



รายงานการวิเคราะห์

การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นายเสนีย์ ทรัพย์บุญเลิศมา

นักเทคโนโลยีสารสนเทศ

ระดับปฏิบัติการ

บทสรุป

มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นองค์กรที่มีคุณภาพการศึกษา การวิจัย การบริหารจัดการที่ดี ตลอดจนมีความสามารถในการบริหารจัดการทรัพยากร ซึ่งจากการเป็นองค์กรที่มีคุณภาพทำให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นเป้าหมายของนักเรียน นักศึกษาในการเข้ารับการศึกษ และเป็นเป้าหมายสำหรับประชาชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการสมัครเข้าทำงานเพื่อเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัย หรือความต้องการใช้พื้นที่เพื่อประกอบธุรกิจภายในมหาวิทยาลัย โดยในการจัดสรรสวัสดิการและพื้นที่ดังกล่าวแล้วแต่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินชีวิตประจำวัน และดำเนินธุรกิจทั้งสิ้น จากสถิติในการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอาคาร สถานที่ ร้านค้า ผู้พักอาศัยและนักศึกษา

จากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยในการดำเนินงานวิเคราะห์ผู้วิเคราะห์ได้รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 และแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าเป็น 3 กลุ่มคือ 1) คณะ หน่วยงาน 2) ผู้ประกอบการ และ 3) ที่พักอาศัย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แนวโน้มและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เทคนิคในการพยากรณ์ 2 วิธีคือ วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition) และวิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์จึงคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD (Mean Square Deviation) จากตัวแบบพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และนำตัวแบบพยากรณ์นั้นเพื่อใช้ในการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า โดยจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมหรือประสิทธิภาพของตัวแบบอีกครั้งระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ที่ได้ ว่ามีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเท่าใดด้วยค่าวัดความคลาดเคลื่อน MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

ผลการดำเนินงานวิเคราะห์ของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้ง กลุ่ม คณะ หน่วยงาน ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล กลุ่มผู้ประกอบการ ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีการพยากรณ์ คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์(Holt-Winters Method) และกลุ่มที่พักอาศัย ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล เมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบด้วยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในอนาคตของ 12 เดือน คือ เดือนมิถุนายน 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2563 ซึ่งค่า MAPE ที่ได้มีค่าร้อยละ 10.71 , 37.25 และ 23.35 ตามลำดับ

คำนำ

การวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า และนำตัวแบบมาใช้พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยผู้วิเคราะห์ได้รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 และแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มคณะ หน่วยงาน กลุ่มผู้ประกอบการ และกลุ่มที่พักอาศัย โดยนำมาวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อศึกษาความเคลื่อนไหวขึ้นลง หรือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลตามวงจรระยะเวลา ตลอดจนดูแนวโน้มของข้อมูลเพื่อคาดคะเนหรือพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์คือ วิธีแยกส่วนประกอบ(Decomposition) และวิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method) ซึ่งผลการดำเนินงานวิเคราะห์นี้สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตจากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม อีกทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมได้จากข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงและเก็บรวบรวมเพิ่มขึ้น เพื่อให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ในการวางแผนการตัดสินใจ ในการขยายระบบการให้บริการและกำหนดอัตราการจัดเก็บค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมในอนาคตได้

นายเสนีย์ ทรัพย์บุญเลิศมา

สารบัญ

หน้า

บทสรุป	
คำนำ	
สารบัญ	
สารบัญรูป	
สารบัญตาราง	
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิเคราะห์	2
ขอบเขตของการศึกษาวิเคราะห์	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับของการศึกษาวิเคราะห์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง	
การพยากรณ์	3
ประโยชน์ของการพยากรณ์	3
การแบ่งช่วงเวลาพยากรณ์	4
เทคนิคการพยากรณ์	7
การเลือกเทคนิคในการพยากรณ์	8
การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์	10
งานวิเคราะห์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์	
ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	12
ทฤษฎีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์	12
เทคนิคการพยากรณ์	13
วิธีการแยกส่วนประกอบ	13
วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล	14
Winters' Method	15
การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	
การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน	19
เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน	20
เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากับข้อมูลจริง	37
การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต	39
เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต	39
เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากับข้อมูลจริง	53
การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ	55
เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ	56
เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากับข้อมูลจริง	72
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิเคราะห์	74
ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ตารางแสดงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	78
ภาคผนวก ข. วิธีการคำนวณดัชนีฤดูกาล คณะ หน่วยงาน	84
ภาคผนวก ค. วิธีการคำนวณดัชนีฤดูกาล ที่พักอาศัย แพลต	91
ภาคผนวก ง. วิธีการคำนวณดัชนีฤดูกาล ประเภทผู้ประกอบการ	98
ภาคผนวก จ. วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา	105
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล	
ภาคผนวก ฉ. วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา	111
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล	

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1 กราฟอนุกรมเวลาของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2562	19
4.2 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล โดยวิธี การแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ	20
4.3 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้ม และฤดูกาลกลุ่มคณะ หน่วยงาน	22
4.4 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล โดยวิธีการแยก ส่วนประกอบแบบผลคูณ	23
4.5 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มคณะ หน่วยงาน	25
4.6 กราฟแสดงวิธีการปรับรูปแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มคณะ หน่วยงาน	35
4.7 กราฟอนุกรมเวลาของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2562	39
4.8 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล โดยวิธีการ แยกส่วนประกอบแบบผลคูณ	40
4.9 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มที่พักอาศัย แพลต	41
4.10 กราฟแสดงวิธีการปรับรูปแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มที่พักอาศัย แพลต	51
4.11 กราฟอนุกรมเวลาของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2562	55
4.12 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้า	56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
กลุ่มผู้ประกอบการตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ	
4.13 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้ม และฤดูกาลกลุ่มผู้ประกอบการ	57
4.14 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้า กลุ่มผู้ประกอบการ	59
4.15 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพล จากฤดูกาลกลุ่มผู้ประกอบการ	59
4.16 กราฟแสดงวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มผู้ประกอบการ	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มคณะ หน่วยงาน	21
4.2 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล กลุ่มคณะ หน่วยงาน	22
4.3 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มคณะ หน่วยงาน	24
4.4 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มคณะ หน่วยงาน	25
4.5 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อน และค่าคงที่ปรับเรียบ กลุ่มคณะ หน่วยงาน	34
4.6 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มคณะ หน่วยงาน	35
4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน กลุ่มคณะ หน่วยงาน	36
4.8 แสดงค่าพยากรณ์ 12 เดือน กลุ่มคณะ หน่วยงาน	37
4.9 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ กลุ่มคณะ หน่วยงาน	38
4.10 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มที่פקอาศัย แพลต	40
4.11 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มที่פקอาศัย แพลต	41
4.12 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อน และค่าคงที่ปรับเรียบ กลุ่มที่פקอาศัย แพลต	50
4.13 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มที่פקอาศัย แพลต	51
4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน กลุ่มที่פקอาศัย แพลต	52
4.15 แสดงค่าพยากรณ์ 12 เดือน กลุ่มที่פקอาศัย แพลต	53
4.16 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ กลุ่มפקอาศัย แพลต	54
4.17 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มผู้ประกอบการ	57
4.18 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรม เวลาที่ได้รับอิทธิพล	58

4.19	แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มผู้ประกอบการ	60
4.20	แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อน และค่าคงที่ปรับเรียบ กลุ่มผู้ประกอบการ	69
4.21	แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มผู้ประกอบการ	70
4.22	แสดงการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน กลุ่มผู้ประกอบการ	71
4.23	แสดงค่าพยากรณ์ 12 เดือน กลุ่มผู้ประกอบการ	71
4.24	แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ กลุ่มผู้ประกอบการ	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวัน และเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ สังคม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการดำเนินธุรกิจในทุก ๆ ด้าน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป ซึ่งจากอดีตจนถึงปัจจุบันแนวโน้มของอัตราการใช้ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา

มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นองค์กรที่มีคุณภาพในด้านการศึกษา การวิจัย การบริหารจัดการที่ดี ตลอดจนมีความสามารถในการบริหารจัดการทรัพยากร ทรัพย์สินและทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยให้เกิดประโยชน์สูงสุดและพึ่งพาตนเองได้ ซึ่งจากการเป็นองค์กรที่มีคุณภาพทำให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นเป้าหมายของนักเรียน นักศึกษาในการเข้ารับการศึกษ และเป็นเป้าหมายสำหรับประชาชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการสมัครเข้าทำงานเพื่อเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัย หรือความต้องการใช้พื้นที่เพื่อประกอบธุรกิจภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีการจัดการเรียนการสอน การจัดสรรเกี่ยวกับสวัสดิการด้านที่พักอาศัยสำหรับบุคลากร และจัดสรรพื้นที่เพื่อใช้สำหรับประกอบธุรกิจแก่ประชาชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับทางมหาวิทยาลัย ซึ่งในการจัดสรรสวัสดิการและพื้นที่ดังกล่าว ล้วนแล้วแต่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินชีวิตประจำวัน และดำเนินธุรกิจทั้งสิ้น ประกอบกับงบประมาณที่ทางมหาวิทยาลัยได้ใช้จ่ายค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 328,334,674 บาท (ค่าเฉลี่ย 3 ปีย้อนหลัง) ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มของคณะหน่วยงาน อาคารจำนวน 59 กลุ่ม ที่พักอาศัยประมาณ 2,100 รายและผู้ประกอบการ/ร้านค้าประมาณ 650 ราย

จากสถิติในการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอาคาร สถานที่ ร้านค้า ผู้พักอาศัยและนักศึกษา ดังนั้นจะเห็นว่าพลังงานไฟฟ้ามีความจำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนามหาวิทยาลัย ซึ่งวิธีการที่ช่วยในการจัดการกับทรัพยากรไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพคือการทราบค่าการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในอนาคตที่น่าเชื่อถือ เพื่อให้สามารถวางแผนเพื่อเตรียมงบประมาณ บุคลากร และโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิเคราะห์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1.2.1 เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า ของคณะหน่วยงาน ผู้ประกอบการและที่พักอาศัย ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.2.2 เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า ของคณะหน่วยงาน ผู้ประกอบการและที่พักอาศัย ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิเคราะห์

เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนของปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยจำแนกกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มคณะหน่วยงาน กลุ่มผู้ประกอบการ และกลุ่มที่พักอาศัยภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

1.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าและสร้างตัวแบบพยากรณ์ ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition) และวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

1.3.2 คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD (Mean Square Deviation)

1.3.3 พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า ของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า 3 กลุ่ม ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยทำการตรวจสอบความเหมาะสมหรือประสิทธิภาพของตัวแบบอีกครั้งระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ที่ได้ ว่ามีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใดด้วยค่าวัดความคลาดเคลื่อน MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการศึกษาวิเคราะห์

การศึกษานี้คาดว่าจะเกิดประโยชน์

1.4.1 สามารถพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตจากตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

1.4.2 เพื่อให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ในการวางแผนการตัดสินใจในการขยายระบบการให้บริการและกำหนดอัตราการจัดเก็บค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมในอนาคตได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎี

2.1.1 การพยากรณ์

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในอนาคต และนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจใด ๆ การพยากรณ์นั้นมีบทบาทที่สำคัญกับทุกด้าน ทั้งหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน โดยทั่วไปแล้วการพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลักที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1.1.1 ด้านการเงินและการบัญชี (Finance)

2.1.1.2 ด้านการตลาด (Marketing)

2.1.1.3 ด้านการผลิต (Operation)

2.1.2 ประโยชน์ของการพยากรณ์

การพยากรณ์สามารถนำมาช่วยกำหนดตารางการใช้ทรัพยากรในปัจจุบัน และจะทำให้ทราบว่าทรัพยากรในองค์กรที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอะไรบ้าง เช่น เครื่องจักร แรงงาน เงินสดหมุนเวียน ได้มีการใช้ไปเท่าใด ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และมีลักษณะการใช้อย่างไร ส่งผลให้องค์กรไม่เสียเวลาและงบประมาณไปกับสิ่งที่ไม่จำเป็น ทำให้องค์กรสามารถแสวงหาทรัพยากรอื่น ๆ มาเพิ่มจากข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผน นอกจากนั้นการพยากรณ์สามารถนำไปใช้ในการวางแผนช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต เพื่อให้มีสินค้าเพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค และสามารถต่อสู้กับคู่แข่ง รวมทั้งรักษาสวนแบ่งตลาดได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นแล้วการพยากรณ์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการดำเนินงาน เพื่อตรวจสอบว่าวิธีการหรือกลยุทธ์ที่องค์กรใช้อยู่เป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ หรือใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน โดยประเมินสถานการณ์และสร้างความคาดหวังในอนาคต ส่งผลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีความกระตือรือร้นในการทำงานมากขึ้น

2.1.3 ขั้นตอนพื้นฐานที่ช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนพื้นฐานที่ช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ มีดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ระบุวัตถุประสงค์และทำความเข้าใจเพื่อนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาการพยากรณ์จะครอบคลุมถึง เพื่อเลือกใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม

2.1.3.2 รวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ ถูกต้องตามความเป็นจริง

2.1.3.3 จำแนกประเภทสินค้าที่มีลักษณะของปริมาณความต้องการที่คล้ายกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน พยากรณ์สำหรับกลุ่มสินค้าก่อนแล้วจึงแยกการพยากรณ์เป็นรายสินค้าในแต่ละกลุ่มอีกครั้ง โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกลุ่มและแต่ละลักษณะสินค้าด้วย

2.1.3.4 ระบุข้อจำกัดหรือปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการพยากรณ์และระบุสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการพยากรณ์ด้วย เพื่อผู้ที่นำผลการพยากรณ์ไปใช้จะได้ทราบถึงเงื่อนไขข้อจำกัดที่มีผลต่อค่าพยากรณ์

2.1.3.5 เลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์

2.1.3.6 ตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ที่ได้กับค่าจริงที่เกิดขึ้นเป็นระยะเพื่อปรับวิธีการ หรือสมการที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

2.1.4 การแบ่งช่วงเวลาพยากรณ์

การพยากรณ์แบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลาดังต่อไปนี้

2.1.4.1 การพยากรณ์ระยะทันทีทันใด (Immediate – Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ที่มีช่วงเวลาน้อยกว่า 1 เดือน โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านปฏิบัติงานที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับกลาง และระดับต่ำ เป้าหมายของการพยากรณ์จะมุ่งเพื่อการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นมากกว่าการเปลี่ยนแปลงวิธีการ

2.1.4.2 การพยากรณ์ระยะสั้น (Short - Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ต่ำกว่า 3 เดือน การพยากรณ์ระยะสั้นใช้ในการวางแผนระยะสั้น

2.1.4.3 การพยากรณ์ระยะปานกลาง (Medium - Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่มากกว่า 3 เดือนจนถึง 2 ปี ใช้พยากรณ์ทั้งกลุ่มของสินค้าหรือยอดขายรวมขององค์กร เพื่อใช้ในการวางแผนด้านบุคลากร การวางแผนการผลิต การจัดตารางการผลิตรวม การจัดซื้อ และการกระจายสินค้า ระยะเวลาที่นิยมพยากรณ์คือ 1 ปี เพราะเป็นหนึ่งรอบระยะเวลาบัญชีพอดี การพยากรณ์ระยะปานกลางใช้ในการวางแผนระยะปานกลาง

2.1.4.4 การพยากรณ์ระยะยาว (Long - Term Forecasting) เป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลา 2 ปีขึ้นไป ใช้พยากรณ์ยอดขายรวมขององค์กร เพื่อใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงาน และสิ่งอำนวยความสะดวก การวางแผนกำลังการผลิตและการจัดการกระบวนการผลิตในระยะยาว การพยากรณ์ระยะยาวใช้ในการวางแผนระยะยาว

