$

$$\text{จาก } \nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$$

$$\nabla Z_t = Z_t - BZ_t$$

$$\nabla Z_t = (1 - B)Z_t$$

$$\nabla = (1 - B)$$

เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่จะหาผลต่างครั้งที่ 1 ก่อนแล้วดูว่าอนุกรมเวลาของผลต่างครั้งที่ 1 เป็นอนุกรมเวลาคงที่หรือไม่ ถ้าไม่ก็จะหาผลต่างครั้งที่ 2 ต่อไป จนกระทั่งได้อนุกรมเวลาที่คงที่

2. หาผลต่างฤดูกาล ของอนุกรมเวลา ถ้าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม (Y_t) ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีฤดูกาล (Z_t) โดย $Z_t = \nabla_L^D Y_t$ โดย D เป็นลำดับของการหาผลต่าง และ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี ผลต่างนี้จะทำที่ครั้งขึ้นอยู่กับว่า เมื่อหาผลต่างแล้ว อนุกรมเวลาใหม่คงที่แล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นก็ต้องหาผลต่างต่อไป

3. หาผลต่างและผลต่างฤดูกาล กรณีที่อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล การปรับให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้น จะทำได้โดยหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป d และ D จะมีค่าเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือยัง เช่น อนุกรมรายเดือนที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล เมื่อ $d = 1$ และ $D = 1$ จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{z_t\}$ ซึ่ง $Z_t = \nabla \nabla_{12} Y_t$

3.3 ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง

ถ้าอนุกรมเวลาลงที่ จะได้ว่าความแปรปรวนร่วมในตัวเองของอนุกรมเวลาที่มีช่วงห่างเท่ากันจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งความแปรปรวนร่วมในตัวเองของ Z_t และ Z_{t+k} ที่ห่างกัน k หน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ γ_k โดยที่

$$\gamma_k = E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)]$$

ให้ ρ เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองโดยที่ $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$

เซตของ ρ_k ; $k = 0, 1, 2, \dots$ เรียกว่า ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 กับ 1

ในทางปฏิบัติจะประมาณค่าของ ρ_k จากอนุกรมเวลา Z_1, Z_2, \dots, Z_N การประมาณค่าของ ρ_k จะแทนด้วย r_k โดยที่

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^N (z_t - \bar{z})^2} \quad \text{หรือ} \quad r_k = \frac{C_k}{C_0}$$

$$\text{เมื่อ} \quad C_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{N}$$

$$\text{และ } C_0 = \frac{\sum_{t=1}^N (z_t - \bar{z})^2}{N}$$

\bar{z} เป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา Z_1, Z_2, \dots, Z_N

$$\bar{z} = \frac{\sum_{t=1}^N z_t}{N}$$

3.4 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง

ในการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์ในตัวเอง (r_k) Bartlett ได้ประมาณค่าความแปรปรวนของ $r_k; 1, 2, 3, \dots$ ของอนุกรมเวลาคงที่ ดังนี้

$$\text{Var}(r_k) = \frac{1 + 2 \sum_{j=1}^{k-1} r_j^2}{N}$$

ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ r_k มีค่าเท่ากับ

$$\text{SE}(r_k) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{j=1}^{k-1} r_j^2}{N}}$$

จะใช้ในการทดสอบนัยสำคัญของ r_k นั่นคือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้า $|r_k| \geq 1.96\text{SE}(r_k)$ แล้ว r_k จะมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ $r_k \neq 0$ และ r_k จะมีค่าเท่ากับ 0 ก็ต่อเมื่อ $|r_k| < 1.96\text{SE}(r_k)$

3.5 ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนใช้สัญลักษณ์ ρ_k การหาค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนทำได้โดยอาศัยสามการคูณ - วอคเกอร์ ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปเมตริกซ์ ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{j-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{j-2} \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{j-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \rho_{j-1} & \rho_{j-2} & \rho_{j-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_{k1} \\ \varphi_{k2} \\ \varphi_{k3} \\ \vdots \\ \varphi_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \\ \vdots \\ \rho_j \end{bmatrix}$$

ในทางปฏิบัติประมาณค่า ρ ด้วย r_j ; $1, 2, 3, \dots, k$ เช่น

เมื่อ $j = 1$; $\varphi_{11} = r_1$

$$j = 2 ; \begin{bmatrix} 1 & r_1 \\ r_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_{21} \\ \varphi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \varphi_{21} \\ \varphi_{22} \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 1 & -r_1 \\ -r_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix}}{1 - r_1^2}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{21} &= \frac{r_1 - r_2 r_1}{1 - r_1^2} \\ &= \frac{r_1 (1 - r_2)}{1 - r_1^2} \end{aligned}$$

$$\varphi_{22} = \frac{r_2 - r_1^2}{1 - r_1^2}$$

ในการคำนวณค่า φ_{kk} อาจใช้สูตรรีเคอร์ซีฟ (Recursive Formula) ดังนี้

$$\varphi_{p+1,j} = \varphi_{pj} - \varphi_{p+1,p+1} \varphi_{p,p+1-j} \quad ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, p$$

$$\varphi_{p+1,p+1} = \frac{r_{p+1} - \sum_{j=1}^p \varphi_{pj} r_{p+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^p \varphi_{pj} r_j}$$

3.6 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

ในการทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (ϕ_{kk}) Quenouille ได้ประมาณค่าความแปรปรวนของ ϕ_{kk} ดังนี้

$$\text{Var}(\phi_{kk}) = \frac{1}{N} \quad ; \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ ϕ_{kk} มีค่าเท่ากับ

$$\text{SE}(\phi_{kk}) = \sqrt{\frac{1}{N}}$$

จะใช้ในการทดสอบนัยสำคัญของ ϕ_{kk} นั่นคือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ถ้า $|\phi_{kk}| \geq 1.96\text{SE}(\phi_{kk})$ แล้ว ϕ_{kk} จะมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ $\phi_{kk} \neq 0$ และ ϕ_{kk} จะมีค่าเท่ากับ 0 ก็ต่อเมื่อ $|\phi_{kk}| < 1.96\text{SE}(\phi_{kk})$

3.7 รูปแบบอนุกรมเวลาแบบบอซซ์แอนเจนกินส์

รูปแบบอนุกรมเวลาแบบบอซซ์แอนเจนกินส์ มีรูปแบบดังต่อไปนี้

1. รูปแบบถดถอยในตัวเอง (Autoregressive models)

ใช้สัญลักษณ์ AR เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาคงที่ โดยสามารถกระจายอยู่ในรูปของอนุกรมเวลาที่ผ่านมา

ให้ $Z_t, Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots$ เป็นอนุกรมเวลา

$\tilde{Z}_t, \tilde{Z}_{t-1}, \tilde{Z}_{t-2}, \dots$ เป็นอนุกรมเวลาที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (μ)

โดยที่ $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + a_t$$

เรียกว่า กระบวนการถดถอยในตัวเองลำดับที่ p (Autoregressive process of order p) ใช้สัญลักษณ์ AR(p) โดยที่ a_t เรียกว่า สิ่งรบกวนอย่างสุ่ม (white noise) มีการแจกแจงแบบปกติที่เหมือนกันทุกเวลาและเป็นอิสระต่อกัน โดยมีค่าเฉลี่ย = 0 และความแปรปรวน = σ_a^2

รูปแบบนี้มีพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า $p+2$ ตัวคือ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \mu, \sigma_a^2$ ในทางปฏิบัติจะประมาณค่าเหล่านี้จากตัวอย่าง

$$\text{จาก } \tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{Z}_{t-p} + a_t$$

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 B \tilde{Z}_{t-1} + \phi_2 B^2 \tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p B^p \tilde{Z}_{t-p} + a_t$$

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 B \tilde{Z}_t - \phi_2 B^2 \tilde{Z}_t - \dots - \phi_p B^p \tilde{Z}_t = a_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \tilde{z}_t = a_t$$

ให้ $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$

ดังนั้น $\phi(B) \tilde{z}_t = a_t$

2. รูปแบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average model)

ใช้สัญลักษณ์ MA เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาคงที่ โดยสามารถกระจายอยู่ในรูปของ a_t ดังนี้

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ q (Moving average process of order q) ใช้สัญลักษณ์ MA(q) ซึ่งมีตัวพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า $q+2$ ตัวคือ

$$\begin{aligned} \text{จาก } \tilde{z}_t &= a_t - \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \\ &= a_t - \theta_1 B a_t + \theta_2 B^2 a_t - \dots - \theta_q B^q a_t \\ &= (1 - \theta_1 B + \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t \end{aligned}$$

ให้ $\theta(B) = 1 - \theta_1 B + \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$

ดังนั้น $\tilde{z}_t = \theta(B) a_t$

3. รูปแบบผสมการถดถอยในตัวเองและการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Mixed autoregressive – moving average models)

ใช้สัญลักษณ์ ARMA หมายถึง รูปแบบของอนุกรมเวลาคงที่ โดย Z_t สามารถกระจายให้อยู่ในรูปของอนุกรมเวลาที่ผ่านมาและ a_t นั่นคือ เป็นรูปแบบผสมของ AR และ MA ดังนี้

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

รูปแบบนี้เรียกว่า กระบวนการผสมการถดถอยในตัวเองและการเฉลี่ยเคลื่อนที่ ลำดับที่ (p,q) (Mixed autoregressive – moving average process of order (p,q)) ใช้สัญลักษณ์ ARMA (p,q) ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า $p+q+2$ ตัว คือ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q, \mu, \sigma^2$

จาก $\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$

$$\tilde{z}_t - \phi_1 \tilde{z}_{t-1} - \phi_2 \tilde{z}_{t-2} - \dots - \phi_p \tilde{z}_{t-p} = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

$$\begin{aligned} \tilde{z}_t - \phi_1 B \tilde{z}_t + \phi_2 B^2 \tilde{z}_t + \dots + \phi_p B^p \tilde{z}_t &= a_t - \theta_1 B a_t - \theta_2 B^2 a_t - \dots - \theta_q B^q a_t \\ (1 - \phi_1 B + \phi_2 B^2 + \dots + \phi_p B^p) \tilde{z}_t &= (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t \\ \text{เพราะฉะนั้น } \varphi(B) \tilde{z}_t &= \theta(B) a_t \end{aligned}$$

4. รูปแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Autoregressive integrated moving average models)

ใช้สัญลักษณ์ ARIMA เป็นรูปแบบของอนุกรมเวลาไม่คงที่ ในกรณี Z_t ไม่คงที่ จะใช้ผลต่างเพื่อเปลี่ยนให้ Z_t เป็นอนุกรมเวลาคงที่

ให้ W_t เป็นอนุกรมเวลาคงที่ เมื่อ

$$W_t = \Delta^d Z_t$$

ถ้า W_t สามารถกระจายอยู่ในรูปของอนุกรมเวลาที่ผ่านมา ดังนั้น

$$\tilde{w}_t = \phi_1 \tilde{w}_{t-1} + \phi_2 \tilde{w}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{w}_{t-p} + a_t$$

จะเรียกว่า กระบวนการถดถอยในตัวเองรวมลำดับที่ (p,d) (Autoregressive integrated process of order (p,d)) ใช้สัญลักษณ์ ARI (p,d)

ถ้า W_t สามารถกระจายอยู่ในรูปแบบของอนุกรมที่ผ่านมา และ a_t ดังนั้น

$$\tilde{w}_t = \phi_1 \tilde{w}_{t-1} + \phi_2 \tilde{w}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{w}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

จะเรียกว่า กระบวนการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ (p,d,q) (Autoregressive integrated moving average process of order (p,d,q)) ใช้สัญลักษณ์ ARIMA

5. รูปแบบอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (Seasonal integrated Autoregressive and moving average models)

กรณีข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ข้อมูลไม่เป็นสเตชันนารี จะทำการหาค่าผลต่างของฤดูกาล (D) เพื่อทำให้อนุกรมเวลา $\{y_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{z_t\}$ ที่เป็นสเตชันนารี โดย $Z_t = \nabla_L^D Y_t$

ตัวอย่างรูปแบบอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

$$\text{SAR}(1)_L \quad (1 - \phi_L B^L) Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t$$

$$\text{SMA}(1)_L \quad Y_t = \theta_0 + (1 - \phi_L B^L) \varepsilon_t$$

$$\text{SARMA}(1,1)_L \quad (1 - \phi_L B^L) Y_t = \theta_0 + (1 - \phi_L B^L) \varepsilon_t$$

5. รูปแบบ (Model) ต่าง ๆ ของวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา Box – Jenkins