2.1.5 ลักษณะของข้อมูลความต้องการหรืออุปสงค์

การตัดสินใจทางธุรกิจจำเป็นต้องอาศัย “ข้อมูล (Data)” หรืออาจเรียกว่า “คำสั่งเกต” เพื่อใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ หรือ ปริมาณความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting) ซึ่งจะหมายถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยที่ข้อมูลทางสถิตินั้นไม่ได้หมายความว่าข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้น แต่ยังรวมถึงข้อความหรือผลที่ได้จาก

การสังเกตอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการพยากรณ์ การแบ่งข้อมูลตามระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1.5.1 ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross Sectional Data) เป็นข้อมูลที่เก็บ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ทำการศึกษา เช่น การศึกษาความคิดเห็นของประชาชนต่อการลดการจัดเก็บภาษีน้ำมันของรัฐบาลว่าจะส่งผลต่อการบริโภคและอัตราเงินเฟ้ออย่างไร เป็นการศึกษา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ทำการศึกษา โดยจะศึกษาค่าของข้อมูล ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น และไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของเวลา

2.1.5.2 ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นเทคนิคทางสถิติที่ภาครัฐบาลและภาคธุรกิจสามารถนำไปใช้พยากรณ์ค่าของตัวแปรที่สนใจได้ เช่น ภาคธุรกิจใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในการพยากรณ์ยอดขาย ภาครัฐบาลใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในการพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อ ช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมานักเศรษฐศาสตร์ก็ได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาให้ลึกซึ้งมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้กับทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ หรือทฤษฎีทางธุรกิจและการเงินได้อย่างถูกต้องมากขึ้น จะเห็นว่ามีงานวิจัยทางเศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเงิน นำเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย โดยข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลที่เก็บต่อเนื่องตั้งแต่ต้น จนถึงสุดเวลาที่ระบุ เพื่อมาใช้ในการพยากรณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การศึกษาปริมาณการส่งออกของสินค้าประเภทสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มตั้งแต่ปี 2545 - 2551 โดยอนุกรมเวลาจะหมายถึงค่าของข้อมูล หรือค่าสังเกตที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับของเวลาที่เกิดขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นที่ผู้ประกอบการจะต้องเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้า หรือบริการต่าง ๆ ในอดีตตามช่วงเวลาต่าง ๆ ไว้ การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลดังกล่าวจะเรียกว่า การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Analysis of Time Series) วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาก็เพื่อหารูปแบบของตัวแปรที่เราสนใจ เช่น ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นนั้น เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาหรือไม่ โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอาจจะมีรูปแบบหรือไม่ก็ได้ ช่วงเวลาที่เก็บบันทึกข้อมูลก็จะสามารถบันทึกเป็นรายชั่วโมง วัน สัปดาห์ ไตรมาส หรือรายปี ฯลฯ ขึ้นกับลักษณะของข้อมูลที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ยิ่งมากเท่าใด ผลการวิเคราะห์ก็就会有ความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากขึ้นเท่านั้น ลักษณะพื้นฐานหรือส่วนประกอบพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลา สามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้

- ปัจจัยแนวโน้ม (Trend หรือใช้สัญลักษณ์ T) คือ ปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือคงที่ในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน เมื่อเวลาผ่านไปเป็นระยะเวลายาว ความยาวของข้อมูลนั้นไม่สามารถกำหนดได้ชัดเจนว่าเป็นเวลาเท่าใด แต่ไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา แนวโน้มนี้มักจะเกิดขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเคลื่อนย้ายวัฒนธรรมทางสังคมสิ่งแวดล้อม รายได้ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทาง

เทคโนโลยี ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น หรือการเจริญเติบโตทางธุรกิจ หรือ การลดลงของปริมาณการขาย ตัวอย่างเช่น ราคาน้ำมันที่ขยับตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝาก มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะแสดงโดยใช้กราฟเส้นตรง อย่างไรก็ตามแนวโน้มของข้อมูลอาจจะเปลี่ยนแปลงในรูปแบบอื่น ๆ เช่น เส้นโค้ง หรือ เอ็กซ์โพเนนเชียลก็ได้

- อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal หรือใช้สัญลักษณ์ S) คือ ปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ที่มีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงซ้ำ ๆ กัน เมื่อถึงเวลาหรือฤดูกาลเดิม ในฤดูกาลหนึ่ง ๆ อาจจะเป็น รายไตรมาส รายเดือน รายสัปดาห์ หรือ รายวันก็ได้ การเคลื่อนไหวที่ซ้ำ ๆ กันในช่วงเวลาเดียวกันนั้น อาจจะมีอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อฤดูกาลหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ เทศกาล วัฒนธรรมทางสังคมและงบประมาณของทางภาครัฐ เป็นต้น มีลักษณะคล้ายกับการผันแปรแบบวัฏจักร แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สั้นกว่า เช่น ภายในเวลา 1 ปี ทำให้สามารถคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ เช่น ในช่วงเทศกาลปีใหม่ ตรุษจีน สงกรานต์ มักจะมีผู้นิยมเดินทางท่องเที่ยวจำนวนมากทั้งทางรถไฟ รถยนต์ และเครื่องบิน ข้อมูลเกี่ยวกับราคาผลไม้ มักจะตกต่ำลงในฤดูเก็บเกี่ยวและจะมีราคาสูงขึ้นในฤดูหนาวหรือฤดูกาลอื่น ๆ และจะเกิดซ้ำ ๆ กันตามฤดูกาลในแต่ละปี

- อิทธิพลของวัฏจักร (Cycle หรือใช้สัญลักษณ์ C) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีลักษณะขึ้นลงของการเคลื่อนที่ซ้ำ ๆ กันคล้ายกับอิทธิพลของฤดูกาลแต่เป็นอย่างช้า ๆ โดยจะใช้เวลานานหลายปีในการเปลี่ยนแปลง โดยแบบแผนของวัฏจักรของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาจะแตกต่างกันไป และช่วงของเวลาก็สั้นยาวไม่เท่ากัน สาเหตุของปริมาณความต้องการหรืออุปสงค์ มีลักษณะการขึ้นลงแบบวัฏจักร เนื่องมาจากวัฏจักรทางธุรกิจ (Business Cycle) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเติบโตหรือถดถอยของเศรษฐกิจ และสาเหตุอีกประการหนึ่ง คือ วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการ (Product Life Cycle) จะขึ้นกับว่า ผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้น ๆ อยู่ในช่วงใดตั้งแต่ระยะเริ่มต้นเมื่อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาด จนถึงช่วงถดถอย โดยในแต่ละช่วงเวลาจะมีปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไป โดยวัฏจักรหนึ่ง ๆ อาจจะมีครอบคลุมเวลาตั้งแต่ 5 – 10 ปีขึ้นไป การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรทางเศรษฐกิจของประเทศได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งเหตุการณ์ทางการเมืองต่าง ๆ ด้วย

- เหตุการณ์ที่ผิดปกติ หรือ ปริมาณความต้องการเป็นแบบสุ่ม (Random variation หรือใช้สัญลักษณ์ I) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากอิทธิพลแนวโน้ม ฤดูกาล หรือวัฏจักร เป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถ คาดเดาล่วงหน้า หรือพยากรณ์ได้ และไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยโดยอาจจะเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว คลื่นสึนามิ ไข้หวัด ภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก ปิดโรงงาน หรือการนัดหยุดงาน เป็นต้น เหตุการณ์

ดังกล่าวส่งผลให้การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่มีแบบแผนที่แน่นอน และมีความแปรปรวนเข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อมูลสูง (ภูมิฐาน รังकुณวัฒน์, 2562)

2.1.6 เทคนิคการพยากรณ์

โดยทั่วไปแล้วสามารถจำแนกการพยากรณ์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods) ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิดเห็นและ/หรือประสบการณ์ และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods) ซึ่งใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์และข้อมูลในอดีตเพื่อจะพยากรณ์ การพยากรณ์เชิงปริมาณ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series) และ ตัวแบบหรือการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Causal or Associative Models) รายละเอียดของเทคนิคการพยากรณ์แต่ละประเภทที่นิยมนำมาใช้ในทางปฏิบัติ มีดังนี้

2.1.6.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods) เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert opinion) และใช้ดุลยพินิจของบุคคลเพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว เป็นการพยากรณ์ที่ใช้วิจารณญาณ (Judgmental Forecasting) โดยจะถือเกณฑ์วิจารณญาณส่วนบุคคล หรือมีการตกลงกันของคณะกรรมการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ในอนาคต ในบางครั้งจะเรียกการพยากรณ์นี้ว่า การพยากรณ์เทคโนโลยี (Technological Forecasting) เมื่อนำไปประยุกต์กับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้ทันสมัยอยู่เสมอ รวมทั้งพยากรณ์ผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อม การพยากรณ์เชิงคุณภาพหรือการพยากรณ์เทคโนโลยีนี้จะช่วยทำให้ผู้พยากรณ์สามารถจัดระเบียบ กระบวนการคิดและการทำนายอนาคตได้อย่างแม่นยำขึ้น แม้ว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการพยากรณ์ด้วยเทคนิคนี้จะไม่สูงมากนักแต่ประสิทธิภาพของการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับทักษะและประสบการณ์ของผู้พยากรณ์ จำนวนของข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่สามารถหาได้ รวมทั้งยังขึ้นกับความรู้ และความเชี่ยวชาญของผู้ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในการพยากรณ์ด้วย ประสิทธิภาพของการพยากรณ์อาจจะลดลงถ้ามีความลำเอียงในการตัดสินใจเกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้วเทคนิคนี้จะถูกนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ระยะยาว (Long-range Projection) หรือเมื่อองค์กรมีข้อมูลอยู่จำกัด ไม่สามารถหาได้ หรือข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เกี่ยวข้อง หรือเมื่อข้อมูลที่มีอยู่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ นอกจากนั้นเทคนิคนี้ยังเหมาะกับการใช้แนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาด หรือมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีใหม่ เนื่องจากไม่มีข้อมูลอยู่

2.1.6.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods) จะใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูล ปริมาณความต้องการที่เก็บรวบรวมไว้ในอดีต (Historical Data) รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ โดยจะจำแนกวิธีการพยากรณ์ออกเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ 1) การพยากรณ์ด้วยเทคนิคอนุกรมเวลา (Time

Series Forecasting) ซึ่งจะมีข้อสมมุติที่ว่า ค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับข้อมูลที่ผ่านมาในอดีต ดังนั้นวิธีการนี้จึงจะใช้เฉพาะข้อมูลเชิงปริมาณที่เก็บรวบรวมไว้ในอดีตมาพยากรณ์ และ 2) การพยากรณ์เชิงสาเหตุ (Causal or Associating Forecasting) จะสมมุติว่าปัจจัยอื่น ๆ ตั้งแต่ 1 ตัวแปรขึ้นไป (ตัวแปรอิสระ) มีความสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการ ซึ่งจะนำเข้ามาใช้ในตัวแทนที่จะพยากรณ์ความต้องการในอนาคต เนื่องจากการพยากรณ์เชิงปริมาณนั้นขึ้นกับข้อมูลในอดีต ดังนั้นค่าการพยากรณ์จะมีความเชื่อถือลดลงเมื่อระยะเวลาการพยากรณ์เพิ่มขึ้น ดังนั้นหากองค์กรใดต้องการที่จะพยากรณ์ในระยะยาว ควรจะนำเอาการพยากรณ์ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพเข้ามาร่วมวิเคราะห์ด้วย (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2539)

2.1.7 การเลือกเทคนิคในการพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์มีผู้พัฒนาขึ้นหลายวิธี โดยแต่ละวิธีก็จะเหมาะสมกับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำค่าพยากรณ์ที่ได้ไปใช้งาน และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกวิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ ดังนั้นก่อนที่จะดำเนินการพยากรณ์ ผู้พยากรณ์จะต้องทราบและตระหนักถึงรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1.7.1 ระยะเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้า ผู้พยากรณ์มักจะพยากรณ์การเกิดขึ้นของเหตุการณ์แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำค่าพยากรณ์ไปใช้งาน ระยะเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้าสามารถแบ่งได้เป็น ระยะสั้น ระยะกลาง และ ระยะยาว การพยากรณ์ระยะสั้นจะเป็นช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้าไม่เกิน 3 เดือน ระยะกลาง เป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป จนถึง 2 ปี และระยะยาว เป็นช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปล่วงหน้าตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป ระยะเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้านี้จะส่งผลถึงเทคนิคที่จะเลือกใช้ในการพยากรณ์ โดยแต่ละช่วงเวลาก็จะเหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น หากผู้พยากรณ์ต้องการที่จะพยากรณ์ในระยะยาวแล้วการพยากรณ์เชิงคุณภาพจะมีความเหมาะสมมากกว่า ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์นั้นอาจจะมีหน่วยวัดเป็น รายชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายไตรมาส ก็ได้ขึ้นกับประเด็นของเรื่องที่ศึกษา เช่น ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งพิจารณาจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละวันที่ห้างเปิดบริการเพื่อจัดสรรพนักงานให้บริการได้สอดคล้องกับจำนวนลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา หรือบริษัทแห่งหนึ่งผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปต้องการพยากรณ์ยอดขายสินค้าเสื้อผ้าสำเร็จรูปในแต่ละเดือน เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นจะต้องมีขนาดใหญ่พอสมควร รวมทั้งมีความทันสมัยด้วย

2.1.7.1 รูปแบบของข้อมูล ส่วนประกอบของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ ดังนั้นก่อนที่ผู้พยากรณ์จะเลือกวิธีที่จะใช้เทคนิคในการพยากรณ์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่มาพล็อตกราฟลงจุดเพื่อดูลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลเบื้องต้นก่อน

2.1.7.2 ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ ค่าใช้จ่ายเป็นหลักเกณฑ์สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกเทคนิคการพยากรณ์ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลที่ให้ตัวแบบที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องแม่นยำตลอดเวลา และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดที่มาจากพยากรณ์ ความสำคัญของค่าใช้จ่ายแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับวิธีการและสถานการณ์ เช่น วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพและเชิงเทคโนโลยีส่วนมากจะต้องประมาณค่าใช้จ่ายแยกเป็นส่วน ๆ รวมทั้งจะต้องมีการประมาณปัจจัยนำเข้าทางทรัพยากรมนุษย์ การได้ข้อมูลจากภายนอกจะเป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น และค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะเกิดขึ้นอีกทุกครั้งที่จะพยากรณ์ใหม่ สำหรับการพยากรณ์เชิงปริมาณแล้ว ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ไม่ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ทางด้านการบริหารจัดการ วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณที่ใช้กันในองค์กรส่วนใหญ่จะใช้คอมพิวเตอร์ ค่าใช้จ่ายในด้านการพัฒนา จึงเป็นเรื่องของการเขียนและดัดแปลงโปรแกรมที่จะใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งจะรวมถึงทรัพยากรมนุษย์ที่ต้องใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรม และค่าใช้จ่ายของเวลาคอมพิวเตอร์เพื่อจัดระบบการทำงานของวิธีการที่ใช้ เป็นต้น

2.1.7.3 ระดับความแม่นยำในการพยากรณ์ ระดับความแม่นยำของการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับสถานการณ์ที่ต้องการจะพยากรณ์ ในบางกรณีความผิดพลาด 20% ก็สามารถยอมรับได้ ในขณะที่บางกรณีความผิดพลาด 1% ก็ก่อให้เกิดความเสียหายมากมายต่อองค์กร และหากพิจารณาในแง่ของการวิเคราะห์การตัดสินใจแล้วก็จะพบว่ามี ความแตกต่างระหว่างการตัดสินใจที่ดี (Good Decision) และผลลัพธ์ที่ดี (Good Outcome) ถ้าหากผู้พยากรณ์สามารถออกแบบจำลองสถานการณ์ได้ท่ามกลางความไม่แน่นอน ก็น่าที่จะส่งเสริมสนับสนุนการพยากรณ์โดยไม่ต้องคำนึงถึงระดับความแม่นยำมากนัก

2.1.7.4 ข้อมูลในอดีตที่เก็บรวบรวมไว้ ข้อมูลในอดีตที่มีอยู่จะเป็นตัวตัดสินใจหลักในการที่จะเลือกเทคนิคการพยากรณ์ นอกจากนั้นแล้วความถูกต้องของข้อมูลก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการพยากรณ์ ดังนั้นหากองค์กรใดยังไม่ได้จัดเก็บข้อมูลในอดีต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบดำเนินการ

2.1.7.5 ความง่ายในการที่ผู้ปฏิบัติจะนำไปใช้ต่อ ความง่ายของเทคนิคการพยากรณ์ในการที่ผู้ปฏิบัติจะนำไปใช้ต่อเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง หากผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องขาดความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการพยากรณ์ที่นำมาใช้ การพยากรณ์ที่สร้างขึ้นก็จะเป็นความหมาย หรือถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างไม่ถูกต้อง เช่น วิธีการของบ็อก-เจนกินส์ (Box and Jenkins Method) ไม่เป็นที่นิยมในหลายองค์กร เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวยุ่งยากเกินไปสำหรับผู้ใช้ที่จะเข้าใจแนวความคิดพื้นฐานของวิธีการในระดับที่จะมั่นใจได้ว่า วิธีการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

2.1.8 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์

สำหรับการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นค่าใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุด เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน หรือเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้อนุกรมเวลาชุดเดียวกัน ซึ่งตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดจะให้ค่า MAPE ต่ำสุด สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้ (สุพรรณิ อึ้งปัญญสวัสดิ์, 2555)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

เมื่อ n แทนจำนวนข้อมูลที่ศึกษา

และมีเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ ดังนี้

ถ้าค่า MAPE น้อยกว่า 10%	จัดว่าการพยากรณ์ค่อนข้างแม่นยำ
ถ้าค่า MAPE อยู่ระหว่าง 10% - 20%	จัดว่าการพยากรณ์ใช้ได้ดี
ถ้าค่า MAPE อยู่ระหว่าง 20% - 50%	จัดว่าการพยากรณ์พอใช้
ถ้าค่า MAPE มากกว่า 50%	จัดว่าการพยากรณ์ไม่แม่นยำ

2.2 งานวิเคราะห์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นางสาวพรพรรณ ก้องโกวิท (2551) ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าในประเทศไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ศึกษาความเคลื่อนไหวของปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยใช้ข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 จากสำนักนโยบายและพลังงาน และทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยโดยแบ่งตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) บ้านอยู่อาศัย/ครัวเรือน 2) กลุ่มธุรกิจ 3) กลุ่มอุตสาหกรรม 4) กลุ่มเกษตรกรรม โดยใช้เทคนิคพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยกันทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ 1) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition) 2) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล 2 ครั้ง ตามแบบของบราวน์ (Brown's Method) 3) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล 2 ครั้ง ตามแบบของโฮลท์ (Holt's

Method) 4) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt – Winters Method) โดยใช้โปรแกรม Minitab 15 เป็นเครื่องมือช่วยในการดำเนินการศึกษา สำหรับการเปรียบเทียบเลือกเทคนิคพยากรณ์ที่เหมาะสมจากเทคนิคพยากรณ์ทั้งหมด ใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD (Mean Square Deviation) เป็นตัววัด โดยจะเลือกเทคนิคพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อน MSD ต่ำที่สุด นำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ต่อไป และหลังจากที่ได้ตัวแบบพยากรณ์แล้ว จะทำการตรวจสอบความเหมาะสมหรือประสิทธิภาพของตัวแบบอีกครั้งว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้พยากรณ์ต่อไปในอนาคตหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ที่ได้ ว่าเกิดความคลาดเคลื่อนมากน้อยแค่ไหน โดยใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MAPE ในการตรวจสอบ

นางสาวศศิประภา ตาลยงค์ (2560) ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบวินเทอร์ ตัวแบบอาร์มา และตัวแบบวินเทอร์ที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบอาร์มา เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนโดยแบ่งข้อมูลเป็นสองส่วน คือส่วนที่ใช้หาตัวแบบที่เหมาะสมในแต่ละวิธีการพยากรณ์ ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 132 เดือน ส่วนที่สองใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ล่วงหน้าที่ได้และคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 12 เดือน และเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบด้วยค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) โดยตัวแบบที่เหมาะสมจะให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด

บทที่ 3

หลักเกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

แหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ได้จากข้อมูลทุติยภูมิปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของคณะ
หน่วยงาน ผู้ประกอบการ และที่פקอาศัยภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.
2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านการจัดการ
ค่าสาธารณูปโภค กองจัดการสาธารณูปโภค พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.2 ทฤษฎีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตมีหลายวิธี ซึ่งสามารถแยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.2.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods) เป็นเทคนิค
การพยากรณ์ที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert opinion)
และใช้ดุลยพินิจของบุคคลเพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว เป็นการพยากรณ์ที่ใช้
วิจารณญาณ (Judgmental Forecasting) โดยจะถือเกณฑ์วิจารณญาณส่วนบุคคล

3.2.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods) จะใช้
เทคนิคทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูล ปริมาณความต้องการที่เก็บรวบรวมไว้ในอดีต
(Historical Data) รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ โดยการพยากรณ์เชิงปริมาณ
นี้จะแบ่งออกเป็น 2 เทคนิคย่อยคือ

3.2.1.1 การพยากรณ์ความสัมพันธ์ (Casual Forecasting) เป็นเทคนิคที่ใช้
ปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่จะพยากรณ์

3.2.1.2 การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time series Forecasting) เป็นเทคนิคที่ใช้
เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต โดย
ข้อมูลอนุกรมเวลา คือ ข้อมูลที่เกิดขึ้นในเวลาที่มีระยะห่างเท่า ๆ กันและต่อเนื่องกัน ดังนั้นข้อมูล
อนุกรมเวลาจึงเป็นค่าที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหนึ่งที่เปลี่ยนไปตามเวลา โดยที่หน่วยของ
เวลาอาจเป็นปี เดือน สัปดาห์ วัน หรือชั่วโมง ซึ่งแบ่งส่วนประกอบของอนุกรมเวลาเป็น 4 ส่วนดังนี้

- 1) ค่าแนวโน้ม (Long Term Trend : T)
- 2) ค่าการผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation : S)
- 3) ค่าการผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation: C)
- 4) การผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ไม่ปกติ (Irregular Variation: I)

ข้อมูลอนุกรมเวลา อาจได้รับอิทธิพลของปัจจัยที่เป็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาทั้ง 4 ปัจจัยหรือเพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเท่านั้น การวิเคราะห์จึงควรแยกวิเคราะห์ทีละปัจจัย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ปัจจัยค่าแนวโน้ม และค่าผันแปรตามฤดูกาลเท่านั้น

3.3 เทคนิคการพยากรณ์

งานวิเคราะห์นี้จะนำเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลามาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งจะศึกษาความเคลื่อนไหวขึ้นลงหรือการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระยะเวลา 9 ปี คือตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 โดยจะกล่าวถึงการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้ในงานวิเคราะห์นี้ 2 วิธี คือ 1) วิธีการแยกส่วนประกอบ(Decomposition) 2) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method) ซึ่งมีหลักการดังนี้

3.3.1 วิธีการแยกส่วนประกอบ(Decomposition)

เป็นวิธีการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในระยะปานกลาง โดยการแยกส่วนประกอบข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตเป็น 4 ส่วน คือ แยกเป็นแนวโน้ม (T) ความผันแปรตามวัฏจักร (C) ความผันแปรตามฤดูกาล(S) และความผันแปรที่ไม่แน่นอน (I) เพื่อพิจารณาว่าส่วนประกอบใดมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลบ้างและคำนวณหาอิทธิพลของส่วนประกอบ และนำค่าความผันแปรของแต่ละส่วนไปพยากรณ์ค่าของข้อมูลในอนาคต โดยถือเสมือนว่าปัจจัยหรือสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลอนุกรมเวลาในอนาคตเหมือนกับในอดีต

$$\text{ตัวแบบการพยากรณ์} \quad Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t \quad ; t = 1, 2, \dots$$

หมายเหตุ ในที่นี้จะใช้วิธีแยกส่วนประกอบตัวแบบผลคูณ

ขั้นตอนวิธีการแยกส่วนประกอบ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณหาความผันแปรของฤดู (Seasonal Variation: S)

1.1) หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average: MA) ซึ่งเป็นการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาล(S) และความผันแปรที่ไม่แน่นอน (I) ออกจากข้อมูล ดังนั้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จึงประกอบด้วย ความผันแปร 2 ส่วน คือ แนวโน้ม (T) และความผันแปรตามวัฏจักร (C) หรือ $MA = T \times C$ นั่นเอง

1.2) นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) ไปหารข้อมูล (Y) จะได้ค่า $S \times I$ นั่นคือ

$$Y / MA = Y / T \times C = S \times I$$

1.3) กำจัดค่า I ออกจาก $S \times I$ โดยการหาค่าเฉลี่ยของค่า $S \times I$ โดยไม่รวมค่า $S \times I$ ที่มีค่า สูงสุด และค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของ $S \times I$ จะเป็นอิทธิพลของฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลา (S)

ขั้นที่ 2 คำนวณหาแนวโน้ม (Trend: T)

ใช้หลักการของการวิเคราะห์ความถดถอย โดยให้ตัวแปรอิสระ คือ รหัสเวลา (t) และ ตัวแปรตามคือแนวโน้ม ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มของตัวแปรหรือข้อมูลอนุกรมเวลาที่สนใจในอนาคต

$$T = a + bt$$

โดยในการหาค่า a และค่า b จะใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation: C)

เนื่องจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เป็นการกำจัดอิทธิพลของฤดูกาล และความผันแปรที่ไม่แน่นอนออกไป ดังนั้น MA จึงประกอบด้วยแนวโน้มและความผันแปรตามวัฏจักร นั่นคือ

$$MA = T \times C$$

นำแนวโน้ม T จากขั้นที่ 2 มาหาร MA จะเหลือแต่ค่า C

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าความผันแปรที่ไม่แน่นอน (Irregular Variation: I)

นำค่า S, C และ T ไปหารข้อมูลอนุกรมเวลาจะได้ค่า I

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

3.3.2 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing)

เป็นการพยากรณ์ระยะสั้นที่ทันใจ และระยะสั้น รวมถึงการพยากรณ์ ในระยะปานกลางได้บ้าง จะมีการกำจัดอิทธิพลของความไม่แน่นอนออกไป เพื่อให้เรียบขึ้น ที่ให้สามารถพยากรณ์ หรือประมาณค่าตัวแปรในอนาคตได้ การพยากรณ์แบบ Exponential Smoothing จะให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตและมีการกำหนด น้ำหนักความสำคัญให้กับข้อมูลในอดีตที่เกิดขึ้นด้วย โดยในงานวิเคราะห์นั้นจะกล่าวถึง 2 วิธีคือ

3.3.2.1 Exponential Smoothing Adjusted for Trend (Holt's Method)

Holt's Method เป็นวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ ระยะสั้นที่ทันใจ และระยะสั้น รวมถึงการพยากรณ์ ในระยะปานกลางได้ วิธี Holt's Method ใช้หลักการของเทคนิคเอ็กซ์โพเนนเชียล คือ ให้ความสำคัญแก่ข้อมูลแต่ละตัวไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีค่าถ่วงน้ำหนักของแนวโน้มในการคำนวณ จะมีค่าคงที่สำหรับปรับให้เรียบ 2 ค่า คือ α (alpha) และ γ (gamma) โดยที่

$$\alpha = \text{ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ โดย } 0 \leq \alpha \leq 1$$

ถ้า α ค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าให้ความสำคัญแก่ข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลอื่น

$$\gamma = \text{ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม}$$

โดย $0 \leq \gamma \leq 1$ ถ้า γ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าให้ความสำคัญแก่ข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลอื่น

ขั้นตอนการพยากรณ์ของวิธี Holt's Method

ขั้นที่ 1 กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 2 ค่า คือ α และ γ โดยให้ $0 \leq \alpha \leq 1$ และ $0 \leq \gamma \leq 1$ โดยจะเลือกค่า α และ γ ที่ทำให้ค่า MSD ต่ำสุด

หมายเหตุ ผู้วิเคราะห์กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ α และ γ ให้มีค่าต่ำระหว่าง 0.1 - 0.3 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มถูกปรับให้เรียบมาก และกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบให้มีค่าสูงระหว่าง 0.7 - 0.9 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มมีความผันแปรขึ้นลงเป็นไปตามปัจจุบันมากที่สุด

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น $A_0 = Y_1$, $T_0 = 0$

หมายเหตุ สำหรับการดำเนินงานวิเคราะห์นี้ผู้วิเคราะห์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 19 จึงให้โปรแกรม กำหนดค่าเริ่มต้นให้

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่ถูกปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (A_t)

$$A_t = \square \square_t + \{1 - \alpha\}A_{t-1} + T_{t-1}\}$$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าประมาณของแนวโน้ม (T_t)

$$T_t = \gamma(A_t - A_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$$

ขั้นที่ 5 พยากรณ์ล่วงหน้า p หน่วยเวลา โดยนำค่า A_t และ T_t ที่ได้จากขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 มาแทนค่าในสมการ

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + T_{tp}$$

3.3.2.2 Exponential Smoothing Adjusted for Trend and Seasonal Variation (Winters' Method)

วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาล (Trend-Season Data) ใช้พยากรณ์ระยะสั้นจนถึงระยะปานกลาง ข้อมูลไม่ควรเป็นรายปี เพราะจะทำให้ไม่สามารถแยกอิทธิพลของฤดูกาลได้ ข้อมูลควรอยู่ในรายเดือน รายสัปดาห์ รายไตรมาส และต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 36 รายการขึ้นไป ถ้าเป็นข้อมูลรายเดือนหรืออย่างน้อย 12 รายการขึ้นไปถ้าเป็นข้อมูลรายไตรมาส วิธี Winters Method ใช้หลักการของเทคนิคเอ็กซ์โพเนนเชียล คือ ให้ความสำคัญแก่ข้อมูลแต่ละตัวไม่เท่ากัน และมีค่าคงที่สำหรับปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ α (alpha), γ (gamma) และ δ (delta) โดยที่

α = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ โดย

$0 \leq \alpha \leq 1$, ถ้า α มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าให้ความสำคัญแก่ข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลอื่น

γ = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม

โดย $0 \leq \gamma \leq 1$ ถ้า γ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าให้ความสำคัญแก่ข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลอื่น

δ = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล โดย

$0 \leq \delta \leq 1$ ถ้า δ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าให้ความสำคัญแก่ข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลอื่น

ขั้นตอนการพยากรณ์ของวิธี Winters Method

ขั้นที่ 1 กำหนดค่าคงที่ที่ปรับเรียบ 3 ค่า คือ α , γ และ δ โดยให้

$0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1$ และ $0 \leq \delta \leq 1$ โดยจะเลือกค่า α , γ และ δ ที่ทำให้ค่า MSD ต่ำสุด

หมายเหตุ ผู้วิเคราะห์กำหนดค่าคงที่ที่ปรับเรียบ ค่า α , γ และ δ ให้มีค่าต่ำระหว่าง 0.1 - 0.3 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มถูกปรับให้เรียบมาก และกำหนดค่าคงที่ที่ปรับเรียบให้มีค่าสูงระหว่าง 0.7 - 0.9 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มมีความผันแปรขึ้นลงเป็นไปตามปัจจุบันมากที่สุด

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น $A_0 = Y_1$, $T_0 = 0$, S_{-L+1} , S_{-L+2} , และ S_0 ทุกค่ามีค่าเท่ากับ 1

หมายเหตุ สำหรับการดำเนินงานวิเคราะห์นี้ผู้วิเคราะห์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 19 จึงให้โปรแกรม กำหนดค่าเริ่มต้นให้

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่ถูกปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (A_t)

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าประมาณของแนวโน้ม (T_t)

$$T_t = \gamma(A_t - A_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$$

ขั้นที่ 5 คำนวณค่าประมาณของดัชนีฤดูกาล (S_t)

$$S_t = \delta \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \delta)S_{t-L}$$