รูปแบบ ARMA(p,q) มี p เป็นอันดับของ AR และ q เป็นอันดับของ MA จำนวนพารามิเตอร์ (parameter) ในตัวแบบจะเท่ากับ p+q+1 ตัวแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลามักจะเป็นตัวแบบที่มีจำนวนพารามิเตอร์น้อย ในทางปฏิบัติมักไม่เกิน 3 พารามิเตอร์ (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม , 2546) สำหรับวิธีของ บอกซ์เจนกินส์ ตัวแบบ ARMA(p,q) เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี มีดังนี้

5.1 รูปแบบ AR

$$(1,0,0) \quad \text{Model} \quad Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$(2,0,0) \quad \text{Model} \quad Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

5.2 รูปแบบ MA

$$(0,0,1) \quad \text{Model} \quad Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(0,0,2) \quad \text{Model} \quad Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

5.3 รูปแบบ ARMA

$$(1,0,1) \quad \text{Model} \quad Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(1,0,2) \quad \text{Model} \quad Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

$$(2,0,1) \quad \text{Model} \quad Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(2,0,2) \quad \text{Model} \quad Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

รูปแบบ ARIMA (p,d,q) ซึ่งรูปแบบ ARIMA มี p เป็นอันดับของ AR q เป็นอันดับของ MA และ d เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลา (Z_t) เป็นสเตชันนารี สำหรับวิธีของบอกซ์เจนกินส์ รูปแบบ ARIMA (p,d,q) เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี มีดังนี้

5.4 รูปแบบ ARIMA (p,1,q)

$$(0,1,0) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$(1,1,0) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$(0,1,1) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(1,1,1) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(1,1,2) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

$$(2,1,1) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(2,1,2) \quad \text{Model} \quad Z_t = \theta_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

รูปแบบ ARIMA (p,d,q)×(P,D,Q)_L ซึ่งเป็นรูปแบบ ARIMA ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยมี p เป็นอันดับของ AR q เป็นอันดับของ MA และ d เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลา (Z_t) เป็นสเตชันนารี และ P เป็นอันดับของ SAR Q เป็นอันดับของ SMA และ D เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาล สำหรับวิธีของบ็อกซ์เจนกินส์ รูปแบบ ARIMA (p,d,q)×(P,D,Q) เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี อาทิเช่น

$$\text{ARIMA } (0,1,1) \times (0,1,1)_{12} \quad \text{Model } Z_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \phi_{12} B^{12}) \epsilon_{1t}$$

4. การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการปรับให้เรียบ

ทรงศิริ แต่สมบัติ (2539) ได้ให้ความหมายของการปรับให้เรียบ ว่าเป็นการใช้ค่าสังเกตในอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าต่างกัน สำหรับเหตุผลสำคัญที่มีการใช้เทคนิคการปรับให้เรียบนั้น สมเกียรติ เกตุเอี่ยม (2546) ได้ให้เหตุผลว่า เนื่องจากในข้อมูลอนุกรมเวลามักจะมีความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติรวมอยู่ด้วย ซึ่งความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะทำให้เราไม่สามารถเห็นส่วนประกอบอื่นๆ ของอนุกรมเวลาได้

สำหรับวิธีการปรับให้เรียบ มีหลายวิธีด้วยกัน(ทรงศิริ แต่สมบัติ หน้า 189 - 191 , 2539 และ สมเกียรติ เกตุเอี่ยม , 2546) ซึ่งการจะใช้เทคนิควิธีใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลาดังนี้

1. อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มและไม่มีฤดูกาล

1.1 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average Method) หรือ SMA ค่าพยากรณ์จะได้จากค่าสังเกตล่าสุดจำนวนหนึ่ง โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าจะเท่ากัน นั่นคือค่าพยากรณ์เป็นค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตล่าสุดจำนวนหนึ่ง

1.2 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average Method) หรือ WMA ค่าพยากรณ์จะได้จากค่าสังเกตล่าสุดจำนวนหนึ่ง โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าไม่เท่ากัน โดยปกติจะให้น้ำหนักกับค่าที่เกิดขึ้นล่าสุดมากกว่าค่าที่เกิดขึ้นนานแล้ว

1.3 วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing) หรือ SES ค่าพยากรณ์จะใช้ค่าสังเกตที่ผ่านมาทั้งหมด โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าไม่เท่ากัน น้ำหนักที่ให้กับค่าที่เกิดขึ้นล่าสุดจะมากและจะลดหลั่นไปสำหรับค่าสังเกตที่อยู่ห่างออกไป ซึ่งการลดลงของน้ำหนักนี้จะเป็นการลดแบบ เอกซ์โปเนนเชียล น้ำหนักจะเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับค่าปรับน้ำหนัก ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

2. อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

2.1 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (Double Moving Average Method) หรือ DMA จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง ค่าจุดตัดแกน Y และค่าความลาดชันของสมการแนวโน้มจะได้จากการทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้งของอนุกรมเวลา

2.2 วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) หรือ DES จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง หลักการของวิธี DES จะคล้ายกับวิธี SES นั่นคือค่าจะตัดแกน Y และค่าความลาดชันในสมการแนวโน้มสุดท้ายที่จะใช้ในการพยากรณ์จะได้มาจากค่าจุดตัดแกน Y และค่าความลาดชันในอดีต โดยการให้น้ำหนักกับค่าจุดตัดแกน Y และค่าความลาดชันในอดีตต่างกัน น้ำหนักที่ให้น้ำหนักที่ให้น้ำหนักกับค่าปรับน้ำหนักที่เหมาะสมที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

2.3 วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบเส้นตรง (Leastsquare Exponential Smoothing) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรงเหมือนกับวิธี DER แต่จะมีค่าปรับน้ำหนักสองค่า ซึ่งต่างก็มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าปรับน้ำหนักจะเป็นค่าจุดตัดแกน Y ส่วนค่าปรับน้ำหนักอีกค่าหนึ่งจะเป็นค่าความลาดชัน

2.4 วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง (Treble Exponential Smoothing) หรือวิธี TES จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบสมการกำลังสอง (Quadratic) ในรูปแบบแนวโน้มจะมีพารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย จำนวน 3 พารามิเตอร์ การประมาณพารามิเตอร์จะทำในทำนองเดียวกันกับการประมาณค่าคงที่โดยวิธี SES และประมาณค่าจุดตัดแกน Y และความชันโดยวิธี DES และ LES เนื่องจากมีพารามิเตอร์สามค่าจะใช้ปรับน้ำหนักจำนวน 3 ค่าซึ่งแต่ละค่าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

2.5 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (Moving average of percentage change method) หรือวิธี MAPC จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเอกซ์โพเนนเชียล การประมาณค่าอัตราการลดของค่าสังเกตต่อหน่วยเวลาจะทำโดยใช้หลักการของการปรับให้เรียบ

3. อนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล

3.1 การทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล เป็นวิธีการปรับค่าให้เรียบที่มีลักษณะเหมือนกับการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล และจะมีการปรับค่าให้เรียบระหว่างค่าดัชนีฤดูกาลจริงและค่าประมาณดัชนีฤดูกาล ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

4. อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

4.1 การทำให้เรียบด้วยวิธีของโฮลต์และวินเตอร์ (Holt – Winters Exponential Smoothing Method) หรือวิธี HWS สมการพยากรณ์จะประกอบด้วยส่วนของแนวโน้มและส่วนของฤดูกาลที่สร้างขึ้น โดยใช้หลักการของการปรับให้เรียบ เนื่องจากมีพารามิเตอร์สามค่าจะใช้ปรับน้ำหนักจำนวน 3 ค่าซึ่งแต่ละค่าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (เอกสารบางฉบับ เรียกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีการของวินเตอร์)

5. การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์

ภายหลังจากการสร้างสมการพยากรณ์แล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งหมายถึงการพิจารณาค่าจริงของข้อมูล เปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ของข้อมูล (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม , 2546) ซึ่งในกรณีต้องการเปรียบเทียบรูปแบบของอนุกรมเวลาหลายชุดจะมีหลายวิธีการ อาทิเช่น

1. ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation : MAD)

เป็นการวัดความแม่นยำที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของความคลาดเคลื่อน

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |c_i|}{n}$$

2. ร้อยละความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Percent Error : MPE)

เป็นการวัดความแม่นยำจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าข้อมูลจริง

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{c_i}{Y_i} \right) \times 100 \right\}}{n}$$

3. ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error : MAPE)

เป็นการวัดความแม่นยำจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงโดยไม่คิดเครื่องหมาย ซึ่งเป็นการวัดความแม่นยำที่ไม่มีหน่วย จึงเหมาะกับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน หรือ เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้อนุกรมเวลาชุดเดียวกัน

$$MPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right|$$

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพยากรณ์

ศราวุทธิ์ สิทธิกุล (2540) ได้ศึกษาการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบ ARIMA โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการถ่ายทอดราคาของสินค้าเกษตรที่สำคัญ 5 ชนิดคือ ข้าว ยางพารา ผลผลิตถั่วมันสำปะหลัง ข้าวโพด และกุ้งกุลาดำ วิเคราะห์และพยากรณ์การเคลื่อนไหวของราคาสินค้าดังกล่าวด้วยแบบจำลอง ARIMA

ผลการศึกษาพบว่า การส่งผ่านราคาจากตลาดระดับส่งออกมายังตลาดระดับขายส่งตลาดกรุงเทพฯ ของสินค้าที่ศึกษาเกือบทุกชนิดค่อนข้างมีประสิทธิภาพด้วยค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาอยู่ในช่วง 0.8658 ถึง 0.9336 แต่สำหรับกรณีของมันสำปะหลังจะเป็นเพียง 0.3382 เท่านั้น สำหรับการส่งผ่านราคาราคาจากตลาดขายส่งไปสู่เกษตรกรพบว่า ยางพารา มันสำปะหลัง และกุ้งกุลาดำ มีประสิทธิภาพสูงด้วยค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาอยู่ในช่วง 0.9487 ถึง 0.9968 แต่สำหรับข้าว และข้าวโพดเป็นเพียง 0.453 และ 0.7568 ตามลำดับ

จากการศึกษาแบบจำลอง ARIMA ของราคาสินค้าข้างต้น พบว่าอนุกรมเวลาของทุกราคาสามารถปรับให้เป็นอนุกรมเวลาที่มีเสถียรภาพได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้พยากรณ์ราคาในอนาคตได้ ราคาสินค้าที่ศึกษาทุกชนิดมีแนวโน้มที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ราคาข้าวเปลือก 5% ที่เกษตรกรได้รับ และราคาข้าวโพดขายส่งตลาดกรุงเทพฯ มีลักษณะของการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาล ที่กินเวลา 12 เดือน สำหรับราคามันสำปะหลังสดที่เกษตรกรได้รับและราคามันอัดเม็ดแจ้งขายส่งกรุงเทพฯ มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวัฏจักร ซึ่งกินเวลา 16 เดือน ส่วนราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรได้รับและที่โรงงานแปรรูปจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาลที่กินเวลาเพียง 5 เดือนเท่านั้น

เรวัต วงศ์การุณย์ (2545) ได้ศึกษาการพยากรณ์เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของตลาดหลักทรัพย์ เพื่อเป็นการยืนยันถึงความประสิทธิผลของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยการวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องมือทางสถิติ ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ใช้ดัชนีราคาหลักทรัพย์ SET50 index เป็น

ตัวแทนหลักทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ทั้งหมด โดยจะศึกษาผลตอบแทนจากความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ ในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2539 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2544 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นช่วง ๆ ช่วงละ 1 ปี รวมเป็นระยะเวลา 6 ปี เพื่อหาผลของการเคลื่อนไหวในแต่ละปี และนำผลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์สรุปรวมอีกครั้งหนึ่ง

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า แบบจำลอง ARIMA ที่ใช้พยากรณ์ผลตอบแทนของหลักทรัพย์ SET50 index ในปี พ.ศ. 2539 ได้มีความแม่นยำมากกว่าทฤษฎีการจรรสุม (Random walk theory) แต่การพยากรณ์ในปี พ.ศ. 2540 พบว่าแบบจำลอง ARIMA สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าทฤษฎีการจรรสุมเพียงเล็กน้อย ในปี พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2544 ผลที่ได้จากการวิจัยกลับพบว่าการพยากรณ์ผลตอบแทนรายวันของหลักทรัพย์ SET50 index ด้วยแบบจำลอง ARMA มีความแม่นยำไม่แตกต่างกันผลการพยากรณ์ผลตอบแทนของทฤษฎีการจรรสุม ดังนั้นสรุปได้ว่าตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีประสิทธิภาพในระดับที่สูงกว่าหรือเทียบเท่ากับประสิทธิภาพในระดับด้าน (Weak-form efficiency) ตามทฤษฎีของ Fama