ขั้นที่ 6 พยากรณ์ล่วงหน้า p หน่วยเวลา โดยนำค่า A_t , T_t และ S_t ที่ได้จากขั้นที่ 3, ขั้นที่ 4 และ ขั้นที่ 5 มาแทนค่าในสมการ

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

3.4 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์

ในงานพยากรณ์โดยปกติจะมีการพิจารณาสร้างตัวแบบพยากรณ์มากกว่าหนึ่งตัวแบบสำหรับพยากรณ์ในเรื่องหนึ่ง ๆ เพื่อคัดเลือกตัวแบบที่คาดว่าจะให้ค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ดังนั้นในการคัดเลือกตัวแบบ อาจเลือกคำนวณค่าวัดความคลาดเคลื่อนของแต่ละตัวแบบพยากรณ์ และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน โดยเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าวัดความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ซึ่งค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีหลายแบบ ดังนี้

3.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD)

เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของความคลาดเคลื่อน โดยมีหน่วยเป็นหน่วยเดียวกับหน่วยของข้อมูลอนุกรมเวลา

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

3.4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Deviation (MSD)/ Mean Square Error (MSE))

ค่าเฉลี่ยของกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ค่าวัดความคลาดเคลื่อนวิธีนี้ จะให้น้ำหนักความสำคัญกับความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ที่มีค่าใหญ่มากกว่าค่าเล็ก เนื่องจากเวลาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จะถูกนำมายกกำลังสอง ค่า MSD มักนิยมนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุดสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดเดียวกัน หน่วยของ MSD จะมีหน่วยเป็นกำลังสองของหน่วยของข้อมูลอนุกรมเวลา

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

3.4.3 ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

เป็นการคำนวณว่าค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เป็นกี่เท่าของค่าจริง หรือเป็นกี่เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับค่าจริงโดยเฉลี่ย ค่า MAPE เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย แต่จะถูกนำเสนอในรูปของเปอร์เซ็นต์ ค่า MAPE เหมาะกับการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลาต่างชุดกันเพราะค่า MAPE จะช่วยขจัดปัญหาในเรื่องของหน่วยของข้อมูลอนุกรมเวลาที่แตกต่างกันออกไป

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{y_t}}{n} * 100$$

3.4.4 ร้อยละของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Percentage Error, MPE)

ใช้สำหรับในการดูว่าวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้มีความเอนเอียงหรือไม่ ถ้าวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้เป็นวิธีการที่ไม่เอนเอียง MPE จะเข้าใกล้ศูนย์ แต่ถ้าค่า MPE มีค่าเป็นลบมาก ๆ แสดงว่าวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้ จะให้ค่าพยากรณ์ที่สูงเกินจริง แต่ถ้าค่า MPE มีค่าเป็นบวกมาก ๆ แสดงว่าวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้จะให้ค่าพยากรณ์ที่ต่ำกว่าความเป็นจริง

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{y_t}}{n} * 100$$

งานวิเคราะห์นี้เลือกใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSD ในการเลือกตัวแบบพยากรณ์โดยเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อน MSD ต่ำสุด เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบ โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ โดยใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MAPE เป็นตัววัด เนื่องจากค่าวัดความคลาดเคลื่อนที่ได้นั้นเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้สังเกตค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่า ว่ามีความคลาดเคลื่อนมากหรือน้อย ซึ่งหากค่าความคลาดเคลื่อนน้อยแสดงว่าตัวแบบนั้นมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4

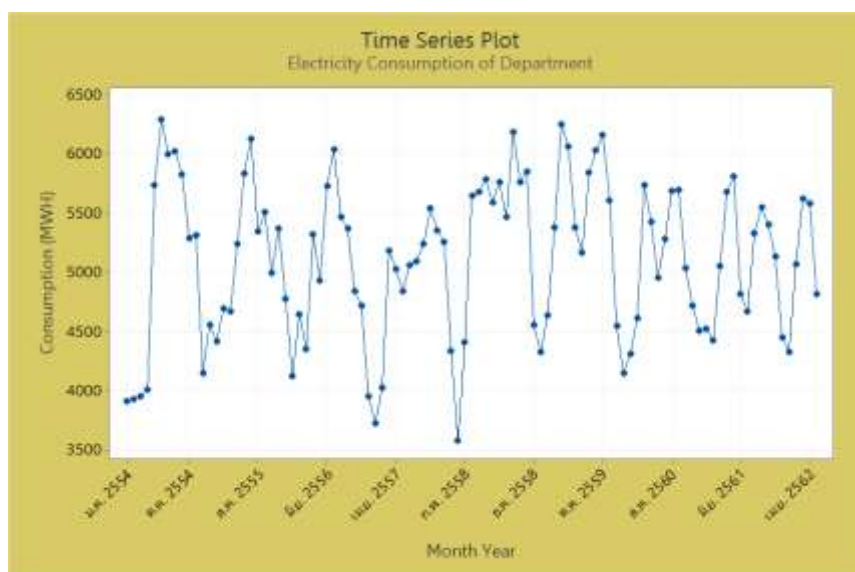
ผลการวิเคราะห์

การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ข้อมูลที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ได้จากข้อมูลทุติยภูมิปริมาณการใช้ไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศด้านการจัดการค่าสาธารณูปโภค กองจัดการสาธารณูปโภค พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ โดยทำการพยากรณ์แบ่งตามกลุ่มของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งในการวิเคราะห์นี้สนใจทำการพยากรณ์กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า 3 กลุ่มคือ

1. การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน
2. การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต
3. การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ

4.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน

ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะหน่วยงาน ประกอบไปด้วยปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน อาคารเรียน อาคารโรงเรือน อาคารปฏิบัติการของคณะ หน่วยงาน รวมถึงสถานที่ต่าง ๆ เช่น สนามกีฬา สวนสาธารณะ ระบบไฟส่องสว่าง ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น วัตถุประสงค์ของการใช้ไฟฟ้า คือ เพื่อให้บริการด้านการศึกษา การทำงานและอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน



รูปที่ 4.1 กราฟอนุกรมเวลาของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน
ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2562

กราฟอนุกรมเวลาข้างต้น สังเกตได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน มีค่าต่ำสุดในช่วงต้นปีคือเดือน มกราคม และเดือน กุมภาพันธ์ จากนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในเดือน มิถุนายน และเดือน กรกฎาคม หลังจากนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มคณะ หน่วยงาน มีรูปแบบการขึ้นลงในลักษณะเดิมทุก ๆ ปี แสดงว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกลุ่มคณะ หน่วยงานนี้ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

4.1.1 เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน

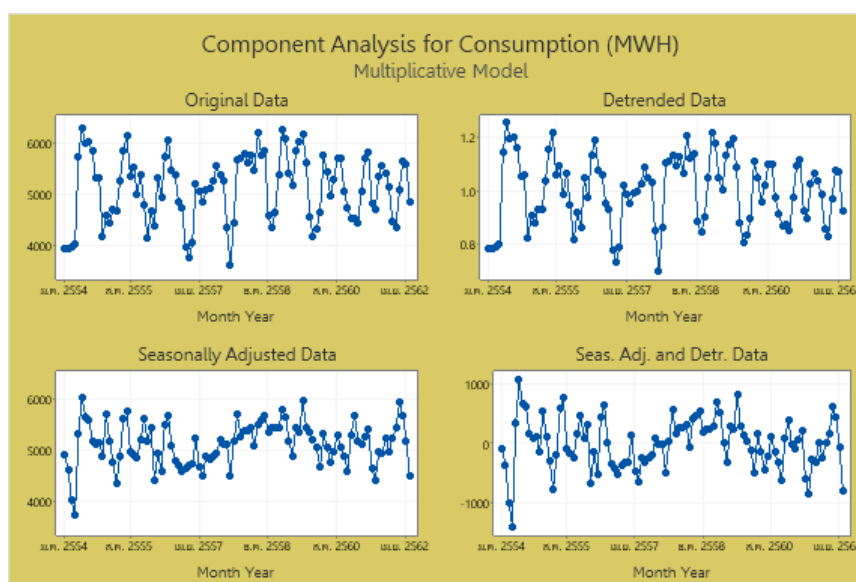
4.1.1.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

- ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล
- ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

4.1.1.2 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

4.1.1.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

1) วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ

จากกราฟดังรูปที่ 4.2

กราฟที่ 1 Original Data แสดงถึงข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง

กราฟที่ 2 Detrended Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าแนวโน้มออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลยังมีการขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันในแต่ละปี แสดงว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน ไม่มีอิทธิพลของแนวโน้มอย่างชัดเจน แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล วัฏจักร และเหตุการณ์ผิดปกติที่มีผลต่อข้อมูล

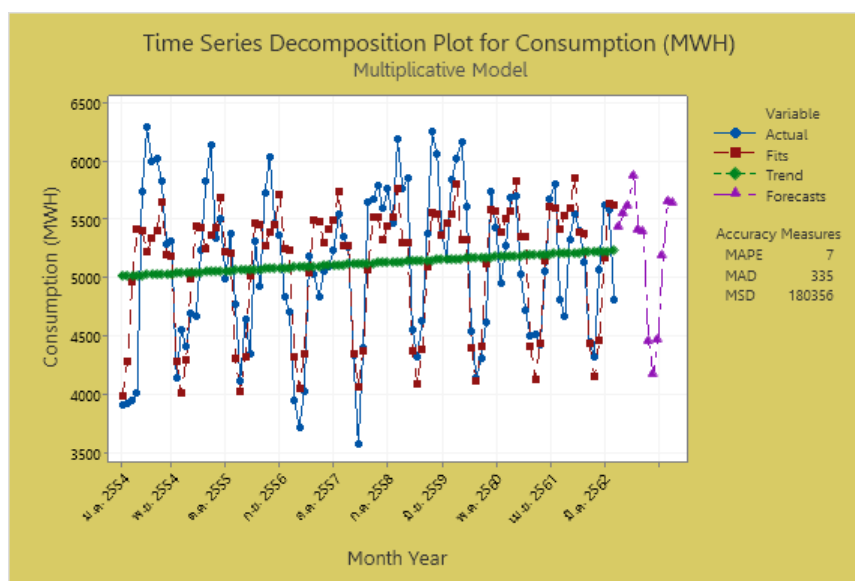
กราฟที่ 3 Seasonally Adjusted Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไม่มีการขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันในแต่ละปี และกราฟไม่แสดงแนวโน้มอย่างชัดเจน แสดงว่าเมื่อปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาลออกแล้ว จะมีอิทธิพลของวัฏจักร และเหตุการณ์ผิดปกติที่มีผลต่อข้อมูล

กราฟที่ 4 Seasonally Adjusted and Detrended Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจะสังเกตเห็นว่ามีรูปแบบคล้ายกับกราฟที่ 3

ตารางแสดงค่าดัชนีฤดูกาลและคำอธิบายค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา

Seasonal Indices		
Period	Index	
1	0.79606	Period ที่ 1 คือ เดือน มกราคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 20.39
2	0.85351	Period ที่ 2 คือ เดือน กุมภาพันธ์ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 14.65
3	0.98876	Period ที่ 3 คือ เดือน มีนาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 1.12
4	1.07732	Period ที่ 4 คือ เดือน เมษายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 7.73
5	1.07482	Period ที่ 5 คือ เดือน พฤษภาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 7.48
6	1.03919	Period ที่ 6 คือ เดือน มิถุนายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.92
7	1.06061	Period ที่ 7 คือ เดือน กรกฎาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 6.06
8	1.07397	Period ที่ 8 คือ เดือน สิงหาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 7.40
9	1.12291	Period ที่ 9 คือ เดือน กันยายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 12.29
10	1.03190	Period ที่ 10 คือ เดือน ตุลาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.19
11	1.03011	Period ที่ 11 คือ เดือน พฤศจิกายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.01
12	0.85083	Period ที่ 12 คือ เดือน ธันวาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 14.92

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มคณะ หน่วยงาน



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล

กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของแนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้า และเส้นสีม่วงแสดงค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการขึ้นลงในลักษณะรูปแบบเดิมทุก ๆ ปี โดยจะต่ำสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม - มกราคม และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม - กันยายน หลังจากนั้นค่าพยากรณ์จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี และเส้นแนวโน้ม (เส้นสีเขียว) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นแสดงว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี

จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	7
MAD	335
MSD	180356

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจาก

แนวโน้มและฤดูกาล กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

$MAPE = 7$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 7

$MAD = 335$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้า กลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 335 MWH/เดือน

$MSD = 180356$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง $180356 \text{ MWH}^2/\text{เดือน}$ หรือประมาณ 424.68 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

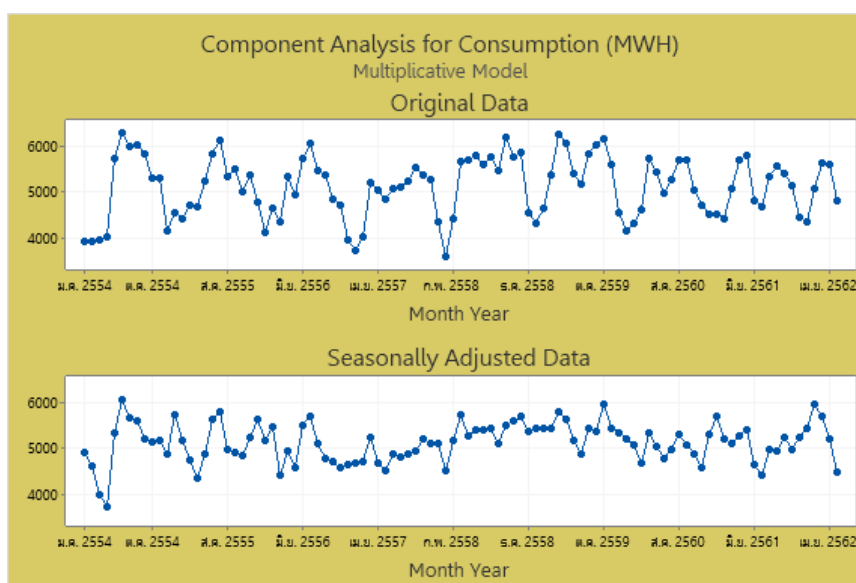
$$Y_t = (5015.4 + 2.18 \cdot t) S_{t-12} ; t=0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม

2) วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ

จากกราฟดังรูป 4.4

กราฟที่ 1 Original Data แสดงถึงข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง

กราฟที่ 2 Seasonally Adjusted Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไม่มีการขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันในแต่ละปี และกราฟไม่แสดงแนวโน้มอย่างชัดเจน แสดงว่าเมื่อปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาลออกแล้ว จะมีอิทธิพลของวัฏจักร และเหตุการณ์ผิดปกติที่มีผลต่อข้อมูล

ตารางแสดงค่าดัชนีฤดูกาลและคำอธิบายค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา

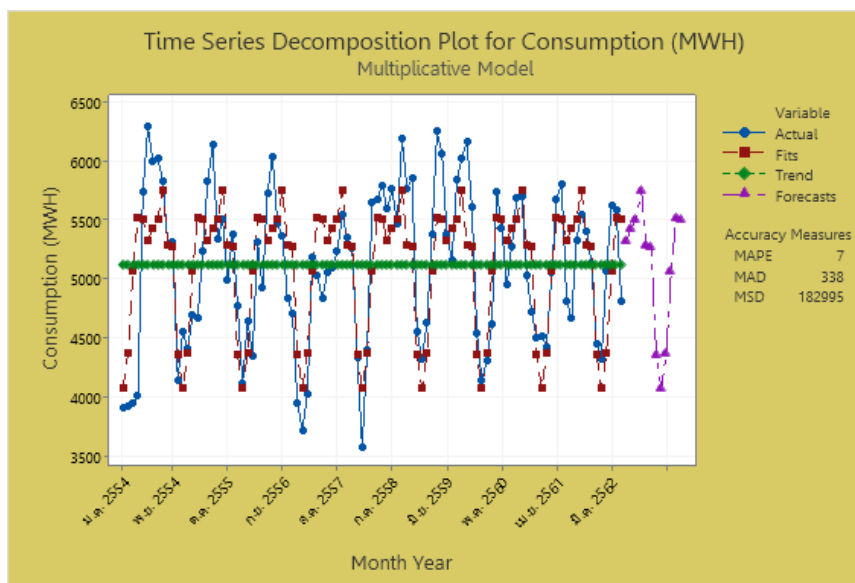
Seasonal Indices

Period Index

1	0.79606
2	0.85351
3	0.98876
4	1.07732
5	1.07482
6	1.03919
7	1.06061
8	1.07397
9	1.12291
10	1.03190
11	1.03011
12	0.85083

Period ที่ 1 คือ เดือน มกราคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 20.39
Period ที่ 2 คือ เดือน กุมภาพันธ์	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 14.65
Period ที่ 3 คือ เดือน มีนาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 1.12
Period ที่ 4 คือ เดือน เมษายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 7.73
Period ที่ 5 คือ เดือน พฤษภาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 7.48
Period ที่ 6 คือ เดือน มิถุนายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.92
Period ที่ 7 คือ เดือน กรกฎาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 6.06
Period ที่ 8 คือ เดือน สิงหาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 7.40
Period ที่ 9 คือ เดือน กันยายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 12.29
Period ที่ 10 คือ เดือน ตุลาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.19
Period ที่ 11 คือ เดือน พฤศจิกายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.01
Period ที่ 12 คือ เดือน ธันวาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 14.92

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มคณะ หน่วยงาน



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของแนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้า และเส้นสีม่วงแสดงค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการขึ้นลงในลักษณะรูปแบบเดิมทุก ๆ ปี โดยจะต่ำสุดในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม - มกราคม และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม - กันยายน หลังจากนั้นค่าพยากรณ์จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี และเส้นแนวโน้ม (เส้นสีเขียว) จะเป็นเส้นตรงเนื่องจากเป็นวิธีการแยกส่วนประกอบที่สนใจเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาลเท่านั้น

จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	7
MAD	338
MSD	182995

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา

ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

$MAPE = 7$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 7

$MAD = 338$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้า กลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 338 MWH/เดือน

$MSD = 182995$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 182995 MWH²/เดือน หรือประมาณ 427.78 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = 5126.76 * S_{t-12} ; t=0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม

4.1.1.2 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานโดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

ในการใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์นี้ ผู้วิเคราะห์ได้กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 3 ค่า คือ Alpha (α) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบของข้อมูล Gamma (γ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าประมาณแนวโน้ม และ Delta (δ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับปรับค่าประมาณของดัชนีฤดูกาล โดยจะกำหนดค่า α , γ และ δ ให้มีค่าต่ำระหว่าง 0.1 - 0.3 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มถูกปรับให้เรียบมาก และกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบให้มีความสูงระหว่าง 0.7 - 0.9 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มมีความผันแปรขึ้นลงเป็นไปตามปัจจุบันมากที่สุด จากการปรับเรียบข้อมูลด้วยค่าคงที่ปรับเรียบต่าง ๆ กัน จะได้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อเลือกค่าคงที่ปรับเรียบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ที่ต่ำที่สุด เพราะฉะนั้น จะสามารถกำหนดค่า Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) ที่มีค่าระหว่าง 0.1-0.3 และ 0.7-0.9 ได้ทั้งหมด 216 แบบ ดังตาราง

ค่าคงที่ปรับเทียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.1	0.1	0.1	284665
0.1	0.1	0.2	279683
0.1	0.1	0.3	273915
0.1	0.1	0.7	267535
0.1	0.1	0.8	271101
0.1	0.1	0.9	277170
0.1	0.2	0.1	245556
0.1	0.2	0.2	243207
0.1	0.2	0.3	239554
0.1	0.2	0.7	242521
0.1	0.2	0.8	248995
0.1	0.2	0.9	258321
0.1	0.3	0.1	220577
0.1	0.3	0.2	222947
0.1	0.3	0.3	222977
0.1	0.3	0.7	237009
0.1	0.3	0.8	246710
0.1	0.3	0.9	260225
0.1	0.7	0.1	240405
0.1	0.7	0.2	248276
0.1	0.7	0.3	254018
0.1	0.7	0.7	330191
0.1	0.7	0.8	409525
0.1	0.7	0.9	612392
0.1	0.8	0.1	251621
0.1	0.8	0.2	260107
0.1	0.8	0.3	266315
0.1	0.8	0.7	407383

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.1	0.8	0.8	641349
0.1	0.8	0.9	1343683
0.1	0.9	0.1	261117
0.1	0.9	0.2	269167
0.1	0.9	0.3	275729
0.1	0.9	0.7	631206
0.1	0.9	0.8	1301566
0.1	0.9	0.9	3520679
0.2	0.1	0.1	205359
0.2	0.1	0.2	209419
0.2	0.1	0.3	210905
0.2	0.1	0.7	220334
0.2	0.1	0.8	225406
0.2	0.1	0.9	231723
0.2	0.2	0.1	201769
0.2	0.2	0.2	207085
0.2	0.2	0.3	209216
0.2	0.2	0.7	221811
0.2	0.2	0.8	228473
0.2	0.2	0.9	236755
0.2	0.3	0.1	209593
0.2	0.3	0.2	215745
0.2	0.3	0.3	218222
0.2	0.3	0.7	236963
0.2	0.3	0.8	248132
0.2	0.3	0.9	263079
0.2	0.7	0.1	268292
0.2	0.7	0.2	281606

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.2	0.7	0.3	286831
0.2	0.7	0.7	785006
0.2	0.7	0.8	1461894
0.2	0.7	0.9	2801438
0.2	0.8	0.1	288605
0.2	0.8	0.2	308174
0.2	0.8	0.3	317088
0.2	0.8	0.7	1157748
0.2	0.8	0.8	2668408
0.2	0.8	0.9	7491221
0.2	0.9	0.1	310837
0.2	0.9	0.2	344151
0.2	0.9	0.3	368976
0.2	0.9	0.7	1696570
0.2	0.9	0.8	4175664
0.2	0.9	0.9	2306700525
0.3	0.1	0.1	197840
0.3	0.1	0.2	204743
0.3	0.1	0.3	209043
0.3	0.1	0.7	223626
0.3	0.1	0.8	228885
0.3	0.1	0.9	235060
0.3	0.2	0.1	206901
0.3	0.2	0.2	215141
0.3	0.2	0.3	220264
0.3	0.2	0.7	237593
0.3	0.2	0.8	244898
0.3	0.2	0.9	254370

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.3	0.3	0.1	221654
0.3	0.3	0.2	231688
0.3	0.3	0.3	238061
0.3	0.3	0.7	260426
0.3	0.3	0.8	273010
0.3	0.3	0.9	292335
0.3	0.7	0.1	292714
0.3	0.7	0.2	322141
0.3	0.7	0.3	356856
0.3	0.7	0.7	525202
0.3	0.7	0.8	629329
0.3	0.7	0.9	821576
0.3	0.8	0.1	306854
0.3	0.8	0.2	338651
0.3	0.8	0.3	385096
0.3	0.8	0.7	666871
0.3	0.8	0.8	788681
0.3	0.8	0.9	989551
0.3	0.9	0.1	320070
0.3	0.9	0.2	349451
0.3	0.9	0.3	399555
0.3	0.9	0.7	829092
0.3	0.9	0.8	1000840
0.3	0.9	0.9	1250684
0.7	0.1	0.1	203172
0.7	0.1	0.2	211096
0.7	0.1	0.3	219345
0.7	0.1	0.7	253353

ค่าคงที่ปรับเทียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.7	0.1	0.8	262176
0.7	0.1	0.9	271236
0.7	0.2	0.1	221652
0.7	0.2	0.2	231060
0.7	0.2	0.3	241145
0.7	0.2	0.7	285147
0.7	0.2	0.8	297142
0.7	0.2	0.9	309694
0.7	0.3	0.1	241130
0.7	0.3	0.2	252364
0.7	0.3	0.3	264782
0.7	0.3	0.7	322154
0.7	0.3	0.8	338605
0.7	0.3	0.9	356190
0.7	0.7	0.1	320671
0.7	0.7	0.2	344582
0.7	0.7	0.3	375148
0.7	0.7	0.7	558853
0.7	0.7	0.8	623808
0.7	0.7	0.9	699647
0.7	0.8	0.1	339291
0.7	0.8	0.2	367156
0.7	0.8	0.3	404208
0.7	0.8	0.7	645036
0.7	0.8	0.8	735226
0.7	0.8	0.9	842996
0.7	0.9	0.1	356517
0.7	0.9	0.2	388118

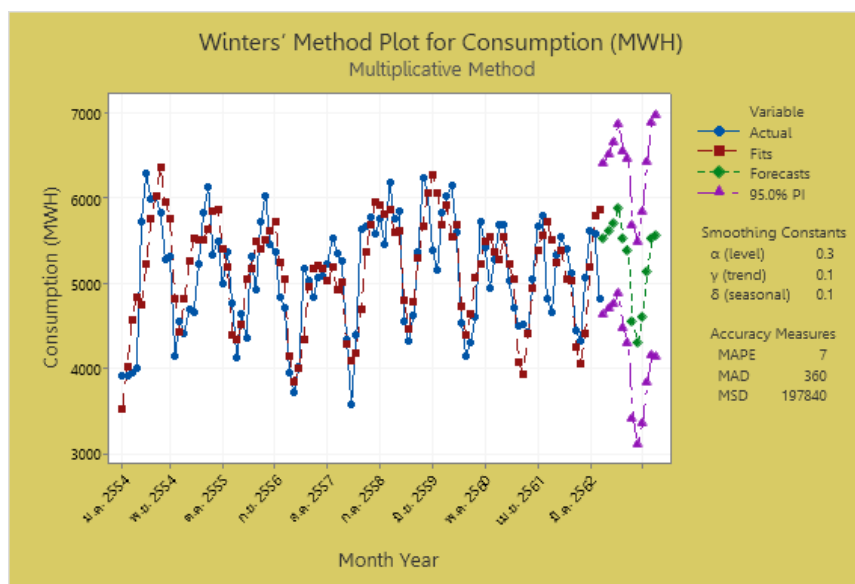
ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.7	0.9	0.3	431640
0.7	0.9	0.7	736292
0.7	0.9	0.8	856581
0.7	0.9	0.9	1003516
0.8	0.1	0.1	202117
0.8	0.1	0.2	207675
0.8	0.1	0.3	213693
0.8	0.1	0.7	240293
0.8	0.1	0.8	247343
0.8	0.1	0.9	254521
0.8	0.2	0.1	220358
0.8	0.2	0.2	226869
0.8	0.2	0.3	234106
0.8	0.2	0.7	267570
0.8	0.2	0.8	276752
0.8	0.2	0.9	286215
0.8	0.3	0.1	239115
0.8	0.3	0.2	246766
0.8	0.3	0.3	255514
0.8	0.3	0.7	297941
0.8	0.3	0.8	310003
0.8	0.3	0.9	322592
0.8	0.7	0.1	311595
0.8	0.7	0.2	325418
0.8	0.7	0.3	343155
0.8	0.7	0.7	449964
0.8	0.7	0.8	485695
0.8	0.7	0.9	525327

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.8	0.8	0.1	328150
0.8	0.8	0.2	343626
0.8	0.8	0.3	363910
0.8	0.8	0.7	492387
0.8	0.8	0.8	537144
0.8	0.8	0.9	587603
0.8	0.9	0.1	344116
0.8	0.9	0.2	361304
0.8	0.9	0.3	384199
0.8	0.9	0.7	535924
0.8	0.9	0.8	590819
0.8	0.9	0.9	653686
0.9	0.1	0.1	201286
0.9	0.1	0.2	203996
0.9	0.1	0.3	206924
0.9	0.1	0.7	220307
0.9	0.1	0.8	223979
0.9	0.1	0.9	227757
0.9	0.2	0.1	219315
0.9	0.2	0.2	222413
0.9	0.2	0.3	225823
0.9	0.2	0.7	241946
0.9	0.2	0.8	246486
0.9	0.2	0.9	251198
0.9	0.3	0.1	237595
0.9	0.3	0.2	241134
0.9	0.3	0.3	245103
0.9	0.3	0.7	264555

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.9	0.3	0.8	270181
0.9	0.3	0.9	276074
0.9	0.7	0.1	308786
0.9	0.7	0.2	314505
0.9	0.7	0.3	321291
0.9	0.7	0.7	358888
0.9	0.7	0.8	370920
0.9	0.7	0.9	384035
0.9	0.8	0.1	326496
0.9	0.8	0.2	332881
0.9	0.8	0.3	340489
0.9	0.8	0.7	383441
0.9	0.8	0.8	397467
0.9	0.8	0.9	412901
0.9	0.9	0.1	344869
0.9	0.9	0.2	352003
0.9	0.9	0.3	360509
0.9	0.9	0.7	409232
0.9	0.9	0.8	425444
0.9	0.9	0.9	443449

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อน และค่าคงที่ปรับเรียบ กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากตารางข้างต้น Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) ที่มีค่า 0.3, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุด คือ 197840 และสามารถพล็อตกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแทนค่าจริงที่เก็บรวบรวม เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เส้นสีม่วงแทนขอบเขตของค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งขอบเขตล่างและขอบเขตบน
จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	7
MAD	360
MSD	197840

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

$MAPE = 7$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 7

$MAD = 360$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้า กลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 338 MWH/เดือน

$MSD = 197840$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงานมีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง $197840 \text{ MWH}^2/\text{เดือน}$ หรือประมาณ 444.79 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+p} = (5197.09 + 1.15(p))S_{t-L+p} \quad ; p = 1, 2, 3, \dots$$

โดยที่ p คือ หน่วยเวลาของการพยากรณ์ล่วงหน้า

L คือ ช่วงรอบของฤดูกาล = 12

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม ตามลำดับ

เลือกเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD) ที่ต่ำที่สุด ดังนี้

เทคนิคในการพยากรณ์	ค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD)
วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล	180356
วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล	182995
วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)	197840

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน กลุ่มคณะ หน่วยงาน

จากตารางจะเห็นว่าวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำที่สุด เท่ากับ 180356 ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มคณะ หน่วยงาน จึงควรเลือกใช้วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล

ค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของกลุ่มคณะ หน่วยงาน ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล

Period(t)	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์
102	มิถุนายน 2562	5443.36
103	กรกฎาคม 2562	5557.89
104	สิงหาคม 2562	5630.25
105	กันยายน 2562	5889.23
106	ตุลาคม 2562	5414.19
107	พฤศจิกายน 2562	5407.07
108	ธันวาคม 2562	4467.86
109	มกราคม 2563	4181.96
110	กุมภาพันธ์ 2563	4485.65
111	มีนาคม 2563	5198.63
112	เมษายน 2563	5666.62
113	พฤษภาคม 2563	5655.82

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าพยากรณ์ 12 เดือน กลุ่มคณะ หน่วยงาน

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากับข้อมูลจริง

เป็นการตรวจสอบตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เลือก ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำตัวแบบนั้นไปใช้ในการพยากรณ์ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ โดยดูจากค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ โดยหากมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยแสดงว่าตัวแบบนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบนั้น จะใช้ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) โดยทำการตรวจสอบระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงใน 12 เดือน คือ

เดือน/ปี	ค่าจริง(Y_t)	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t)	$ e_t/y_t $
มิถุนายน 2562	6720.95	5443.36	1277.59	0.19
กรกฎาคม 2562	5197.04	5557.89	-360.85	0.07
สิงหาคม 2562	5814.20	5630.25	183.95	0.03
กันยายน 2562	5425.20	5889.23	-464.03	0.09
ตุลาคม 2562	5623.13	5414.19	208.94	0.04
พฤศจิกายน 2562	4516.97	5407.07	-890.1	0.20
ธันวาคม 2562	4644.34	4467.86	176.48	0.04
มกราคม 2563	5391.01	4181.96	1209.05	0.22
กุมภาพันธ์ 2563	5013.70	4485.65	528.05	0.11
มีนาคม 2563	5148.54	5198.63	-50.09	0.01
เมษายน 2563	4463.06	5666.62	-1203.56	0.27
พฤษภาคม 2563	5811.03	5655.82	155.21	0.03