ชีวิน กันธาชัย (2547) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ราคาของพาราโดยวิธี ARIMA ผลการศึกษาในการทดสอบ unit root โดยวิธี Augmented Dickey – Fuller test (ADF test) ที่ 0 Lag ผลปรากฏว่าค่าทดสอบทางสถิติที่ระดับ Level ของราคา RSS1 และ RSS3 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามค่าทดสอบทางสถิติในระดับผลต่างที่ 1 (1^{st} difference, $\Delta \ln P_t$) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% แสดงว่า RSS1 และ RSS3 มีลักษณะหนึ่งที่ $I(1)$ ผลการตรวจสอบคอเรลโลแกรม ปรากฏว่าแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2) ของข้อมูล RSS1 และแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2) ของข้อมูล RSS3 มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองมีลักษณะเป็น white noise มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 1% AR(1) MA(1) MA(2) ของข้อมูล RSS และแบบจำลอง AR(1) MA(1) MA(2) ของข้อมูล RSS3 ให้ค่า Root-Mean-Square-Error (RMSE) ที่ต่ำสุด ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ราคาของ RSS1 และ RSS3 ในอนาคต ซึ่งราคาในอนาคตของ PSS1 ระหว่างเดือนมกราคม 2547 ถึงมีนาคม 2547 มีค่าราคา 52.05 , 50.94 และ 51.85 บาท/กก. ตามลำดับ และราคาในอนาคตของ RSS3 ระหว่างเดือนมกราคม 2547 ถึงมีนาคม 2547 ค่าราคา 50.89 , 49.79 และ 50.69 บาท/กก. ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางพาราเพื่อการวางแผนและตัดสินใจทางธุรกิจต่อไป

นริสา สมุทรสาคร (2547) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ราคาทองคำด้วยวิธีการ ARIMA จากการศึกษาพบว่าข้อมูลราคาทองคำแท่งและทองคำรูปพรรณมีลักษณะไม่นิ่ง จากการทดสอบความนิ่งของข้อมูล พบว่าข้อมูลหนึ่งที่ระดับ $I(1)$ ทั้งนี้จากการพิจารณาคอเรลโลแกรม ผลปรากฏว่า

แบบจำลอง AR(2) MA(2) MA(5) มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับข้อมูลทองแท่งและทองรูปพรรณเมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองพบว่าแบบจำลองมีลักษณะเป็น white noise ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 1 % แบบจำลองทั้งสองให้ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Theil's Inequality Coefficient (U) ที่ต่ำที่สุด ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่สุดที่จะเป็นตัวแทนของราคาขายทองแท่งและทองรูปพรรณในอนาคต ผลการพยากรณ์ราคาขายทองแท่งระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน 2547 ราคาพยากรณ์ที่ได้เท่ากับ 7817.89 , 7715.80 , 7755.11 และ 7761.17 บาทต่อบาททองคำ ตามลำดับ ส่วนราคาขายทองรูปพรรณระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน 2547 ราคาพยากรณ์ที่ได้เท่ากับ 7817.89 , 7893.76 , 7915.87 และ 7917.87 บาทต่อบาททองคำ ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการศึกษา สรุปได้ว่าผลการพยากรณ์ราคาทองคำสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อในการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารหรือผู้ประกอบการร้านทองในด้านการผลิต การตลาด รวมถึงการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

พิรพงษ์ เหลี่ยมศิริเจริญ (2547) ได้ศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเซรามิก โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ARIMA ผลการศึกษพบว่า ในการทดสอบ Unit Root โดยวิธี Augmented Dickey Fuller test (ADF test) ที่ความล่าช้า 2 ช่วงเวลา ผลปรากฏว่าค่าทดสอบทางสถิติในระดับ level ของมูลค่าการส่งออกเซรามิกไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามค่าทดสอบทางสถิติในระดับผลต่างที่ 1 [(1st diffence)] มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 1 % แสดงว่าข้อมูลค่าการส่งออกเซรามิก มีลักษณะคงที่ I(1) ผลการตรวจสอบคอลเลกโแกรมปรากฏว่าแบบจำลอง AR(1) AR(2) AR(10) AR(12) เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้เป็นตัวแทนในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเซรามิก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(1) AR(2) AR(10) AR(12) มีค่าเท่ากับ -0.4688 , -0.1923 , -0.1372 และ 0.3714 ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1 % หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงของ AR(1) AR(2) AR(10) มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้ามกับ $\Delta \ln(\text{slm}_t)$ ส่วนค่า AR(12) มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันกับ $\Delta \ln(\text{slm}_t)$ และค่า Root Mean Square Error (RMSE) และ Theil Inequality Coefficient ที่ต่ำสุด ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเซรามิกในอนาคต และจากการพยากรณ์พบว่าในอนาคตระหว่างเดือนเมษายน 2547 ถึงเดือนกรกฎาคม 2547 มีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 1,540.99 1,729.79 1,729.05 และ 1,767.35 ล้านบาทตามลำดับ

สุรพงษ์ สนธิเจริญ (2547) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่งและชิ้นส่วนโดยวิธีอาร์มา ผลการศึกษพบว่าข้อมูลการส่งออกรถยนต์นั่งและชิ้นส่วนเมื่อพิจารณาค่า ADF Test-Statistic ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่งและชิ้นส่วนทั้ง 3 แบบจำลองเปรียบเทียบกับวิกฤติ MacKinnon ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % พบว่ายอมรับสมมติฐานว่าง ($H_0 = 0$) ซึ่ง

หมายความว่าอนุกรมมีลักษณะนิ่ง และจากการศึกษาคอเรโลแกรม (Correlogram) พบว่าแบบจำลอง AR(1) AR(5) และ MA(1) มีความสัมพันธ์กับมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่งและชิ้นส่วนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 90% ค่าสถิติ Theil's inequality coefficient (U) และค่าสถิติ Root-Mean-Square-Error (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ และการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์และชิ้นส่วนในอนาคตได้ 4 เดือน ได้แก่ มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน ในพ.ศ. 2547 มีผลดังนี้ 6,218.567 6,190.876 6,521.603 และ 6551.405 ล้านบาท ตามลำดับ

วราฤทธิ์ พานิชกิจ โสกุลกุล (2549) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรายวัน ระหว่างวิธีการพยากรณ์ของโฮลต์ วิธีการพยากรณ์ของ Box – Jenkins และวิธีการพยากรณ์รวม ผลการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ของ Box – Jenkins ที่รูปแบบ ARIMA (0,2,1) ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error : MAPE) ต่ำกว่า วิธีของโฮลต์ และ วิธีพยากรณ์รวม แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) ทั้ง 3 วิธี ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพยากรณ์ค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้วยรูปแบบการพยากรณ์อนุกรมเวลารูปแบบต่างๆ โดยทำการรวบรวมข้อมูลค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 โดยใช้ข้อมูลเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ในรูปแบบต่างๆ และใช้ข้อมูล เดือน มกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 เป็นข้อมูลสำหรับการตรวจสอบผลของการพยากรณ์ของรูปแบบการพยากรณ์ที่สร้างขึ้น

1. หน่วยวิเคราะห์

หน่วยที่ใช้วิเคราะห์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ ค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยข้อมูลใช้รายเดือน ระหว่างเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 รวมทั้งสิ้น 94 ชุดข้อมูล

2. เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยกำหนดรูปแบบของการพยากรณ์ จำแนกตามรูปแบบของการพยากรณ์ 3 รูปแบบ คือ

1. เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วน หรือ อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก (Decomposition or Classical Method)

โดยพิจารณาจากรูปแบบเบื้องต้นของข้อมูล เพื่อศึกษาถึงรายส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งประกอบด้วย

- 1) ค่าแนวโน้ม (Trend)
- 2) ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal variation)
- 3) ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical variation)
- 4) ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular variation)

2. เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ (Smoothing Method)

โดยพิจารณาจากรูปแบบเบื้องต้นของข้อมูล เพื่อศึกษารูปแบบที่เป็นไปได้ของการทำให้เรียบ ซึ่งพิจารณาจาก ค่าแนวโน้ม ความผันแปรตามฤดูกาล ความผันแปรตามวัฏจักรและความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เพื่อกำหนดรูปแบบของเทคนิคการทำให้เรียบ

3. เทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีของ Box – Jenkins

โดยพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีคุณสมบัติของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่หรือไม่ ซึ่งสามารถพิจารณาความคงที่ของข้อมูลได้จาก

ค่าเฉลี่ย (Mean) : $E(X_t) = \text{constant} = \mu$

ความแปรปรวน (Variance) : $V(X_t) = \text{constant} = \sigma^2$

ความแปรปรวนร่วม (Covariance): $\text{cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)$

ดังนั้น ข้อมูลที่มีลักษณะคงที่จะต้องมีความเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนของทุก ๆ ค่า ณ เวลา t ใด ๆ คงที่ ในขณะที่ความแปรปรวนร่วมระหว่างสองคาบเวลาเท่านั้น ไม่ขึ้นอยู่กับเวลาที่เปลี่ยนไป หากเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งไม่เป็นดังที่กล่าวมาแสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่ จากนั้นจึงกำหนดรูปแบบ ARIMA ซึ่งสามารถกำหนดแบบจำลอง เป็น ARIMA Model ได้ 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดรูปแบบ (Model Identification)

เป็นการกำหนดรูปแบบให้กับอนุกรมเวลาที่เป็นอนุกรมเวลาคงที่ คือเป็นการหารูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า Autocorrelation (r_k) ของอนุกรมเวลา ตัวอย่าง กับค่า Autocorrelation (ρ_k) ของอนุกรมเวลาของประชากร ที่มีช่วงเวลาย้อนหลังไป k หน่วยเวลา

การกำหนดลำดับขั้น p, q ในแบบจำลอง ขั้นตอนนี้เป็นภาระระบุว่าแบบจำลองนี้ควรมี Autoregressive (p) เท่าใด Differencing (d) ที่ลำดับเท่าใด และ Moving Average (q) เท่าใด โดยพิจารณาจากค่า ACF และ PACF โดยการสร้างหลาย ๆ แบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบและเลือกหาแบบจำลองที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation)

การหาค่าประมาณของพารามิเตอร์จะหาจากรูปแบบของอนุกรมเวลาที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 แล้วนำไปใช้ในการหาค่าประมาณที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์ซึ่งค่านี้จะเป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ทำให้ผลบวกของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด ค่าคลาดเคลื่อน (Residual) คือผลต่างของค่าจริงกับค่าพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความถูกต้องรูปแบบ (Diagnostic Checks)

เมื่อกำหนดรูปแบบและประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบแล้ว ต้องตรวจสอบว่ารูปแบบที่ได้มีความเหมาะสมจริงหรือไม่ โดยการทดสอบค่าพารามิเตอร์ จากค่า t -test

ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

สมการพยากรณ์ที่สร้างจากรูปแบบการพยากรณ์ที่กำหนดและผ่านการตรวจสอบตามขั้นตอนแล้วมาพยากรณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่อ ๆ ไป ซึ่งการพยากรณ์โดยวิธีของ Box – Jenkins จะให้ค่าพยากรณ์ได้ดีในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยนำค่าที่เกิดขึ้นจริงล่าสุดมาใส่ในสมการและพยากรณ์ผลในช่วงเวลาถัดไป

3. การวิเคราะห์และการประมวลผลข้อมูล

เมื่อทำการกำหนดรูปแบบการพยากรณ์ ในแต่ละเทคนิควิธีแล้ว จึงทำการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel และโปรแกรม SPSS for Windows V.17.0 เพื่อทำการสร้างสมการพยากรณ์ และหาค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละสมการ

4. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

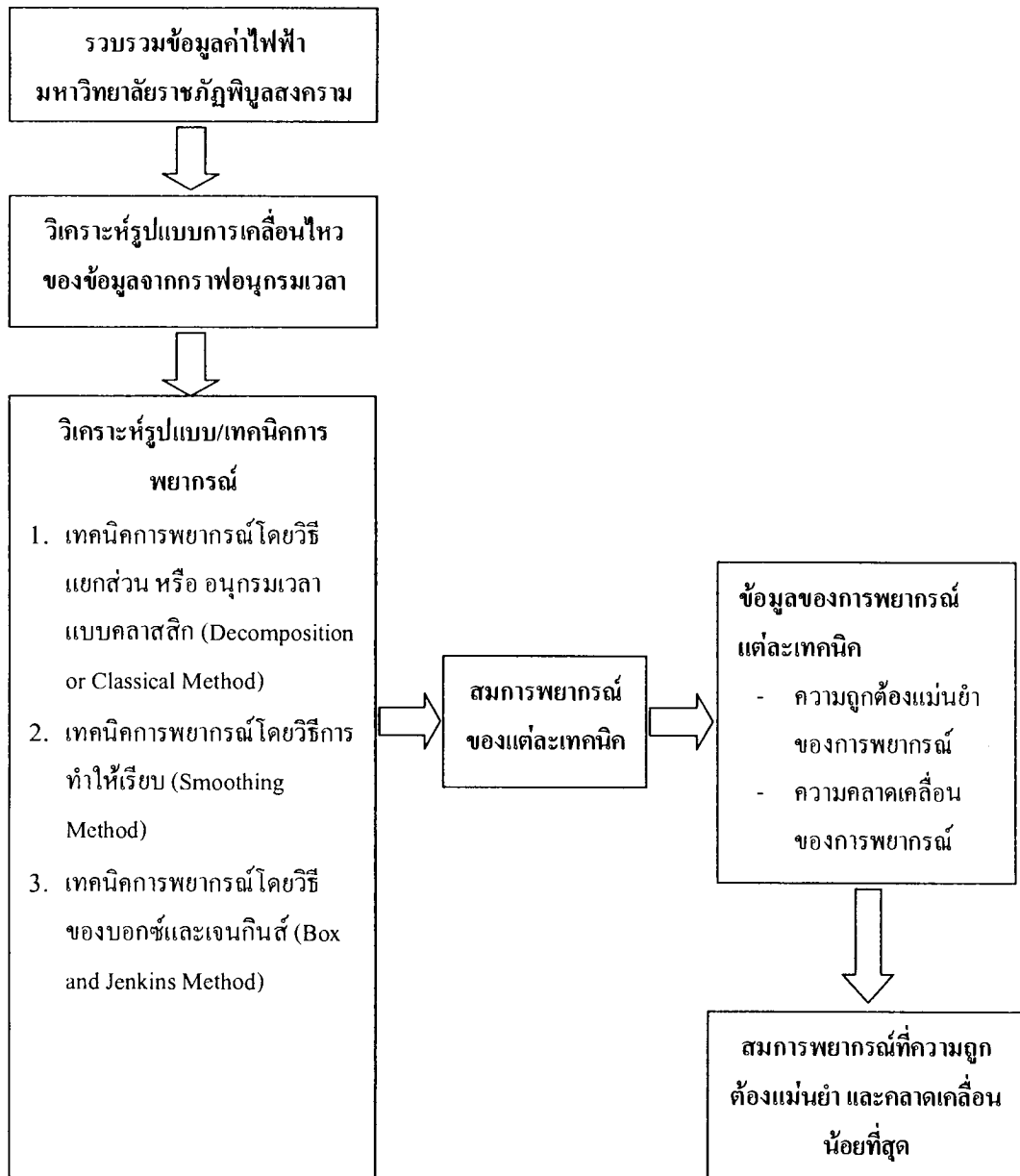
เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปแบบการพยากรณ์ ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีด้วย การหาค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error : MAPE)

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^t \left| \frac{e_i}{y_i} \right|$$

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. สถิติเพื่อวิเคราะห์และสร้างสมการพยากรณ์ ซึ่งประกอบด้วยสถิติการพยากรณ์ต่างๆ ดังนี้
 - 1) สถิติการพยากรณ์แบบแยกส่วน
 - 2) สถิติการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ
 - 3) สถิติการพยากรณ์ Box – Jenkins
2. สถิติอนุमान เป็นสถิติเพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ด้วยค่า Mean Square Error (MSE) และสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

6. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยศึกษาถึงความเคลื่อนไหวของข้อมูลค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยข้อมูลใช้รายเดือน ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 89 ชุดข้อมูล และใช้ข้อมูล เดือน มกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 เป็นข้อมูลสำหรับการตรวจสอบผลของการพยากรณ์ของรูปแบบการพยากรณ์ที่สร้างขึ้น และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

- ตอนที่ 1 ลักษณะของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์
- ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
 - 1) การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน
 - 2) การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ
 - 3) การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins
- ตอนที่ 3 การพยากรณ์และการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์

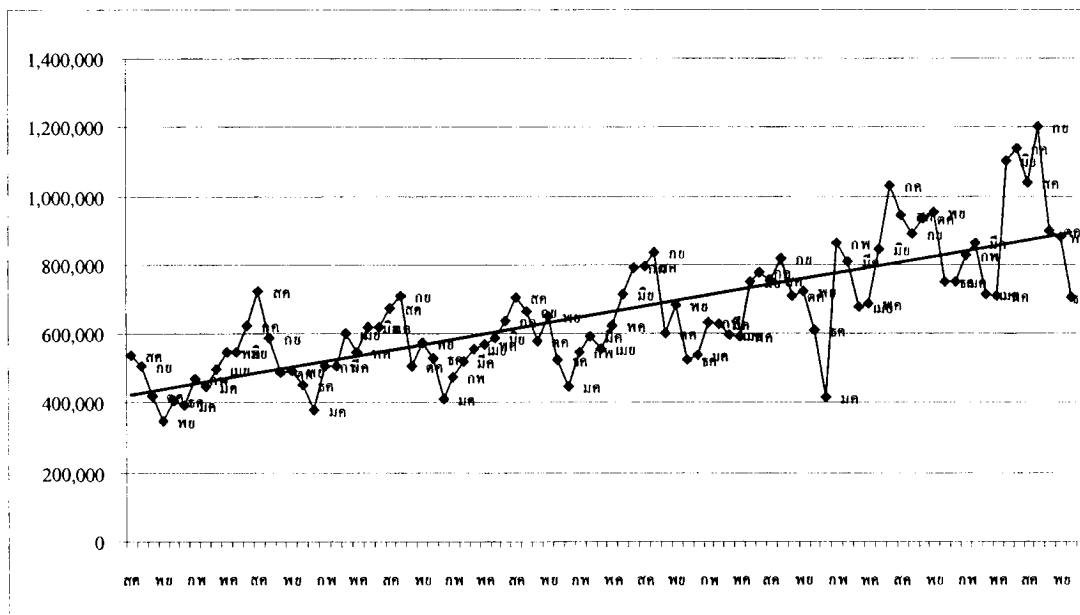
ตอนที่ 1 ลักษณะของข้อมูลที่น่าวิเคราะห์

จากการรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 89 ชุดข้อมูล เพื่อทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวเบื้องต้นของข้อมูล จึงนำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางข้อมูลและสร้างกราฟเส้น เพื่อศึกษาความเคลื่อนไหว

ตารางที่ 4.1 ค่าไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 (หน่วย : บาท)

เดือน	ปี พ.ศ.							
	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550
มกราคม		393,180.08	379,125.21	410,702.40	448,476.54	539,615.86	417,024.59	748,037.76
กุมภาพันธ์		470,063.10	505,273.94	474,141.14	546,485.84	634,373.38	860,804.34	824,744.13
มีนาคม		445,660.33	507,799.88	517,392.43	593,693.73	629,621.90	808,132.54	863,851.24
เมษายน		495,384.83	601,411.55	554,517.77	557,180.53	596,550.22	676,648.54	711,944.05
พฤษภาคม		544,751.95	544,729.26	568,606.84	622,212.90	589,692.19	688,533.69	709,675.31
มิถุนายน		544,518.62	617,325.03	585,690.88	712,415.62	750,947.36	845,790.62	1,100,844.09
กรกฎาคม		624,922.90	617,779.70	636,588.12	788,250.71	778,740.01	1,030,643.40	1,138,503.25
สิงหาคม	536,832.03	722,034.23	673,349.84	702,656.86	796,676.83	753,465.43	943,512.09	1,038,847.43
กันยายน	504,166.58	586,976.69	711,239.82	665,591.84	836,538.88	815,161.68	887,855.91	1,200,000.00
ตุลาคม	419,151.81	485,797.18	506,536.90	577,326.26	600,575.91	711,134.23	932,724.54	897,179.77
พฤศจิกายน	349,793.00	491,565.52	575,394.27	649,389.55	682,037.80	720,995.42	951,968.31	879,908.35
ธันวาคม	406,999.90	452,987.02	526,643.46	521,632.33	523,377.94	609,701.30	747,940.98	704,767.30

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 89 จุดข้อมูล เมื่อนำมาสร้างกราฟเส้น เพื่อศึกษา ลักษณะแนวโน้ม และการเคลื่อนไหวของข้อมูล ได้รูปกราฟดังนี้



ภาพที่ 4.1 กราฟเส้นแสดงค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่าง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550

จากรูปกราฟ ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 พบว่าลักษณะของข้อมูลเป็นลักษณะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อศึกษาถึงคาบของข้อมูล พบว่ามีลักษณะเป็นฤดูกาล ซึ่งหมายความว่าข้อมูลมี รูปแบบการเปลี่ยนแปลงซ้ำเดิมในช่วงเวลาสั้นๆ ภายใน 1 ปี ซึ่งจากลักษณะของข้อมูลดังกล่าว จึง ใช้เทคนิคการพยากรณ์ 3 เทคนิค คือ

1. เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน
 - 1) การหาค่าแนวโน้มของข้อมูล
 - 2) การหาค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูล
2. เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ
 - 1) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์
3. เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins
 - 1) การวิเคราะห์ที่ตัวแบบ ARIMA ที่มีแนวโน้มและฤดูกาล

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน

1) การหาค่าแนวโน้มของข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

สมการ 1 การวิเคราะห์การถดถอย

$$y_c = a + b(x)$$

เมื่อ	y_c	คือค่าแนวโน้ม
	a	คือค่าจุดเริ่มต้นของอนุกรมเวลา
	b	คือค่าความชันของเส้นแนวโน้ม
	x	คือหน่วยเวลา

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าแนวโน้มด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์แนวโน้มค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย ในรูปคะแนนดิบ (b)	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยใน รูปคะแนนมาตรฐาน (beta)	t - test
ค่าคงที่	417,716.5692	-	16.8740
หน่วยเวลา	5,337.4933	0.768	11.1724

$R = 0.7676$ $R^2 = 0.5893$ $SE = 1.1664E+12$ $F = 124.822$ $Sig = 0.000$

สมการ 2 การวิเคราะห์การถดถอย แนวโน้มค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามในรูปคะแนนดิบ

$$\text{แนวโน้มค่าไฟฟ้า} = 417,716.5692 + 5,337.4933 (\text{หน่วยเวลา})$$

แนวโน้มค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็น บาท

หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น ปี จุดเริ่มต้น เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543

จากการวิเคราะห์การถดถอย ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่า เวลาที่มีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยเวลาสามารถอธิบายความผันแปรของค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามได้ถึงร้อยละ 58.93 และสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อน ประมาณ $1.1664E+12$

2) การหาค่าดัชนีฤดูกาลของค่าไฟฟ้าด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เมื่อทำการวิเคราะห์ดัชนีฤดูกาล ด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนร้อยละต่อค่าแนวโน้ม และค่าดัชนีฤดูกาลจริงที่ปรับแล้วของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เดือน	ปี พ.ศ.								ค่าเฉลี่ย	ค่าดัชนี ฤดูกาลจริง ที่ปรับแล้ว
	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550		
มกราคม		87.42	73.79	71.08	69.87	76.44	54.16	89.69	74.63	74.67
กุมภาพันธ์		103.29	97.33	81.30	84.43	89.19	111.02	98.26	94.98	95.01
มีนาคม		96.80	96.82	87.91	90.98	87.86	103.52	102.27	95.16	95.20
เมษายน		106.36	113.52	93.38	84.69	82.63	86.09	83.75	92.92	92.95
พฤษภาคม		115.64	101.79	94.90	93.81	81.08	87.01	82.97	93.88	93.92
มิถุนายน		114.29	114.22	96.88	106.56	102.50	106.16	127.90	109.79	109.83
กรกฎาคม		129.71	113.18	104.38	116.97	105.53	128.51	131.46	118.53	118.58
สิงหาคม	126.89	148.23	122.17	114.22	117.29	101.37	116.86	119.22	120.78	120.83
กันยายน	117.69	119.20	127.81	107.26	122.20	108.89	109.25	136.87	118.64	118.69
ตุลาคม	96.64	97.59	90.16	92.24	87.05	94.32	114.02	101.71	96.72	96.76
พฤศจิกายน	79.67	97.70	101.45	102.88	98.10	94.95	115.62	99.15	98.69	98.73
ธันวาคม	91.58	89.09	91.99	81.95	74.70	79.74	90.25	78.94	84.78	84.82
รวม									1199.51	1200.00

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีฤดูกาลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม พบว่า ดัชนีฤดูกาลของเดือนมกราคม และ เดือนธันวาคม มีค่าน้อยที่สุด และพบว่า ดัชนีฤดูกาลของ เดือนมิถุนายน กรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน มีค่าดัชนีฤดูกาลสูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลาของทั้ง 4 เดือนดังกล่าวนี้ เป็นฤดูกาลที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุด

สมการ 3 สมการพยากรณ์ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน ด้วยตัวแบบการคูณ