ตารางที่ 4.9 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ กลุ่มคณะ หน่วยงาน

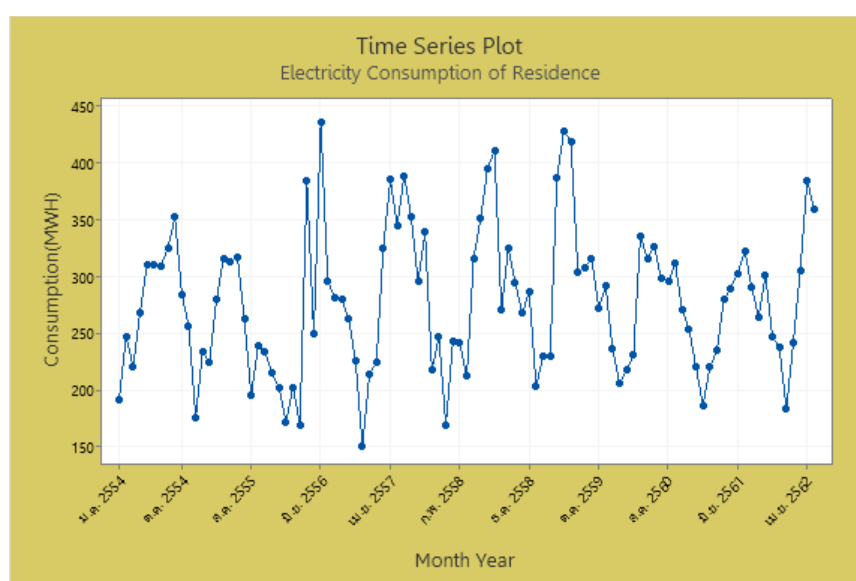
$$\sum |e_t/y_t| = 1.28$$

$$MAPE = \frac{\sum |e_t/y_t|}{n} * 100 = \frac{1.28}{12} * 100 = 10.71 \%$$

ดังนั้น MAPE เท่ากับร้อยละ 10.71% หมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์เท่ากับ 10.71% ซึ่งถือว่าเป็นค่าคลาดเคลื่อนที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงว่า ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์นี้ค่อนข้างแม่นยำ

4.2 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต

ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต ประกอบด้วยหมู่บ้าน แพลต ที่จัดสรรเพื่อเป็นสวัสดิการแก่บุคลากรเพื่อใช้เป็นที่พักอาศัยกลุ่ม ก. และกลุ่ม ข. ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น วัตถุประสงค์ของการใช้ไฟฟ้า คือ การใช้ไฟฟ้าในการดำรงชีวิตประจำวันในการพักอาศัย โดยปริมาณการใช้ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ การอำนวยความสะดวก และฤดูกาล ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สำคัญอย่างหนึ่งคือเครื่องปรับอากาศ จึงส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในช่วงอากาศร้อน ดังจะเห็นได้จากกราฟอนุกรมเวลา



รูปที่ 4.7 กราฟอนุกรมเวลาของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต
ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2562

จากกราฟอนุกรมเวลาข้างต้น สังเกตได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต จะมีค่าต่ำสุดในช่วงปลายปีถึงช่วงต้นปี คือระหว่างเดือน ธันวาคม ถึง เดือน มกราคม จากนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในช่วงระหว่างเดือน เมษายน ถึง เดือน มิถุนายน หลังจากนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มที่พักอาศัย แพลตจะมีรูปแบบการขึ้นลงในลักษณะเดิมทุก ๆ ปี แสดงว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกลุ่มที่พักอาศัย แพลตนี้ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

4.2.1 เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต มีดังนี้

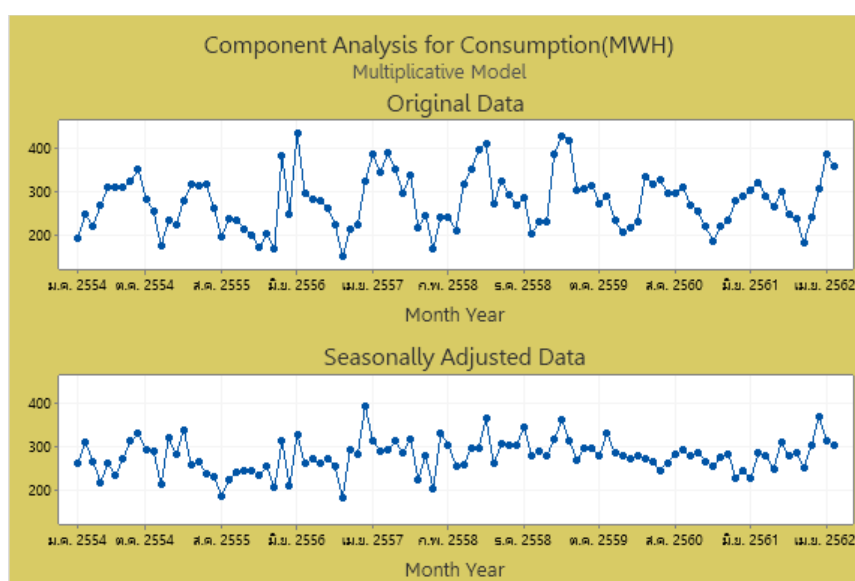
4.2.1.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

- ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

4.2.1.2 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

4.2.1.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

1) วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

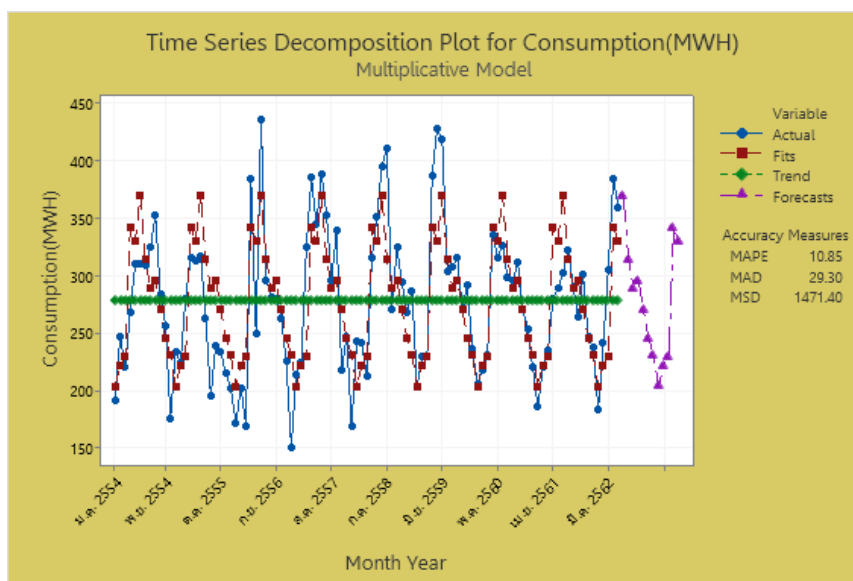


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ

Seasonal Indices

Period	Index	
1	0.73192	Period ที่ 1 คือ เดือน มกราคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 26.81
2	0.79733	Period ที่ 2 คือ เดือน กุมภาพันธ์ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 20.27
3	0.82559	Period ที่ 3 คือ เดือน มีนาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 17.44
4	1.22538	Period ที่ 4 คือ เดือน เมษายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 22.54
5	1.18411	Period ที่ 5 คือ เดือน พฤษภาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 18.41
6	1.32494	Period ที่ 6 คือ เดือน มิถุนายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 32.49
7	1.12825	Period ที่ 7 คือ เดือน กรกฎาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 12.83
8	1.03871	Period ที่ 8 คือ เดือน สิงหาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.87
9	1.06271	Period ที่ 9 คือ เดือน กันยายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 6.27
10	0.96996	Period ที่ 10 คือ เดือน ตุลาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 3.00
11	0.88298	Period ที่ 11 คือ เดือน พฤศจิกายน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 11.70
12	0.82812	Period ที่ 12 คือ เดือน ธันวาคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 17.19

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มที่พักอาศัย แพลต



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล
กลุ่มที่พักอาศัย แพลต

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของแนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้า และเส้นสีม่วงแสดงค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการขึ้นลงในลักษณะรูปแบบเดิมทุก ๆ ปี โดยจะมีค่าสูงสุดในช่วงระหว่างเดือน เมษายน ถึง เดือน มิถุนายน หลังจากนั้นค่าพยากรณ์จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี และเส้นแนวโน้ม (เส้นสีเขียว) จะเป็นเส้นตรงเนื่องจากเป็นวิธีการแยกส่วนประกอบที่สนใจเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาลเท่านั้น

จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	10.85
MAD	29.30
MSD	1471.40

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา
ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มที่พักอาศัย แพลต

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

$MAPE = 10.85$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลตมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 10.85

$MAD = 29.30$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลตมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 29.30 MWH/เดือน

$MSD = 1471.40$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลตมีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 1471.40 MWH²/เดือน หรือประมาณ 38.36 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = 278.93 * S_{t-12}$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม

4.2.1.2 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต โดยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

ในการใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์นี้ ผู้วิเคราะห์ได้กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 3 ค่า คือ Alpha (α) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบของข้อมูล, Gamma (γ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าประมาณแนวโน้ม และ Delta (δ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับปรับค่าประมาณของดัชนีฤดูกาล โดยจะกำหนดค่า α , γ และ δ ให้มีค่าต่ำระหว่าง 0.1 - 0.3 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มถูกปรับให้เรียบมาก และกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบให้มีค่าสูงระหว่าง 0.7 - 0.9 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มมีความผันแปรขึ้นลงเป็นไปตามปัจจุบันมากที่สุด จากการปรับเรียบข้อมูลด้วยค่าคงที่ปรับเรียบต่าง ๆ กัน จะได้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อเลือกค่าคงที่ปรับเรียบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ที่ต่ำที่สุด เพราะฉะนั้น จะสามารถกำหนดค่า Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) ที่มีค่าระหว่าง 0.1 - 0.3 และ 0.7 - 0.9 ได้ทั้งหมด 216 แบบ ดังตาราง

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.1	0.1	0.1	1686
0.1	0.1	0.2	1792
0.1	0.1	0.3	1898
0.1	0.1	0.7	2402
0.1	0.1	0.8	2575
0.1	0.1	0.9	2781
0.1	0.2	0.1	1753
0.1	0.2	0.2	1868
0.1	0.2	0.3	1983
0.1	0.2	0.7	2546
0.1	0.2	0.8	2748
0.1	0.2	0.9	2992
0.1	0.3	0.1	1844
0.1	0.3	0.2	1961
0.1	0.3	0.3	2082
0.1	0.3	0.7	2736
0.1	0.3	0.8	2975
0.1	0.3	0.9	3256
0.1	0.7	0.1	2066
0.1	0.7	0.2	2221
0.1	0.7	0.3	2380
0.1	0.7	0.7	3521
0.1	0.7	0.8	4386
0.1	0.7	0.9	6204
0.1	0.8	0.1	2018
0.1	0.8	0.2	2208
0.1	0.8	0.3	2420
0.1	0.8	0.7	4802

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.1	0.8	0.8	7206
0.1	0.8	0.9	12669
0.1	0.9	0.1	2022
0.1	0.9	0.2	2284
0.1	0.9	0.3	2599
0.1	0.9	0.7	8619
0.1	0.9	0.8	17301
0.1	0.9	0.9	45047
0.2	0.1	0.1	1547
0.2	0.1	0.2	1658
0.2	0.1	0.3	1773
0.2	0.1	0.7	2315
0.2	0.1	0.8	2489
0.2	0.1	0.9	2685
0.2	0.2	0.1	1626
0.2	0.2	0.2	1750
0.2	0.2	0.3	1879
0.2	0.2	0.7	2518
0.2	0.2	0.8	2729
0.2	0.2	0.9	2971
0.2	0.3	0.1	1690
0.2	0.3	0.2	1836
0.2	0.3	0.3	1994
0.2	0.3	0.7	2835
0.2	0.3	0.8	3148
0.2	0.3	0.9	3537
0.2	0.7	0.1	2113
0.2	0.7	0.2	2678

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.2	0.7	0.3	3591
0.2	0.7	0.7	22901
0.2	0.7	0.8	120745
0.2	0.7	0.9	186203
0.2	0.8	0.1	2268
0.2	0.8	0.2	3046
0.2	0.8	0.3	4493
0.2	0.8	0.7	6246031
0.2	0.8	0.8	390333
0.2	0.8	0.9	4035602
0.2	0.9	0.1	2366
0.2	0.9	0.2	3306
0.2	0.9	0.3	5262
0.2	0.9	0.7	303309
0.2	0.9	0.8	398406
0.2	0.9	0.9	5383827
0.3	0.1	0.1	1519
0.3	0.1	0.2	1626
0.3	0.1	0.3	1738
0.3	0.1	0.7	2282
0.3	0.1	0.8	2458
0.3	0.1	0.9	2659
0.3	0.2	0.1	1595
0.3	0.2	0.2	1722
0.3	0.2	0.3	1859
0.3	0.2	0.7	2587
0.3	0.2	0.8	2844
0.3	0.2	0.9	3154

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.3	0.3	0.1	1665
0.3	0.3	0.2	1823
0.3	0.3	0.3	2005
0.3	0.3	0.7	3159
0.3	0.3	0.8	3638
0.3	0.3	0.9	4273
0.3	0.7	0.1	1953
0.3	0.7	0.2	2215
0.3	0.7	0.3	2590
0.3	0.7	0.7	8821
0.3	0.7	0.8	16999
0.3	0.7	0.9	91335
0.3	0.8	0.1	2005
0.3	0.8	0.2	2251
0.3	0.8	0.3	2606
0.3	0.8	0.7	8800
0.3	0.8	0.8	69146
0.3	0.8	0.9	205335
0.3	0.9	0.1	2073
0.3	0.9	0.2	2300
0.3	0.9	0.3	2623
0.3	0.9	0.7	10563
0.3	0.9	0.8	85442
0.3	0.9	0.9	149787
0.7	0.1	0.1	1789
0.7	0.1	0.2	1858
0.7	0.1	0.3	1926
0.7	0.1	0.7	2206

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.7	0.1	0.8	2282
0.7	0.1	0.9	2363
0.7	0.2	0.1	1925
0.7	0.2	0.2	2001
0.7	0.2	0.3	2077
0.7	0.2	0.7	2392
0.7	0.2	0.8	2480
0.7	0.2	0.9	2574
0.7	0.3	0.1	2070
0.7	0.3	0.2	2154
0.7	0.3	0.3	2237
0.7	0.3	0.7	2590
0.7	0.3	0.8	2690
0.7	0.3	0.9	2798
0.7	0.7	0.1	2776
0.7	0.7	0.2	2891
0.7	0.7	0.3	3008
0.7	0.7	0.7	3564
0.7	0.7	0.8	3756
0.7	0.7	0.9	3986
0.7	0.8	0.1	2975
0.7	0.8	0.2	3100
0.7	0.8	0.3	3227
0.7	0.8	0.7	3855
0.7	0.8	0.8	4087
0.7	0.8	0.9	4376
0.7	0.9	0.1	3182
0.7	0.9	0.2	3317

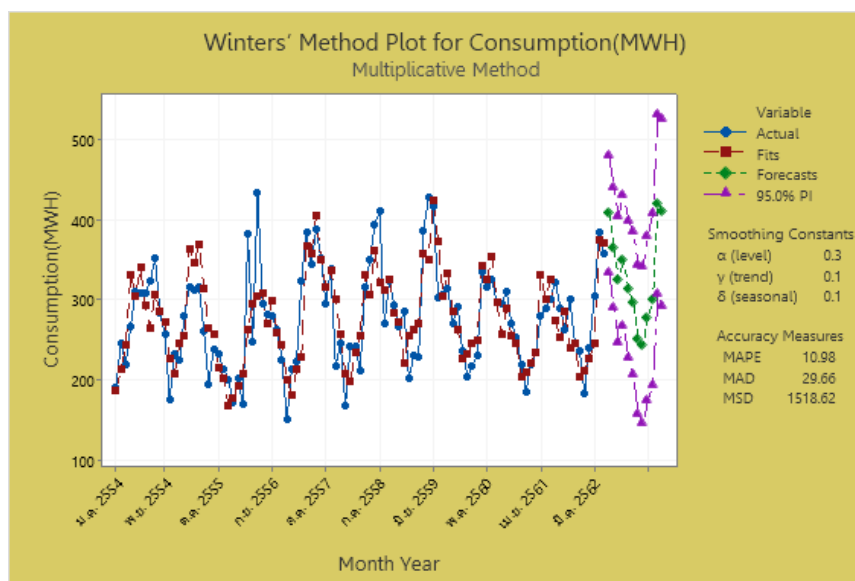
ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.7	0.9	0.3	3456
0.7	0.9	0.7	4167
0.7	0.9	0.8	4444
0.7	0.9	0.9	4804
0.8	0.1	0.1	1930
0.8	0.1	0.2	1985
0.8	0.1	0.3	2040
0.8	0.1	0.7	2263
0.8	0.1	0.8	2321
0.8	0.1	0.9	2380
0.8	0.2	0.1	2093
0.8	0.2	0.2	2155
0.8	0.2	0.3	2217
0.8	0.2	0.7	2470
0.8	0.2	0.8	2535
0.8	0.2	0.9	2603
0.8	0.3	0.1	2269
0.8	0.3	0.2	2338
0.8	0.3	0.3	2408
0.8	0.3	0.7	2693
0.8	0.3	0.8	2768
0.8	0.3	0.9	2847
0.8	0.7	0.1	3136
0.8	0.7	0.2	3244
0.8	0.7	0.3	3354
0.8	0.7	0.7	3823
0.8	0.7	0.8	3954
0.8	0.7	0.9	4097

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.8	0.8	0.1	3394
0.8	0.8	0.2	3516
0.8	0.8	0.3	3643
0.8	0.8	0.7	4182
0.8	0.8	0.8	4336
0.8	0.8	0.9	4504
0.8	0.9	0.1	3672
0.8	0.9	0.2	3814
0.8	0.9	0.3	3960
0.8	0.9	0.7	4590
0.8	0.9	0.8	4771
0.8	0.9	0.9	4970
0.9	0.1	0.1	2108
0.9	0.1	0.2	2142
0.9	0.1	0.3	2177
0.9	0.1	0.7	2317
0.9	0.1	0.8	2353
0.9	0.1	0.9	2388
0.9	0.2	0.1	2308
0.9	0.2	0.2	2347
0.9	0.2	0.3	2386
0.9	0.2	0.7	2548
0.9	0.2	0.8	2589
0.9	0.2	0.9	2631
0.9	0.3	0.1	2527
0.9	0.3	0.2	2572
0.9	0.3	0.3	2617
0.9	0.3	0.7	2804

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.9	0.3	0.8	2852
0.9	0.3	0.9	2899
0.9	0.7	0.1	3670
0.9	0.7	0.2	3752
0.9	0.7	0.3	3836
0.9	0.7	0.7	4190
0.9	0.7	0.8	4282
0.9	0.7	0.9	4375
0.9	0.8	0.1	4046
0.9	0.8	0.2	4143
0.9	0.8	0.3	4244
0.9	0.8	0.7	4672
0.9	0.8	0.8	4784
0.9	0.8	0.9	4898
0.9	0.9	0.1	4477
0.9	0.9	0.2	4595
0.9	0.9	0.3	4718
0.9	0.9	0.7	5243
0.9	0.9	0.8	5381
0.9	0.9	0.9	5522

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อน และค่าคงที่ปรับเรียบ กลุ่มที่พิกอาศัย แพลต

จากตารางข้างต้น Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) ที่มีค่า 0.3, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุด คือ 1519 และสามารถพล็อตกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มที่พักอาศัย แฟลต

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแทนค่าจริงที่เก็บรวบรวม เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เส้นสีม่วงแทนขอบเขตของค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งขอบเขตล่างและขอบเขตบน จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	10.98
MAD	29.66
MSD	1518.62

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มที่พักอาศัย แฟลต

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

$MAPE = 10.98$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แฟลตมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 10.98

$MAD = 29.66$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้า กลุ่มที่
พักอาศัย แพลตมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 29.66
MWH/เดือน

$MSD = 1518.62$ หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของ
ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลตมีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้
ไฟฟ้าจริง 1518.62 MWH²/เดือน หรือประมาณ 38.97 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+p} = (310.60 + 2.49(p))S_{t-L+p} \quad ; p = 1, 2, 3, \dots$$

โดยที่ p คือ หน่วยเวลาของการพยากรณ์ล่วงหน้า

L คือ ช่วงรอบของฤดูกาล = 12

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม,...,ธันวาคม ตามลำดับ

เลือกเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD) ที่ต่ำที่สุด ดังนี้

เทคนิคในการพยากรณ์	ค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD)
วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบ พยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล	1471.40
วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)	1518.62

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน กลุ่มที่พักอาศัย แพลต

จากตารางจะเห็นว่าวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่
ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำที่สุด เท่ากับ 1471.40 ดังนั้นในการ
พยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่พักอาศัย แพลต จึงควรเลือกใช้วิธีแยก
ส่วนประกอบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

ค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของกลุ่มที่พักอาศัย แพลต ด้วยวิธีแยก
ส่วนประกอบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

Period(t)	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์
102	มิถุนายน 2562	408.92
103	กรกฎาคม 2562	366.41
104	สิงหาคม 2562	326.88
105	กันยายน 2562	351.46
106	ตุลาคม 2562	314.93
107	พฤศจิกายน 2562	297.09
108	ธันวาคม 2562	251.46
109	มกราคม 2563	245.15
110	กุมภาพันธ์ 2563	278.34
111	มีนาคม 2563	301.70
112	เมษายน 2563	420.88
113	พฤษภาคม 2563	411.02

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าพยากรณ์ 12 เดือน กลุ่มที่พักอาศัย แพลต

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากับข้อมูลจริง

เป็นการตรวจสอบตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เลือก ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำตัวแบบนั้นไปใช้ในการพยากรณ์ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ โดยดูจากค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ โดยหากมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยแสดงว่าตัวแบบนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบนั้น จะใช้ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ (MAPE) โดยทำการตรวจสอบระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงใน 12 เดือน คือ

เดือน/ปี	ค่าจริง(Y_t)	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t)	$ e_t/y_t $
มิถุนายน 2562	358.63	408.92	-50.29	0.14
กรกฎาคม 2562	304.02	366.41	-62.39	0.21
สิงหาคม 2562	307.63	326.88	-19.25	0.06
กันยายน 2562	345.55	351.46	-5.91	0.02

เดือน/ปี	ค่าจริง(Y_t)	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t)	$ e_t/y_t $
ตุลาคม 2562	271.41	314.93	-43.52	0.16
พฤศจิกายน 2562	256.91	297.09	-40.18	0.16
ธันวาคม 2562	256.96	251.46	5.5	0.02
มกราคม 2563	182.52	245.15	-62.63	0.34
กุมภาพันธ์ 2563	198.77	278.34	-79.57	0.40
มีนาคม 2563	210.96	301.70	-90.74	0.43
เมษายน 2563	244.91	420.88	-175.97	0.72
พฤษภาคม 2563	358.59	411.02	-52.43	0.15

ตารางที่ 4.16 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ กลุ่มพักอาศัย แพลต

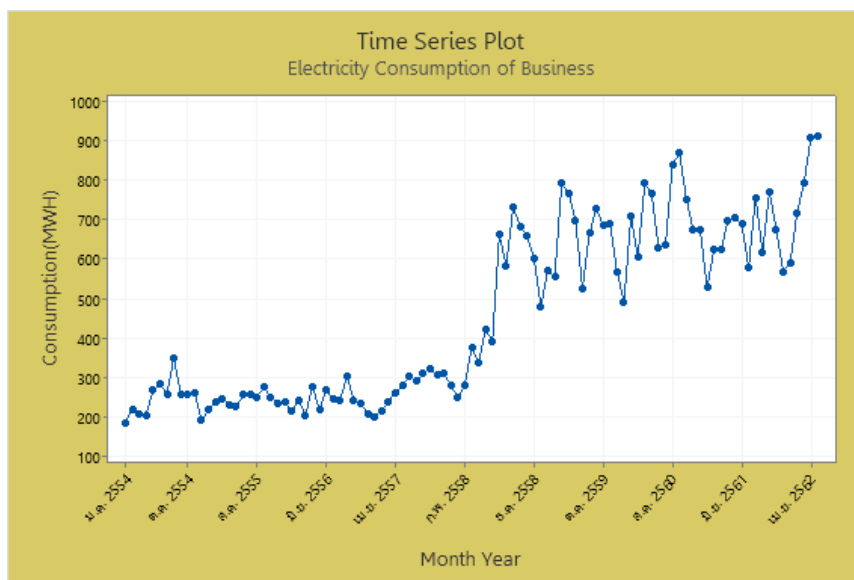
$$\sum |e_t/y_t| = 2.80$$

$$MAPE = \frac{\sum |e_t/y_t|}{n} * 100 = \frac{2.80}{12} * 100 = 23.35 \%$$

ดังนั้น MAPE เท่ากับร้อยละ 23.35 หมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์เท่ากับ 23.35% ซึ่งถือว่าเป็นค่าคลาดเคลื่อนที่มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์นี้อยู่ในเกณฑ์พอใช้ หรืออาจเป็นเพราะสถานการณ์ไม่ปกติในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน 2563 ส่งผลให้มีค่าความคลาดเคลื่อนสูง

4.3 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ

ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ ประกอบไปด้วยปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ประกอบการ ร้านค้า บริษัทต่าง ๆ ที่เข้ามาดำเนินกิจกรรม ธุรกิจ การค้าภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น วัตถุประสงค์ของการใช้ไฟฟ้า คือ เพื่อใช้ในการประกอบกิจการ การค้า เช่น ธนาคาร ร้านอาหาร ร้านขายหนังสือ ร้านขายของเบ็ดเตล็ด ร้านสะดวกซื้อ ซึ่งอัตราการขยายตัวของกลุ่มผู้ประกอบการ ร้านค้า ส่วนมากเป็นการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียน โดยการเพิ่มขึ้นของผู้ประกอบการ ร้านค้า รายใหม่ค่อย ๆ ปรับตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่ ที่เปิดให้ประกอบการ ดังนั้นความต้องการพลังงานไฟฟ้าขึ้นอยู่กับการหมุนเวียนของผู้ประกอบการ รอบเวลาของการเปิดทำการ เนื่องจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นสถานศึกษาซึ่งมีรอบเวลาในการปิดภาคเรียน และขนาดของกิจการร้านค้า จะเห็นได้จากกราฟอนุกรมเวลา



รูปที่ 4.11 กราฟอนุกรมเวลาของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ
ตั้งแต่เดือน มกราคม 2554 ถึง พฤษภาคม 2562

กราฟอนุกรมเวลาข้างต้น สังเกตได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ จะมีค่าต่ำสุดในช่วงปลายปีถึงต้นปีในระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือน มกราคม จากนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเริ่มลดลงจนถึงช่วงสิ้นปี ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเภทผู้ประกอบการ มีรูปแบบการขึ้นลงในลักษณะเดิมทุก ๆ ปี แสดงว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกลุ่มผู้ประกอบการ นี้ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล และแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าดูเหมือนมีแนวโน้ม

เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แสดงให้เห็นว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ นี้ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มด้วย

4.3.1 เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ

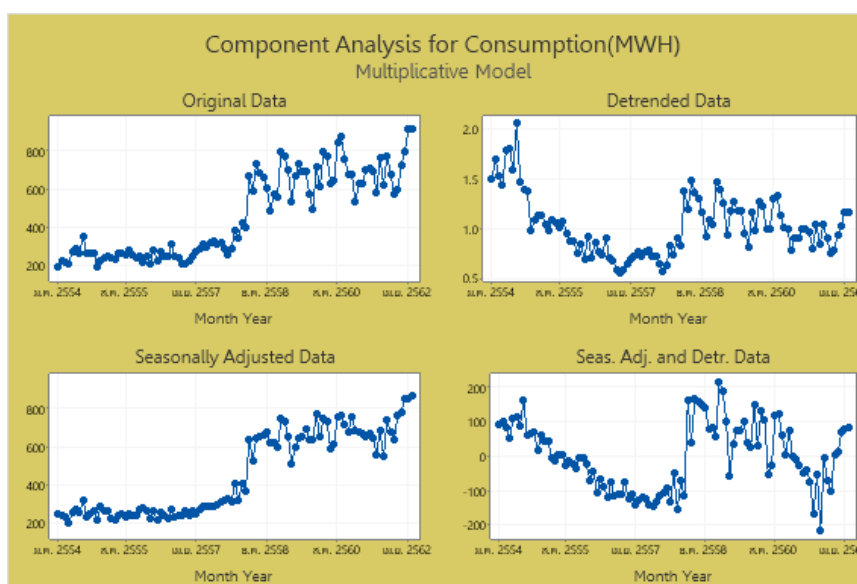
4.3.1.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

- ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล
- ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

4.3.1.2 วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

4.3.1.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

1) วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ
จากกราฟดังรูปที่ 4.12

กราฟที่ 1 Original Data แสดงถึงข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง

กราฟที่ 2 Detrended Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าแนวโน้มออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลยังมีการขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันในแต่ละปี

กราฟที่ 3 Seasonally Adjusted Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไม่มีการขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันในแต่ละปี ในรูปแบบเดียวกันกับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง แต่แสดงให้เห็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

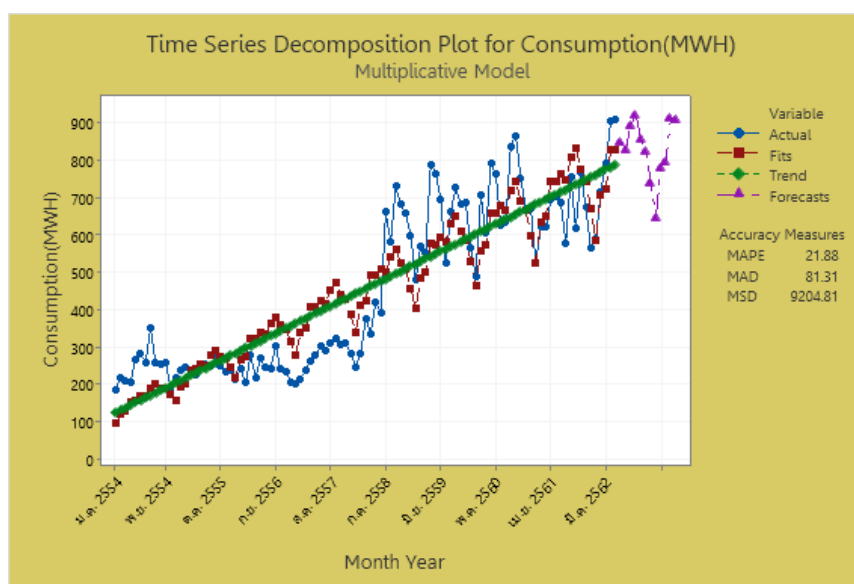
กราฟที่ 4 Seasonally Adjusted and Detrended Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลแล้ว

ตารางแสดงค่าดัชนีฤดูกาลและคำอธิบายค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา

Seasonal Indices

Period	Index	Period ที่ 1 คือ เดือน มกราคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 22.85
1	0.77148	Period ที่ 2 คือ เดือน กุมภาพันธ์	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 8.16
2	0.91840	Period ที่ 3 คือ เดือน มีนาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 6.68
3	0.93311	Period ที่ 4 คือ เดือน เมษายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 6.10
4	1.06100	Period ที่ 5 คือ เดือน พฤษภาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 4.80
5	1.04803	Period ที่ 6 คือ เดือน มิถุนายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 6.80
6	1.06805	Period ที่ 7 คือ เดือน กรกฎาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 3.47
7	1.03469	Period ที่ 8 คือ เดือน สิงหาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 10.67
8	1.10665	Period ที่ 9 คือ เดือน กันยายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 13.08
9	1.13084	Period ที่ 10 คือ เดือน ตุลาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 4.44
10	1.04440	Period ที่ 11 คือ เดือน พฤศจิกายน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 0.47
11	0.99564	Period ที่ 12 คือ เดือน ธันวาคม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 11.23
12	0.88771		