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้า} &= \text{แนวโน้มค่าไฟฟ้า} \times \text{ดัชนีฤดูกาล} \\ &= [417,716.5692 + 5,337.4933(\text{หน่วยเวลา})] \times \text{ดัชนีฤดูกาล} \end{aligned}$$

ค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็น บาท

แนวโน้มค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็น บาท

หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น ปี จุดเริ่มต้น เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543

2. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของวินเตอร์

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เมื่อทำการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ของวินเตอร์ เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- 1) ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (α) กำหนดค่าระหว่าง 0 – 1
- 2) ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม (γ) กำหนดค่าระหว่าง 0 – 1
- 3) ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล(δ) กำหนดค่าระหว่าง 0 – 1

เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบของวินเตอร์ กำหนดช่วงระยะห่างของค่าพารามิเตอร์ เป็น 0.01 และใช้ค่าดัชนีฤดูกาลจากการคำนวณด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ และ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ที่น้อยที่สุด 10 ลำดับ ด้วยวิธีการเอกซ์โพเนนเชียล ของวินเตอร์

ลำดับ	ค่าพารามิเตอร์			ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(SSE)
	α	γ	δ	
1	0.17	0.00	0.00	344364746685 ; 3.4436E+11
2	0.18	0.00	0.00	344414994300 ; 3.4441E+11
3	0.16	0.00	0.00	344554480307 ; 3.4455E+11
4	0.15	0.00	0.00	344741998158 ; 3.4474E+11
5	0.19	0.00	0.00	344953806673 ; 3.4495E+11
6	0.14	0.00	0.00	345390568322 ; 3.4539E+11
7	0.20	0.00	0.00	345537411290 ; 3.4554E+11
8	0.21	0.00	0.00	346284023782 ; 3.4628E+11
9	0.13	0.00	0.00	346415575572 ; 3.4642E+11
10	0.22	0.00	0.00	347175616959 ; 3.4718E+11
$a_0 = 444,436.97938$			$b_0 = 5,585.85247$	

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.17 และกำหนดค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม (γ) เท่ากับ 0.00 และค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับ

ค่าประมาณฤดูกาล(δ) เท่ากับ 0.00 จะทำให้สมการพยากรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด(SSE) คือมีค่าประมาณ $3.4436E+11$

สมการ 4 สมการพยากรณ์ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์ ตัวแบบสมการพยากรณ์

$$\text{ค่าไฟฟ้า}_{(n)} = \{ \text{ข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ทำให้เรียบ}_{(n-1)} + [\text{ค่าแนวโน้ม}_{(n-1)} \times \text{ช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า}] \} \times \text{ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ณ เวลา } n$$

3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เมื่อทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการ Box – Jenkins ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสหสัมพันธ์และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_k) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

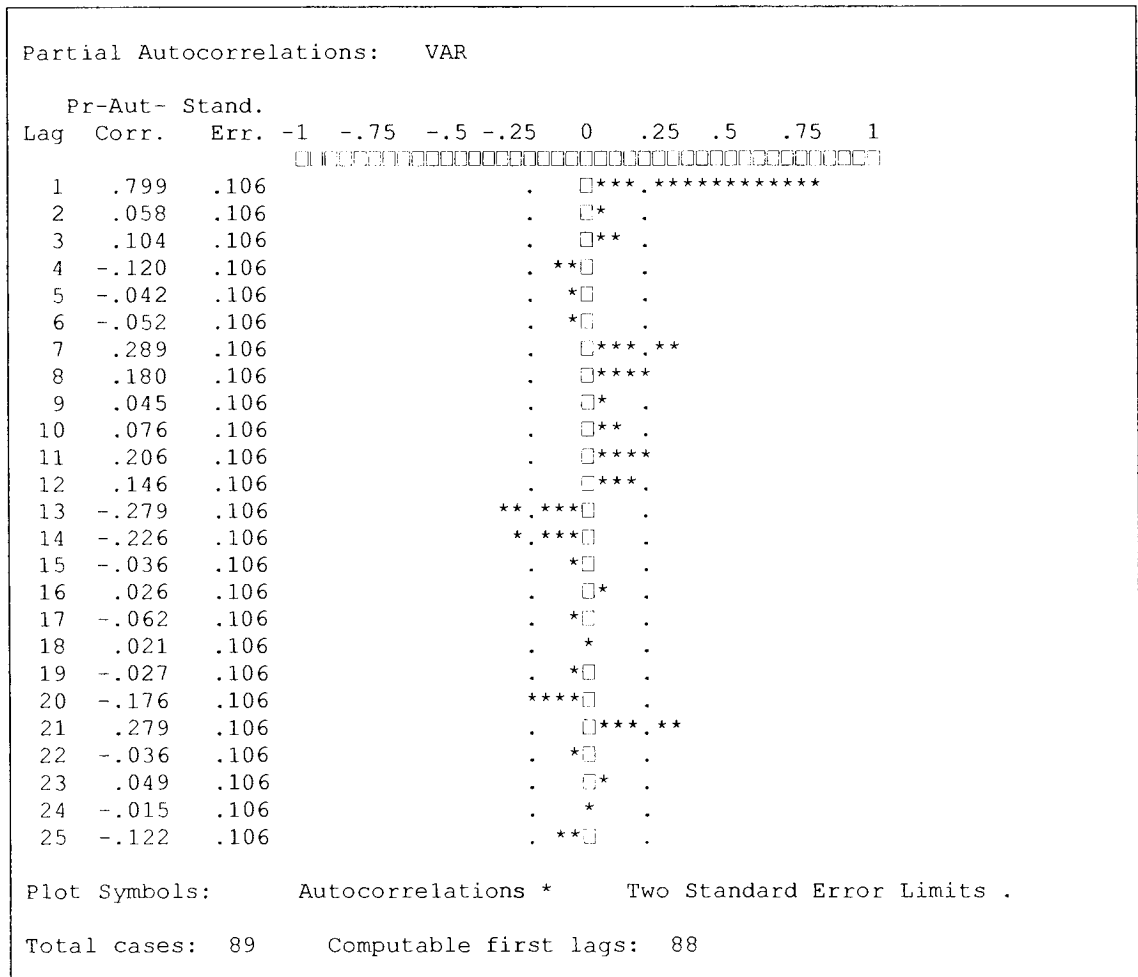
Autocorrelations: VAR													
Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.	-1	-.75	-.5	-.25	0	.25	.5	.75	1	Box-Ljung	Prob.
1	.799	.104					□***	*****				58.697	.000
2	.659	.104					□***	*****				99.077	.000
3	.579	.103					□***	*****				130.670	.000
4	.459	.102					□***	*****				150.731	.000
5	.351	.102					□***	***				162.642	.000
6	.259	.101					□***	*				169.213	.000
7	.287	.101					□***	**				177.370	.000
8	.341	.100					□***	***				188.976	.000
9	.354	.099					□***	***				201.656	.000
10	.401	.099					□***	****				218.130	.000
11	.497	.098					□***	*****				243.776	.000
12	.568	.098					□***	*****				277.749	.000
13	.478	.097					□***	*****				302.147	.000
14	.364	.096					□***	***				316.418	.000
15	.305	.096					□***	**				326.600	.000
16	.220	.095					□****					331.951	.000
17	.100	.094					□**					333.074	.000
18	.039	.094					□*					333.245	.000
19	.048	.093					□*					333.507	.000
20	.030	.092					□*					333.616	.000
21	.095	.092					□**					334.681	.000
22	.133	.091					□***					336.813	.000
23	.217	.090					□****					342.583	.000
24	.288	.090					□***	**				352.944	.000
25	.217	.089					□****					358.912	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 89 Computable first lags: 88

จากภาพคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_k) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่า การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการเกี่ยวข้องจะเป็นแบบการคูณ จากคอเรลโรแกรมจะเห็นว่าของค่าสหสัมพันธ์ (r_k) มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อจำนวนคาบเพิ่มมากขึ้น ค่า r_6 และ r_{18} ต่ำกว่าค่าข้างเคียง ส่วนค่า r_{12} และ r_{24} สูงกว่าค่าข้างเคียง และมีลักษณะการเคลื่อนไหวเป็นคลื่นทุกๆ 12 ช่วงเวลา ลักษณะดังกล่าว จึงสรุปได้ว่าอนุกรมเวลาชุดนี้ มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสหสัมพันธ์บางส่วน และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (r_{kk}) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม



จากการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ ไม่เป็นสเตชันนารี หรือไม่คงที่ ต้องมีการปรับให้เป็นสเตชันนารี หรือข้อมูลคงที่ก่อนนำมาวิเคราะห์ ซึ่งกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล การปรับให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้น ทำได้ด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าสหสัมพันธ์และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_k) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เมื่อหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

Autocorrelations: VAR

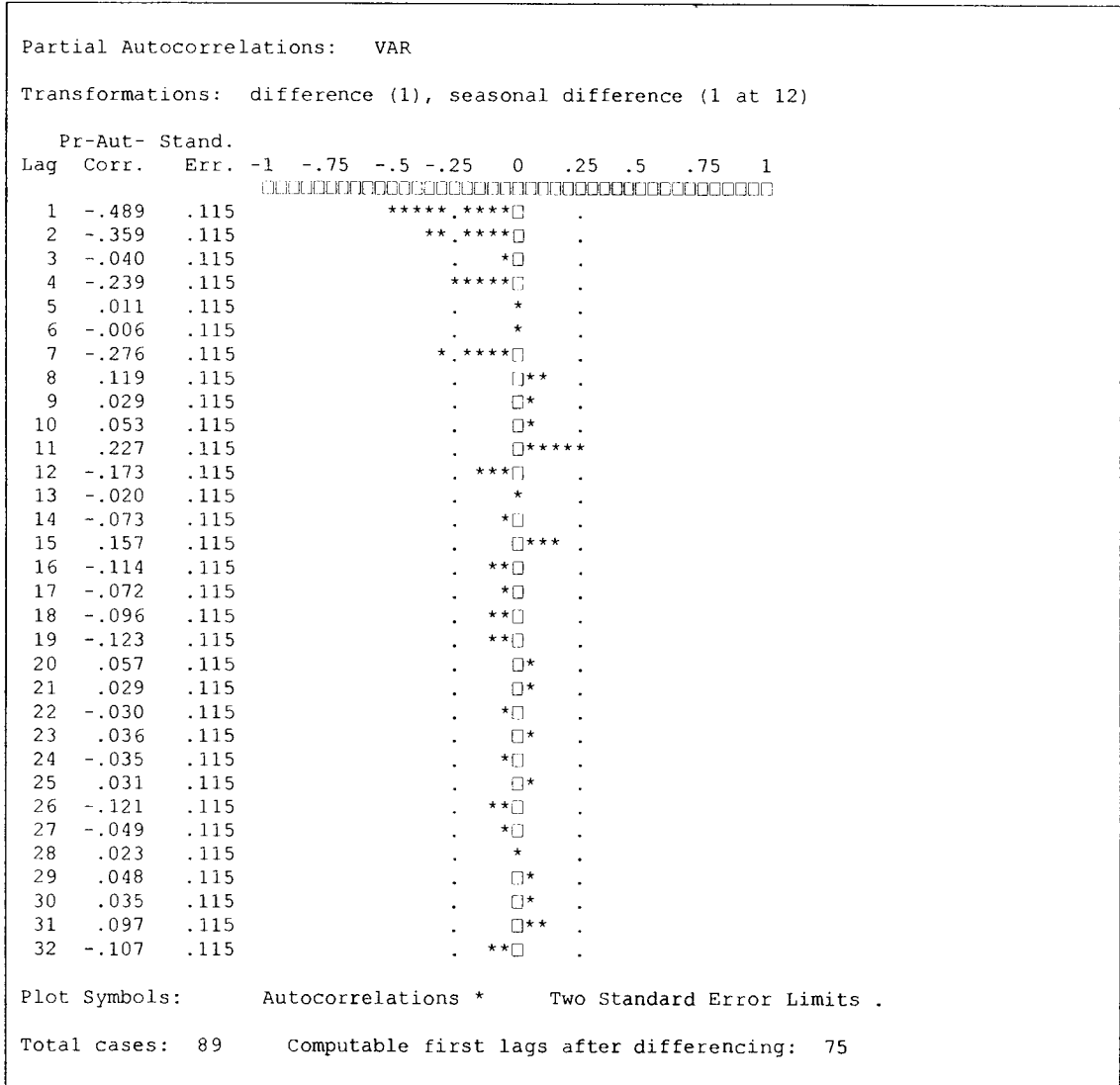
Transformations: difference (1), seasonal difference (1 at 12)

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.	-1	-.75	-.5	-.25	0	.25	.5	.75	1	Box-Ljung	Prob.
1	-.489	.112					*****	***				18.926	.000
2	-.034	.112					.	*				19.016	.000
3	.171	.111					.					21.399	.000
4	-.242	.110					*	****				26.216	.000
5	.216	.109					.					30.102	.000
6	-.068	.109					.	*				30.498	.000
7	-.217	.108						****				34.552	.000
8	.384	.107					.					47.383	.000
9	-.227	.106					*	****				51.955	.000
10	.043	.106					.					52.118	.000
11	.187	.105					.					55.298	.000
12	-.403	.104					****	****				70.337	.000
13	.309	.103					.					79.310	.000
14	-.098	.102					.	**				80.220	.000
15	-.001	.101					.	*				80.220	.000
16	.037	.101					.					80.352	.000
17	-.122	.100					.	**				81.858	.000
18	.084	.099					.					82.575	.000
19	.056	.098					.					82.899	.000
20	-.130	.097					.	****				84.683	.000
21	.128	.096					.					86.436	.000
22	-.105	.095					.	**				87.643	.000
23	.066	.095					.					88.126	.000
24	.025	.094					.					88.198	.000
25	-.102	.093					.	**				89.408	.000
26	.024	.092					.	*				89.474	.000
27	-.030	.091					.	*				89.584	.000
28	.109	.090					.					91.059	.000
29	-.007	.089					.	*				91.066	.000
30	-.071	.088					.	*				91.724	.000
31	.093	.087					.					92.863	.000
32	-.119	.086					.	**				94.758	.000
33	.054	.085					.					95.167	.000
34	-.022	.084					.	*				95.234	.000
35	-.028	.083					.	*				95.347	.000
36	.113	.082					.					97.229	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 89 Computable first lags after differencing: 75

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสหสัมพันธ์บางส่วน และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (r_{kk}) ของข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เมื่อหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



จากคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_k) และคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (r_{kk}) ของข้อมูลอนุกรมเวลาเมื่อหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง พบว่ามีลักษณะเป็น สเตชันนารี หรือข้อมูลคงที่ ดังนั้นจึงสามารถกำหนดรูปแบบการพยากรณ์ของข้อมูลได้เป็น รูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1)₁₂

สมการ 5 ตัวแบบสมการพยากรณ์ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของ Box – Jenkins

ตัวแบบสมการพยากรณ์

$$Z_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \phi_{12} B^{12})\epsilon_t$$

หรือ

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \phi_{12} e_{t-12} + \theta_1 \phi_{12} e_{t-12}$$

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าประมาณรูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1)₁₂ ของค่าใช้จ่ายไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550

ตัวแปร	ค่าประมาณ	ค่าความคลาดเคลื่อน	t - test	APPROX. PROB.
MA1	0.8012	0.07619	10.5159	0.00000000
SMA1	0.4968	0.13906	3.5721	0.00062712

จากตาราง เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA1) และค่าสัมประสิทธิ์ฤดูกาลเฉลี่ยเคลื่อนที่ (SMA1) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทั้งสองค่า มีค่าประมาณ 0.8012 และ 0.4968 ตามลำดับ และจากการทดสอบความเหมาะสมของค่าสัมประสิทธิ์ทั้งสองค่า พบว่าได้ค่าสถิติทดสอบเท่ากับ 10.5159 และ 3.5721 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทั้งสองในสมการพยากรณ์ได้

สมการ 6 สมการพยากรณ์ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของ Box – Jenkins รูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1)₁₂

$$Z_t = (1 - 0.8012B)(1 - 0.4968B^{12})\epsilon_t \quad \text{หรือ}$$

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - 0.8012e_{t-1} - 0.4968e_{t-12} + (0.8012 \times 0.4968)e_{t-12}$$

ตอนที่ 3 การพยากรณ์และการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ระหว่างเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 พบว่าลักษณะของข้อมูลเป็นลักษณะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อศึกษาถึงคาบของข้อมูล พบว่ามีลักษณะเป็นฤดูกาล และเมื่อทำการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยเทคนิคต่างๆ ทั้ง 3 เทคนิคแล้ว จึงทำการพยากรณ์และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.10 การพยากรณ์และการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์ ระหว่างเดือน มกราคม ถึงเดือน พฤษภาคม 2551

เดือน	ค่าไฟฟ้า	แยกส่วน	วินเตอร์	Box – Jenkins
มกราคม 2551	807,509.31	687,370.15	689,215.62	752,646.09
กุมภาพันธ์ 2551	797,240.50	850,657.26	882,361.06	925,161.72
มีนาคม 2551	780,340.04	854,931.50	889,436.50	935,146.86
เมษายน 2551	751,635.67	837,145.99	873,613.01	822,751.43
พฤษภาคม 2551	536,430.92	861,835.22	887,962.42	827,805.76
ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์		20.63487	24.21331	21.29136

F = 0.039 sig = 0.9624

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ของสมการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ของการพยากรณ์แบบแยกส่วน มีค่าน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่การพยากรณ์ด้วยวิธี Box – Jenkins และ การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์ ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์สูงสุด ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ทั้ง 3 วิธี ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) พบว่าทั้ง 3 วิธีมีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่ารูปแบบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ให้ค่าการพยากรณ์ค่าไฟฟ้ารายเดือนของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยศึกษาถึงความเคลื่อนไหวของข้อมูลค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งมีวัตถุประสงค์ วิธื่อดำเนินการวิจัย และผลสรุปดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของแบบจำลองการพยากรณ์ ซึ่งได้จากเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา จากค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
- 2) เพื่อนำแบบจำลองการพยากรณ์ข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ประกอบการวางแผนค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามในอนาคต

2. วิธื่อดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพยากรณ์ค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้วยรูปแบบการพยากรณ์อนุกรมเวลารูปแบบต่างๆ โดยทำการรวบรวมข้อมูลค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 โดยใช้ข้อมูลเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ในรูปแบบต่างๆ และใช้ข้อมูล เดือน มกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 เป็นข้อมูลสำหรับการตรวจสอบผลของการพยากรณ์ของรูปแบบการพยากรณ์ที่สร้างขึ้น

หน่วยวิเคราะห์

หน่วยที่ใช้วิเคราะห์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ ค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยข้อมูลใช้รายเดือน ระหว่างเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551 รวมทั้งสิ้น 94 ชุดข้อมูล

เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยกำหนดรูปแบบของการพยากรณ์ จำแนกตามรูปแบบของการพยากรณ์ 3 รูปแบบ คือ

1. เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน
 - 1) การหาค่าแนวโน้มของข้อมูล
 - 2) การหาค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูล

2. เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ
 - 1) การทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์
3. เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins
 - 1) การวิเคราะห์ตัวแบบ ARIMA ที่มีแนวโน้มและฤดูกาล

การวิเคราะห์และการประมวลผลข้อมูล

เมื่อทำการกำหนดรูปแบบการพยากรณ์ ในแต่ละเทคนิควิธีแล้ว จึงทำการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel และโปรแกรม SPSS for Windows เพื่อทำการสร้างสมการพยากรณ์ และหาค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละสมการ

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปแบบการพยากรณ์ ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีด้วย การหาค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error : MAPE)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. สถิติเพื่อวิเคราะห์และสร้างสมการพยากรณ์ ซึ่งประกอบด้วยสถิติต่างๆ ดังนี้
 - 1) สถิติการพยากรณ์แบบแยกส่วน
 - 2) สถิติการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบ
 - 3) สถิติการพยากรณ์ Box – Jenkins
2. สถิติอนุमान เป็นสถิติเพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ด้วยค่า Mean Square Error (MSE) และสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

3. สรุปผลการวิจัย

ลักษณะของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์

จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของข้อมูลเบื้องต้น ของค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 89 ชุดข้อมูล ด้วยการสร้างตารางข้อมูลและสร้างกราฟเส้น พบว่าข้อมูลมีลักษณะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และขณะเดียวกันเมื่อศึกษาถึงคาบของข้อมูล พบว่ามีอาการซ้ำกันในลักษณะเป็นฤดูกาล ซึ่งหมายความว่าข้อมูลมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงซ้ำเดิมในช่วงเวลาสั้นๆ ภายใน 1 ปี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน

จากการวิเคราะห์การถดถอย ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่า เวลาที่มีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยเวลาสามารถอธิบายความผันแปรของค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ได้ถึงร้อยละ 58.93 และสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อน ประมาณ $1.1664E+12$ และจากการวิเคราะห์ค่าดัชนีฤดูกาลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม พบว่า ดัชนีฤดูกาลของเดือนมกราคม และ เดือนธันวาคม มีค่าน้อยที่สุด และพบว่า ดัชนีฤดูกาลของ เดือนมิถุนายน กรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน มีค่าดัชนีฤดูกาลสูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลาของทั้ง 4 เดือนดังกล่าว นั้น เป็นฤดูกาลที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ดังกล่าว ได้สมการพยากรณ์แบบแยกส่วนคือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้า} &= \text{แนวโน้มค่าไฟฟ้า} \times \text{ดัชนีฤดูกาล} \\ &= [417,716.5692 + 5,337.4933(\text{หน่วยเวลา})] \times \text{ดัชนีฤดูกาล} \end{aligned}$$

ค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็น บาท

แนวโน้มค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็น บาท

หน่วยเวลา มีหน่วยเป็น ปี จุดเริ่มต้น เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550 เมื่อทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ของวินเตอร์ โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของวิธีการ พบว่า ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ทำให้สมการพยากรณ์ของวินเตอร์ ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดประกอบด้วย ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.17 ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม (γ) เท่ากับ 0.00 และค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล (δ) เท่ากับ 0.00 ซึ่งค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ $3.4436E+11$

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins

จากการพิจารณาภาพคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์ (r_k) และ จากคอเรลโรแกรมของค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (r_{kk}) (ACF และ PACF) พบว่าข้อมูลมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อจำนวนคาบเพิ่มมากขึ้น ค่า r_6 และ r_{18} ต่ำกว่าค่าข้างเคียง ส่วนค่า r_{12} และ r_{24} สูงกว่าค่าข้างเคียง และมีลักษณะการเคลื่อนไหวเป็นคลื่นทุกๆ 12 ช่วงเวลา ลักษณะดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า อนุกรมเวลาชุดนี้ มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เป็นสเตชันนารี หรือ ไม่คงที่ ต้องมีการปรับให้เป็นสเตชันนารี หรือข้อมูลคงที่ก่อนนำมาวิเคราะห์ ซึ่งกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล การปรับให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้น ทำได้ด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

ซึ่งภายหลังจากการปรับค่าข้อมูลด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล 1 ครั้งพบว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นสเตชันนารี หรือข้อมูลคงที่ ดังนั้นจึงสามารถกำหนดรูปแบบการพยากรณ์ของข้อมูลได้เป็น รูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1)₁₂ และจากการวิเคราะห์ ทำให้ได้รูปแบบของสมการพยากรณ์คือ

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - 0.8012e_{t-1} - 0.4968e_{t-12} + (0.8012 \times 0.4968)e_{t-12}$$

การพยากรณ์และการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์

เมื่อทำการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยเทคนิคต่างๆ ทั้ง 3 เทคนิคแล้ว จึงทำการพยากรณ์และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของสมการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) ซึ่งพบว่า การพยากรณ์แบบแยกส่วน มีค่าน้อยคลาดเคลื่อนที่สุด รองลงมาได้แก่การพยากรณ์ด้วยวิธี Box – Jenkins และ การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์ ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์สูงสุด ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ทั้ง 3 วิธี ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) พบว่าทั้ง 3 วิธีมีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ให้ค่าการพยากรณ์ค่าไฟฟ้ารายเดือนของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามไม่แตกต่างกัน

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ทราบว่า ค่าไฟฟ้ารายเดือนของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มีลักษณะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และขณะเดียวกันเมื่อศึกษาถึงคาบของข้อมูลพบว่ามีการซ้ำกันในลักษณะเป็นฤดูกาล ซึ่งหมายความว่าข้อมูลมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงซ้ำเดิมในช่วงเวลาสั้นๆ ภายใน 1 ปี ซึ่งจากลักษณะดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า มหาวิทยาลัยมีการใช้ไฟฟ้า ใน

แต่ละปีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจาก มหาวิทยาลัย มีการขยายตัวของอาคารเรียน อาคารสำนักงาน รวมถึง สาธารณูปโภคอื่นๆ ที่ต้องใช้ไฟฟ้า อีกทั้งลักษณะของข้อมูลยังแสดงให้เห็นถึง คาบของฤดูกาล ที่การใช้ไฟฟ้าที่สอดคล้องกับการเปิดภาคเรียนของนักศึกษา และ สอดคล้องกับ ฤดูกาลของประเทศไทย โดยที่ช่วงเดือน พฤษภาคม – กันยายน ค่าไฟฟ้าของแต่ละปี จะมีลักษณะ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะเดียวกัน ช่วงเดือน พฤศจิกายน – มกราคม ซึ่งเป็นช่วงหน้าหนาวของทุกปี ค่าไฟฟ้าจะลดลง และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เป็นเช่นนี้เกือบทุกปี

จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยกำหนดรูปแบบของการพยากรณ์ จำแนกตามรูปแบบของ การพยากรณ์ 3 รูปแบบ คือ

- 1) เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน ด้วยการหาค่าแนวโน้มของข้อมูลและ การหาค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูล
- 2) เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบด้วย วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์
- 3) เทคนิค การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins ด้วยการวิเคราะห์ตัวแบบ ARIMA ที่มีแนวโน้มและฤดูกาล

ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์ทั้ง 3 รูปแบบ ต่างเหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลหอนุกรมเวลา ที่มี แนวโน้มและฤดูกาล โดยผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าทั้ง 3 เทคนิค ต่างให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ ใกล้เคียงกัน โดยการพยากรณ์แบบแยกส่วน มีค่าน้อยคลาดเคลื่อนที่สุด รองลงมาได้แก่การ พยากรณ์ด้วยวิธี Box – Jenkins และ การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์

สำหรับความยาก – ง่าย ของแต่ละเทคนิค พบว่า แต่ละเทคนิคต่างมีความยาก – ง่าย ต่อการ วิเคราะห์ต่างกัน โดยเทคนิคการพยากรณ์แบบแยกส่วนเป็นเทคนิคที่ค่อนข้างง่ายที่สุดในการ คำนวณ แต่ยุ่งยากในขั้นตอนและรายละเอียด สำหรับเทคนิควิธีการทำให้เรียบด้วยวิธีการทำให้เรียบ แบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์ เป็นเทคนิคที่ซับซ้อนและยากกว่าเทคนิคการพยากรณ์ แบบแยกส่วน แต่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการประมวลผล จึงไม่เกิดปัญหาในขั้นตอนการ วิเคราะห์ สำหรับเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins ด้วยการวิเคราะห์ตัวแบบ ARIMA ที่มี แนวโน้มและฤดูกาล เป็นเทคนิคที่ยากและซับซ้อนที่สุด ทั้งนี้เพราะเทคนิค Box – Jenkins ผู้ วิเคราะห์ต้องทำการทดลองตัวแบบ ARIMA หลายๆ ตัวแบบ และคัดสรรตัวแบบที่ให้ค่าความ คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ขณะเดียวกันเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง ตัวแบบ ARIMA ที่นำมาวิเคราะห์ ในขั้นแรก ก็อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน แต่ทั้งนี้เทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box – Jenkins ก็ สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการประมวลผล ซึ่งทำให้ลดเวลาในการสร้างสมการพยากรณ์ลง ได้เช่นกัน

5. ข้อเสนอแนะการวิจัย

เนื่องจากการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นภาวะที่เคลื่อนไหวอยู่เสมอ ไม่หยุดนิ่ง อีกทั้งการขยายตัวของมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน มีอัตราการขยายตัวของอาคารค่อนข้างสูง และยังรวมถึงการเกิดขึ้นของหอพักนักศึกษาหญิง ที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ไฟฟ้า ซึ่งอาจทำให้รูปแบบการพยากรณ์ต้องเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของข้อมูล โดยสามารถสังเกตได้จากการแกว่งตัวที่ไม่สม่ำเสมอของข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาและติดตามลักษณะของข้อมูลเพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนในอนาคต

1) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับค่าไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เช่น สำนักแผนและพัฒนา กองคลัง รวมถึง สำนักงานอธิการบดี ควรตระหนักถึงความสำคัญของค่าไฟฟ้า ที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต จึงควรมีการพยากรณ์ล่วงหน้า เพื่อนำข้อมูลจากการพยากรณ์ไปใช้เป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนค่าสาธารณูปโภค ด้านไฟฟ้า
2. มหาวิทยาลัย ควรมีการเสนอข้อมูลค่าไฟฟ้า รวมถึง ค่าสาธารณูปโภคอื่นๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บุคลากรในองค์กร เกิดความตระหนักถึงภาระค่าใช้จ่ายของมหาวิทยาลัย

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาและติดตามลักษณะของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงรูปแบบของเทคนิคการพยากรณ์ที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของข้อมูล
2. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลกับค่าไฟฟ้า อาทิ จำนวนประชากรผู้ใช้ไฟฟ้า ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวนอาคาร จำนวนกิจกรรม – โครงการ อื่นๆ ที่จัดในมหาวิทยาลัย ทั้งนี้เพื่อต่อยอดงานวิจัยให้เป็นการศึกษาในรูปแบบอื่นๆ

บรรณานุกรม

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2545). “การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย”. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539.
- ครุฑฤทธิ์ สิทธิกุล. (2540). “การศึกษาพฤติกรรมราคาและการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญกรณีศึกษา : ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพด กุ้งกุลาดำ”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 น.
- จักรกฤษ กิตตินภากุล (2543). “การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลตามฤดูกาลโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเตอร์”. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ชีวิน กันธอายุ. (2547). “การพยากรณ์ราคาของพาราด้วยวิธีอาร์มา”. การค้นคว้าแบบอิสระ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2539). “เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ”. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์
- นริสา สมุทรสาคร. (2547). “การพยากรณ์ราคาทองคำด้วยวิธีอาร์มา”. การค้นคว้าแบบอิสระ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประภัสสร เฟื่องน้อย. (2547). “การพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ด้วยวิธี ARIMA”. การค้นคว้าแบบอิสระ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิรพงษ์ เหลี่ยมศิริเจริญ. (2547). “การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเซรามิกโดยวิธี ARIMA”. การค้นคว้าแบบอิสระ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เรวัต วงศ์การุณย์. (2545). “การทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยด้วยแบบจำลอง ARIMA”. การค้นคว้าแบบอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต การจัดการการเงินและธนาคาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วชิราภรณ์ วงศ์ษาเดช (2543). “การพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยการเปรียบเทียบวิธีคลาสสิกและวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์”. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล (2549). “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาทองคำรูปพรรณรายวันระหว่างวิธีการพยากรณ์ของไฮลด์ วิธีการพยากรณ์ของ Box – Jenkins และวิธีการพยากรณ์รวม”. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. 14, (2) : 9 – 16.

วิจิต หล่อจิระชุมห์กุล และคณะฯ (2539). “เทคนิคการพยากรณ์”. โครงการส่งเสริมเอกสาร
 วิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
 สมเกียรติ เกตุเอี่ยม (2546). “เทคนิคการพยากรณ์”. นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยทักษิณ.
 สุทธิศา นพดลธิยากุล. (2541). “การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีฤดูกาลโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์”. การ
 คำนวณแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 สุรพงษ์ สนธิเจริญ. (2547). “การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่งและชิ้นส่วนโดยวิธีARIMA”.
 การคำนวณแบบอิสระเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Alan P. (1983). “Forecasting With Univariate Box-Jenkins Models Concepts And Cases”. New
 York : John Wiley & Sons.

Box, G.E.P., G.M. Jenkins, and G.C. Reinsel. (1994). “Time Series Analysis Forecasting and
 Control”. 3rd edition. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall International.

G.M. Clarke and D. Cooke (1998). “A Basic Course In Statistics”. 4th edition. New York :
 Arnold, a member of the Hodder Headline Group.

John E.H. and Arthur G. R. (1995). “Business Forecasting” 4th edition. Englewood Cliffs, NJ :
 Prentice-Hall International.

Robert A.Y. and M. McGee. (2000). “Introduction to Time Series Analysis and Forecasting with
 Application of SAS and SPSS”. California : Academic Press, INC.

Ronald L. Iman., and Conover, W. J. (1989). “Modern Business Statistics”. 2nd edition. New York :
 John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลลัพธ์จากการหาค่าแนวโน้มของข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VARX ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered.
b. Dependent Variable: VAR

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.739 ^a	.546	.541	117,709.19607

- a. Predictors: (Constant), VARX

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.4E+12	1	1.432E+12	103.377	.000 ^a
	Residual	1.2E+12	86	1.386E+10		
	Total	2.6E+12	87			

- a. Predictors: (Constant), VARX
b. Dependent Variable: VAR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	452332.0	25311.10		17.871	.000
	VARX	5022.472	493.975	.739	10.167	.000

- a. Dependent Variable: VAR

ภาคผนวก ข แสดงค่าพยากรณ์ (Y) ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2543 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551
ด้วยทฤษฎีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน ด้วยตัวแบบการคูณ

เดือน	ปี พ.ศ.											
	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551			
มกราคม		344,217.81	393,239.57	442,261.33	491,283.10	540,304.86	589,326.62	638,348.39	687,370.15			
กุมภาพันธ์		428,496.88	488,805.50	549,114.13	609,422.76	669,731.38	730,040.01	790,348.64	850,657.26			
มีนาคม		433,141.87	493,397.53	553,653.19	613,908.85	674,164.51	734,420.18	794,675.84	854,931.50			
เมษายน		426,542.64	485,200.27	543,857.89	602,515.51	661,173.13	719,830.75	778,488.37	837,145.99			
พฤษภาคม		441,576.21	501,613.21	561,650.21	621,687.22	681,724.22	741,761.22	801,798.22	861,835.22			
มิถุนายน		523,152.24	593,483.52	663,814.79	734,146.07	804,477.34	874,808.62	945,139.90				
กรกฎาคม		571,422.36	647,391.86	723,361.35	799,330.85	875,300.34	951,269.84	1,027,239.33				
สิงหาคม	507,367.15	584,181.98	660,996.81	737,811.63	814,626.46	891,441.29	968,256.12	1,045,070.95				
กันยายน	509,588.77	585,778.69	661,968.61	738,158.54	814,348.46	890,538.38	966,728.30	1,042,918.23				
ตุลาคม	420,475.69	482,568.45	544,661.21	606,753.97	668,846.73	730,939.49	793,032.26	855,125.02				
พฤศจิกายน	446,338.94	511,449.74	576,560.54	641,671.33	706,782.13	771,892.93	837,003.73	902,114.53				
ธันวาคม	373,329.64	427,135.93	480,942.22	534,748.51	588,554.81	642,361.10	696,167.39	749,973.68				

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเตอร์ เมื่อกำหนดให้ค่าเริ่มต้นของค่าคงที่เป็น

- 1) ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ (α) กำหนดค่าระหว่าง 0 - 1
- 2) ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม (γ) กำหนดค่าระหว่าง 0 - 1
- 3) ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล (δ) กำหนดค่าระหว่าง 0 - 1

โดยกำหนดช่วงระยะห่างของค่าพารามิเตอร์ เป็น 0.01

MODEL: MOD_1.

-

Results of EXSMOOTH procedure for Variable VAR
MODEL= WINTERS (Linear trend, multiplicative seasonality)

Seasonal indices:

1	120.82995
2	118.69264
3	96.75607
4	98.73092
5	84.81550
6	74.66530
7	95.01450
8	95.20375
9	92.95425
10	93.92284
11	109.83228
12	118.58201

-

Results of EXSMOOTH procedure for Variable VAR (CONTINUED)
MODEL= WINTERS (Linear trend, multiplicative seasonality) Period= 12

Initial values:	Series	Trend
	444436.97938	5585.85247

DFE = 76.

The 10 smallest SSE's are:	Alpha	Gamma	Delta	SSE
	.1700000	.0000000	.0000000	344364746685
	.1600000	.0000000	.0000000	344414994300
	.1800000	.0000000	.0000000	344554480307
	.1500000	.0000000	.0000000	344741998158
	.1900000	.0000000	.0000000	344953806673
	.1400000	.0000000	.0000000	345390568322
	.2000000	.0000000	.0000000	345537411290
	.2100000	.0000000	.0000000	346284023782
	.1300000	.0000000	.0000000	346415575572
	.2200000	.0000000	.0000000	347175616959

The following new variables are being created:

NAME	LABEL
FIT_1	Fit for VAR from EXSMOOTH, MOD_1 WI A .17 G .00 D .00
ERR_1	Error for VAR from EXSMOOTH, MOD_1 WI A .17 G .00 D .00

ภาคผนวก ง แสดงค่าพยากรณ์ (\hat{Y}) ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2543 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

ตัววิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ด้วยวิธีของวินเทอร์ เมื่อ $\alpha = 0.17$, $\gamma = 0.00$ และ $\delta = 0.00$

และใช้ค่าดัชนีฤดูกาลจากการคำนวณด้วยวิธีอัตราส่วนต่อค่าแนวโน้ม

เดือน	ปี พ.ศ.											
	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551			
มกราคม		340,933.46	405,986.95	447,634.99	463,616.27	503,769.90	537,453.55	647,086.34	689,215.62			
กุมภาพันธ์		450,461.06	516,130.52	566,950.63	592,001.91	654,128.78	663,185.33	850,588.90	882,361.06			
มีนาคม		460,015.22	520,627.20	557,588.79	590,745.87	657,384.52	703,486.36	853,198.70	889,436.50			
เมษายน		451,955.50	511,388.88	542,934.33	582,469.19	642,435.86	709,426.04	839,999.58	873,613.01			
พฤษภาคม		469,371.17	537,427.25	555,827.79	589,441.02	646,494.58	716,434.40	832,002.47	887,962.42			
มิถุนายน		569,997.70	636,047.91	658,654.10	701,935.52	750,846.28	838,378.63	954,750.99				
กรกฎาคม		617,353.56	689,905.67	704,357.34	766,402.19	817,304.40	913,151.84	1,064,248.88				
สิงหาคม	543,762.34	637,117.18	697,239.62	712,719.93	791,464.77	832,867.05	957,563.87	1,104,035.57				
กันยายน	539,616.64	646,658.03	687,547.01	705,062.46	784,965.26	811,505.30	944,909.37	1,080,250.78				
ตุลาคม	440,377.60	524,277.80	569,163.82	574,688.85	652,441.15	667,435.69	767,771.03	902,600.36				
พฤศจิกายน	451,198.90	533,818.36	575,431.87	592,391.06	662,275.77	694,153.79	817,571.11	925,597.62				
ธันวาคม	377,534.01	457,147.54	499,061.02	521,959.47	576,556.42	604,975.36	726,705.28	793,206.45				

ภาคผนวก จ ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคการพยากรณ์วิธีของ Box - Jenkins
ด้วยรูปแบบ ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

MODEL: MOD_2

Model Description:

Variable: VAR
Regressors: NONE

Non-seasonal differencing: 1
Seasonal differencing: 1
Length of Seasonal Cycle: 12

Parameters:

MA1 _____ < value originating from estimation >
SMA1 _____ < value originating from estimation >

95.00 percent confidence intervals will be generated.

Split group number: 1 Series length: 89
No missing data.
Melard's algorithm will be used for estimation.

-

Termination criteria:

Parameter epsilon: .001
Maximum Marquardt constant: 1.00E+09
SSQ Percentage: .001
Maximum number of iterations: 10

Initial values:

MA1 .64152
SMA1 .48136

Marquardt constant = .001
Adjusted sum of squares = 492333720915.6

Iteration History:

Iteration	Adj. Sum of Squares	Marquardt Constant
1	477793022632.3	.00100000
2	477480695935.3	.00010000
3	477446924678.5	.00001000
4	477435658223.3	.00000100
5	477430023997.7	.00000010

-

Conclusion of estimation phase.
Estimation terminated at iteration number 6 because:
Sum of squares decreased by less than .001 percent.

FINAL PARAMETERS:

Number of residuals 76
Standard error 77980.815
Log likelihood -965.17554
AIC 1934.3511
SBC 1939.0125

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	74	477427619123.6	6081007542.0

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
MA1	.80115039	.07618451	10.515922	.00000000
SMA1	.49675311	.13906456	3.572104	.00062712

Covariance Matrix:

	MA1	SMA1
MA1	.00580408	-.00107389
SMA1	-.00107389	.01933895

Correlation Matrix:

	MA1	SMA1
MA1	1.0000000	-.1013620
SMA1	-.1013620	1.0000000

The following new variables are being created:

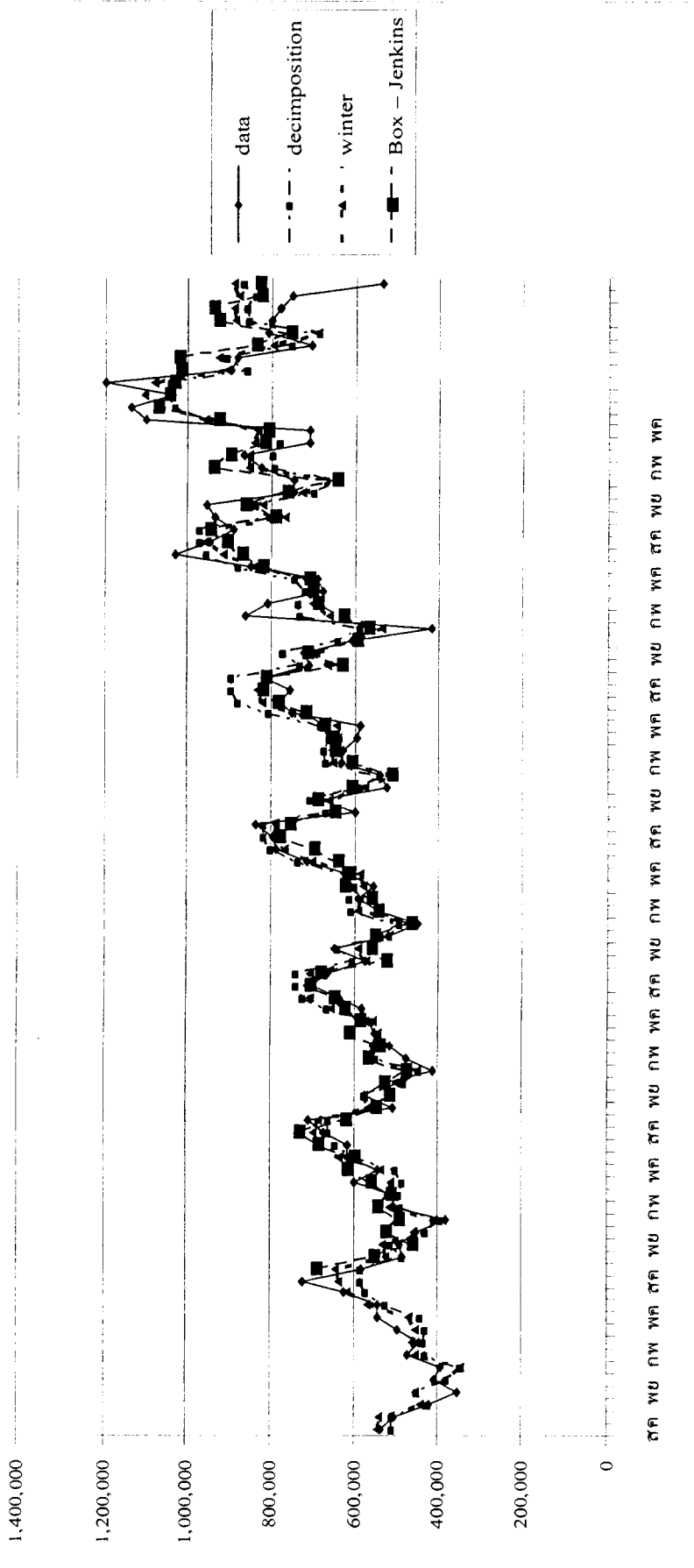
Name	Label
FIT_2	Fit for VAR from ARIMA, MOD_2 NOCON
ERR_2	Error for VAR from ARIMA, MOD_2 NOCON
LCL_2	95% LCL for VAR from ARIMA, MOD_2 NOCON
UCL_2	95% UCL for VAR from ARIMA, MOD_2 NOCON
SEP_2	SE of fit for VAR from ARIMA, MOD_2 NOCON

ภาคผนวก จ แสดงค่าพยากรณ์ (\hat{Y}) ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2543 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ.

2551 ด้วยการใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ของ Box – Jenkins รูปแบบ ARIMA(0,1,1) (0,1,1)₁₂

เดือน	ปี พ.ศ.										
	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551			
มกราคม		493,305.14	477,244.37	462,175.35	513,627.09	568,391.90	646,652.25	752,646.09			
กุมภาพันธ์		543,646.49	570,093.94	543,273.44	609,856.37	631,200.98	936,425.13	925,161.72			
มีนาคม		510,807.38	542,406.97	562,796.60	648,033.70	690,966.76	894,688.32	935,146.86			
เมษายน		559,893.97	613,491.09	624,556.29	653,092.62	701,901.29	816,202.48	822,751.43			
พฤษภาคม		617,866.43	587,234.10	611,714.35	675,224.15	709,953.85	807,945.76	827,805.76			
มิถุนายน		602,697.19	627,087.68	643,436.89	718,666.83	817,016.96	922,859.10				
กรกฎาคม		686,060.39	651,135.96	699,258.18	784,351.39	866,121.46	1,072,877.24				
สิงหาคม		730,986.81	707,658.77	780,377.56	818,608.38	903,692.93	1,044,461.30				
กันยายน	689,368.78	621,303.04	681,893.39	752,681.25	810,364.63	945,053.15	1,031,936.90				
ตุลาคม	551,924.99	548,208.63	525,882.98	649,665.35	632,865.68	792,697.83	1,017,927.85				
พฤศจิกายน	458,790.06	514,675.21	561,208.57	688,688.07	713,763.82	857,939.32	1,022,168.91				
ธันวาคม	525,509.32	527,326.24	553,209.94	609,646.46	596,641.56	761,740.08	834,117.06				

ภาคผนวก ข กราฟเส้นเปรียบเทียบระหว่าง ค่าไฟฟ้าจริง , ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วน , ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ และค่าพยากรณ์ด้วย Box – Jenkins



กราฟเส้นเปรียบเทียบระหว่าง ค่าไฟฟ้าจริง , ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วน , ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ และค่าพยากรณ์ด้วย Box – Jenkins

ภาคผนวก ช ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์(MAPE) ของการพยากรณ์แบบแยกส่วน การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์และการพยากรณ์ด้วยวิธี Box – Jenkins

Descriptives

MAPE

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Decomposition	5	.2063	.22571	.10094	-.0739	.4866	.07	.61
Winter	5	.2421	.23186	.10369	-.0458	.5300	.11	.66
Box Jenkins	5	.2129	.19173	.08575	-.0252	.4510	.07	.54
Total	15	.2205	.20169	.05208	.1088	.3322	.07	.66

Test of Homogeneity of Variances

MAPE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.089	2	12	.915

ANOVA

MAPE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.003629	2	0.0018145	0.0384792	0.9623699
Within Groups	0.565864	12	0.0471553		
Total	0.569493	14			

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล : นายบัญชา ศรีสมบัติ
: Mr.Buncha Srisombut

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน : 2650100016988

ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ระดับ 7

สถานที่ทำงาน : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

ที่อยู่ปัจจุบัน : 1/25 ถนนสนามบิน ต.ในเมือง อ.เมือง จ. พิษณุโลก 65000
โทร 08-9703-0755 E-mail : cha_srisombut@hotmail.com
: ccc_cha@hotmail.com
: Buncha@psru.ac.th

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542 : วท.บ. เกียรตินิยมอันดับ 2 (สถิติประยุกต์) สถาบันราชภัฏ
พิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
พ.ศ. 2544 : วท.ม. (สถิติประยุกต์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
พ.ศ. 2546 : ทล.บ. (เทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ) มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมมาธิราช
จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2549 : ศศ.ม. (พัฒนาสังคม) มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

สาขาที่มีความชำนาญ : สถิติประยุกต์ , โปรแกรมประยุกต์สำหรับการประมวลผลทางสถิติ
การวิจัยทางสังคมศาสตร์ และ การพัฒนาสังคม

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- 1) สถิติวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการฝึกงานของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ฯ
สถาบันราชภัฏกลุ่มภาคเหนือตอนล่าง (การศึกษาอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2544)

- 2) เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ กรณีศึกษาเทคนิคการพยากรณ์การกรองแบบปรับได้ เปรียบเทียบกับเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบ Box – Jenkins การเปลี่ยนแปลงค่าเงินบาท เทียบกับค่า เงินดอลลาร์ (งานวิจัยร่วมกับ นายธีรพงษ์ แสนทวิสุข พ.ศ.2550)
- 3) เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ Box-Jenkins กรณีศึกษาราคาน้ำมันดีเซลในประเทศไทย ระหว่างปี 2542 – 2549 (งานวิจัยร่วมกับ นายพันธ์ศักดิ์ เพชรรัตน์ พ.ศ.2550)
- 4) การวิเคราะห์ ระบบการช่วยเหลือผู้ประสบภัย กรณีศึกษาผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม จังหวัดอุดรดิตถ์ (การศึกษาอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2550)
- 5) บทบาทของครัวเรือนต่อการดูแลผู้สูงอายุ กรณีศึกษาครัวเรือนที่ดูแลผู้สูงอายุ ในเขตเทศบาลนคร จังหวัดพิษณุโลก (วิทยานิพนธ์ พ.ศ.2550)

งานวิจัยที่กำลังดำเนินการ

- 1) โครงการเสริมสร้างการบริหารจัดการคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมของชุมชนบริเวณเขื่อนแควน้อย (อยู่ระหว่างดำเนินการ คาดว่าจะเสร็จสิ้น พ.ศ.2551)