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลา กลุ่มผู้ประกอบการ



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้ม และฤดูกาล
กลุ่มผู้ประกอบการ

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของแนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้า และเส้นสีม่วงแสดงค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการขึ้นลงในลักษณะรูปแบบเดิมทุก ๆ ปี โดยจะต่ำสุดในช่วงปลายปีถึงต้นปีในระหว่างเดือน ธันวาคม ถึงเดือน มกราคม และค่อย ๆ เพิ่ม ปรับขึ้นเรื่อย ๆ และเริ่มลดลงจนถึงช่วงสิ้นปี หลังจากนั้นค่าพยากรณ์จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี และเส้นแนวโน้ม (เส้นสีเขียว) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี

จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	21.88
MAD	81.31
MSD	9804.81

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพล

จากแนวโน้มและฤดูกาล กลุ่มผู้ประกอบการ

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

MAPE = 21.88 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงร้อยละ 21.88

MAD = 81.31 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ ร้านค้า มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 81.31 MWH/เดือน

MSD = 9804.81 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ ร้านค้า มีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 9804.81 MWH²/เดือน หรือประมาณ 99.02 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = (118.5 + 6.64 * t)S_{t-12} \quad ; t = 0, 1, 2, \dots$$

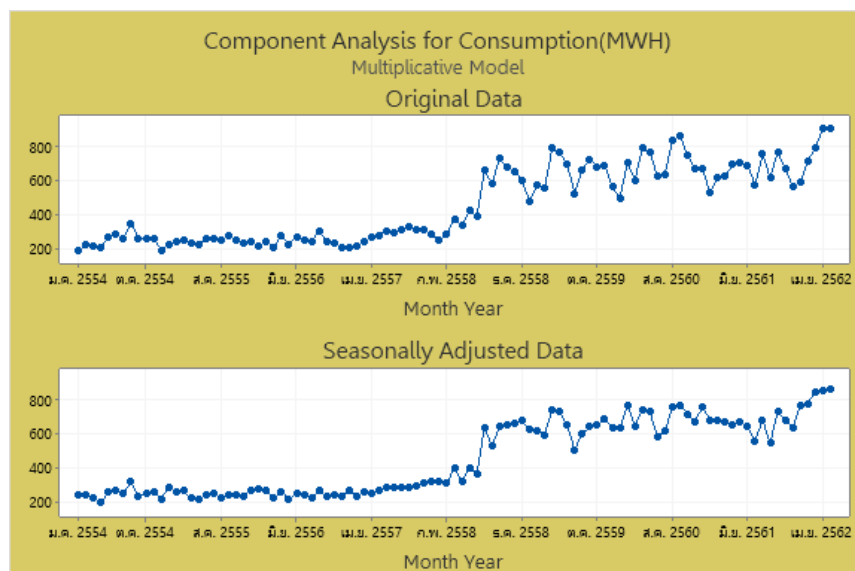
โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม,...,ธันวาคม ตามลำดับ

2) วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจาก

ฤดูกาล

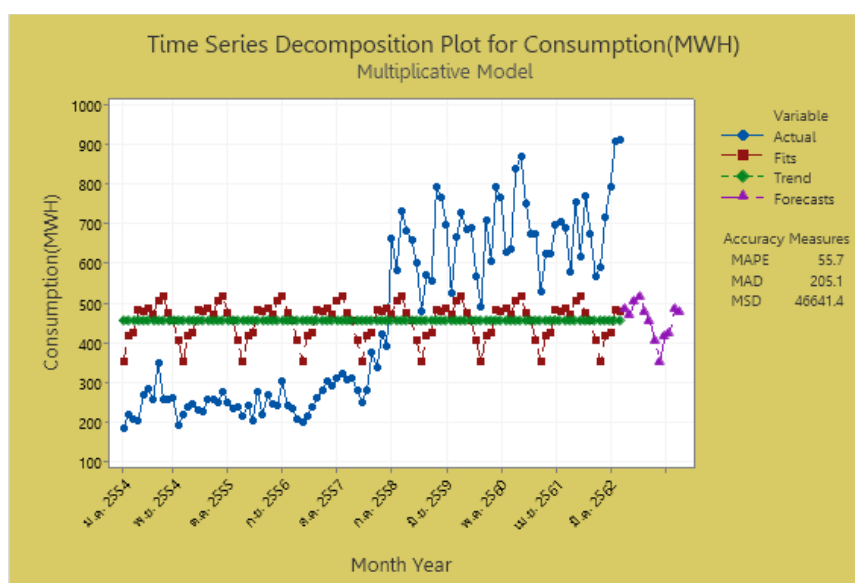


รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการแยกส่วนประกอบของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ

ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบผลคูณ

กราฟที่ 1 Original Data แสดงถึงข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง

กราฟที่ 2 Seasonally Adjusted Data แสดงถึงข้อมูลที่มีการปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลแล้ว ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไม่มีการขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันในแต่ละปี



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลกลุ่มผู้ประกอบการ

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของแนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้า และเส้นสีม่วงแสดงค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการขึ้นลงในลักษณะรูปแบบเดิมทุก ๆ ปี โดยจะต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือน มกราคม และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือน พฤษภาคม หลังจากนั้นค่าพยากรณ์จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสิ้นปี และเส้นแนวโน้ม (เส้นสีเขียว) จะเป็นเส้นตรงเนื่องจากเป็นวิธีการแยกส่วนประกอบที่สนใจเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาลเท่านั้น

จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	55.7
MAD	205.1
MSD	46641.4

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา
ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล กลุ่มผู้ประกอบการ

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

MAPE = 55.7 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 55.7

MAD = 205.1 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 205.1 MWH/เดือน

MSD = 46641.4 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 46641.4 MWH²/เดือน หรือประมาณ 215.97 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = 457.16 * S_{t-12}$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม,...,ธันวาคม ตามลำดับ

4.3.1.2 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ โดยวิธีการ ปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

ในการใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์นี้ ผู้วิเคราะห์ได้กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 3 ค่า คือ Alpha (α) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบของข้อมูล, Gamma (γ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับค่าประมาณแนวโน้ม และ Delta (δ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับปรับค่าประมาณของดัชนีฤดูกาล โดยจะกำหนดค่า α , γ และ δ ให้มีค่าต่ำระหว่าง 0.1 - 0.3 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มถูกปรับให้เรียบมาก และกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบให้มีค่าสูงระหว่าง 0.7 - 0.9 เพื่อให้ข้อมูลและค่าประมาณแนวโน้มมีความผันแปรขึ้นลงเป็นไปตามปัจจุบันมากที่สุด จากการปรับเรียบข้อมูลด้วยค่าคงที่ปรับเรียบต่าง ๆ กัน จะได้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเพื่อเลือกค่าคงที่ปรับเรียบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ที่ต่ำที่สุด เพราะฉะนั้น จะสามารถกำหนดค่า Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) ที่มีค่าระหว่าง 0.1-0.3 และ 0.7-0.9 ได้ทั้งหมด 216 แบบ ดังตาราง

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.1	0.1	0.1	8031.71
0.1	0.1	0.2	8470.56
0.1	0.1	0.3	8837.97
0.1	0.1	0.7	10703.7
0.1	0.1	0.8	11532.8
0.1	0.1	0.9	12607.8
0.1	0.2	0.1	7470.2
0.1	0.2	0.2	8115.38
0.1	0.2	0.3	8703.34
0.1	0.2	0.7	11693.4
0.1	0.2	0.8	12915.5
0.1	0.2	0.9	14476.7
0.1	0.3	0.1	6955.56
0.1	0.3	0.2	7815.98
0.1	0.3	0.3	8630.11

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.1	0.3	0.7	12662.3
0.1	0.3	0.8	14290.9
0.1	0.3	0.9	16440.2
0.1	0.7	0.1	7912.31
0.1	0.7	0.2	8812.6
0.1	0.7	0.3	9777.94
0.1	0.7	0.7	21724.8
0.1	0.7	0.8	32004
0.1	0.7	0.9	52332.9
0.1	0.8	0.1	7654.27
0.1	0.8	0.2	8632.99
0.1	0.8	0.3	9810.49
0.1	0.8	0.7	29778.3
0.1	0.8	0.8	52199.6
0.1	0.8	0.9	114068
0.1	0.9	0.1	7379.1
0.1	0.9	0.2	8516.75
0.1	0.9	0.3	10011.9
0.1	0.9	0.7	44263.9
0.1	0.9	0.8	100179
0.1	0.9	0.9	532290
0.2	0.1	0.1	4956.3
0.2	0.1	0.2	5483.98
0.2	0.1	0.3	5940.88
0.2	0.1	0.7	7624.57
0.2	0.1	0.8	8183.94
0.2	0.1	0.9	8865.8
0.2	0.2	0.1	4842.96

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.2	0.2	0.2	5433.26
0.2	0.2	0.3	5948.97
0.2	0.2	0.7	7904.93
0.2	0.2	0.8	8594.5
0.2	0.2	0.9	9475.72
0.2	0.3	0.1	4807.87
0.2	0.3	0.2	5396.99
0.2	0.3	0.3	5908.71
0.2	0.3	0.7	7989.07
0.2	0.3	0.8	8838.63
0.2	0.3	0.9	10016.9
0.2	0.7	0.1	4338.5
0.2	0.7	0.2	5082.26
0.2	0.7	0.3	5714.65
0.2	0.7	0.7	6837.42
0.2	0.7	0.8	7697.35
0.2	0.7	0.9	10316
0.2	0.8	0.1	4355.78
0.2	0.8	0.2	5198.02
0.2	0.8	0.3	5899.35
0.2	0.8	0.7	5971.16
0.2	0.8	0.8	6407
0.2	0.8	0.9	9670.62
0.2	0.9	0.1	4428.69
0.2	0.9	0.2	5423.28
0.2	0.9	0.3	6288.79
0.2	0.9	0.7	7561.08
0.2	0.9	0.8	8517.34

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.2	0.9	0.9	13353.9
0.3	0.1	0.1	3970.59
0.3	0.1	0.2	4408.99
0.3	0.1	0.3	4793.96
0.3	0.1	0.7	6012.82
0.3	0.1	0.8	6345.03
0.3	0.1	0.9	6725.08
0.3	0.2	0.1	3896.14
0.3	0.2	0.2	4355.37
0.3	0.2	0.3	4758.88
0.3	0.2	0.7	6024.99
0.3	0.2	0.8	6372.35
0.3	0.2	0.9	6776.96
0.3	0.3	0.1	3832.82
0.3	0.3	0.2	4304.92
0.3	0.3	0.3	4720.3
0.3	0.3	0.7	6007.54
0.3	0.3	0.8	6350.78
0.3	0.3	0.9	6748.91
0.3	0.7	0.1	4033.93
0.3	0.7	0.2	4677.93
0.3	0.7	0.3	5365.74
0.3	0.7	0.7	8233.85
0.3	0.7	0.8	9096.32
0.3	0.7	0.9	10280.7
0.3	0.8	0.1	4178.57
0.3	0.8	0.2	4838.47
0.3	0.8	0.3	5603.46

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.3	0.8	0.7	9698.29
0.3	0.8	0.8	10931.4
0.3	0.8	0.9	12539.1
0.3	0.9	0.1	4354.19
0.3	0.9	0.2	4998.71
0.3	0.9	0.3	5761.12
0.3	0.9	0.7	11144.4
0.3	0.9	0.8	12882.9
0.3	0.9	0.9	14885.7
0.7	0.1	0.1	3660.84
0.7	0.1	0.2	3870.11
0.7	0.1	0.3	4089.11
0.7	0.1	0.7	4869.6
0.7	0.1	0.8	5031.57
0.7	0.1	0.9	5184.06
0.7	0.2	0.1	3889.59
0.7	0.2	0.2	4121.2
0.7	0.2	0.3	4363.88
0.7	0.2	0.7	5232.88
0.7	0.2	0.8	5416.14
0.7	0.2	0.9	5590.56
0.7	0.3	0.1	4168.03
0.7	0.3	0.2	4426.7
0.7	0.3	0.3	4698.89
0.7	0.3	0.7	5687.51
0.7	0.3	0.8	5902.23
0.7	0.3	0.9	6110.07
0.7	0.7	0.1	5564.02

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.7	0.7	0.2	6012.99
0.7	0.7	0.3	6526.06
0.7	0.7	0.7	8922.63
0.7	0.7	0.8	9648.16
0.7	0.7	0.9	10468.6
0.7	0.8	0.1	5967.36
0.7	0.8	0.2	6481.11
0.7	0.8	0.3	7089.15
0.7	0.8	0.7	10240.8
0.7	0.8	0.8	11293.4
0.7	0.8	0.9	12526.8
0.7	0.9	0.1	6391.76
0.7	0.9	0.2	6970.13
0.7	0.9	0.3	7678.51
0.7	0.9	0.7	11762.1
0.7	0.9	0.8	13249.1
0.7	0.9	0.9	15034.2
0.8	0.1	0.1	3897.7
0.8	0.1	0.2	4044.17
0.8	0.1	0.3	4203.14
0.8	0.1	0.7	4844.92
0.8	0.1	0.8	4992.98
0.8	0.1	0.9	5134.2
0.8	0.2	0.1	4195.88
0.8	0.2	0.2	4360.45
0.8	0.2	0.3	4539.86
0.8	0.2	0.7	5268.11
0.8	0.2	0.8	5437.59

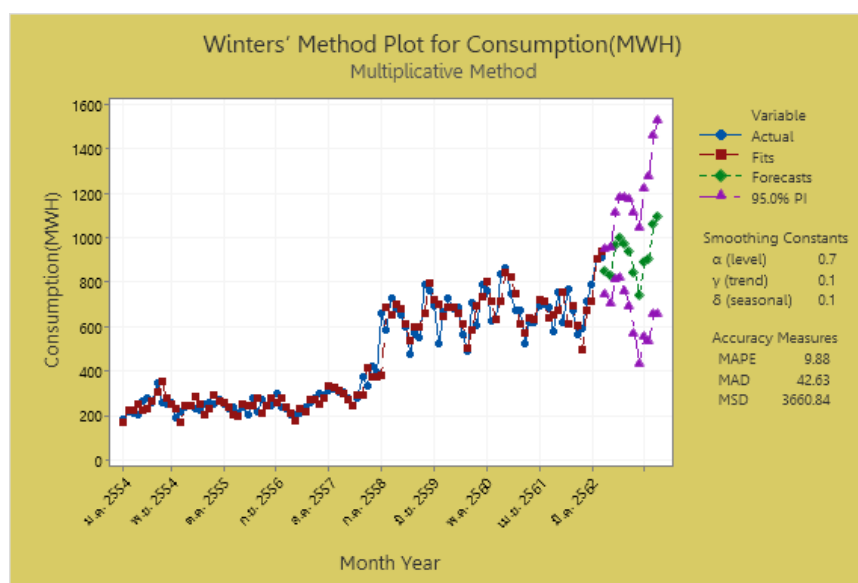
ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.8	0.2	0.9	5600.21
0.8	0.3	0.1	4542.99
0.8	0.3	0.2	4729.13
0.8	0.3	0.3	4933.59
0.8	0.3	0.7	5774.07
0.8	0.3	0.8	5973.14
0.8	0.3	0.9	6166.13
0.8	0.7	0.1	6280.91
0.8	0.7	0.2	6594.67
0.8	0.7	0.3	6959.85
0.8	0.7	0.7	8678.1
0.8	0.7	0.8	9160.51
0.8	0.7	0.9	9671.25
0.8	0.8	0.1	6811.98
0.8	0.8	0.2	7167.19
0.8	0.8	0.3	7585.45
0.8	0.8	0.7	9622.06
0.8	0.8	0.8	10221.3
0.8	0.8	0.9	10872
0.8	0.9	0.1	7395.49
0.8	0.9	0.2	7798.37
0.8	0.9	0.3	8275.77
0.8	0.9	0.7	10649
0.8	0.9	0.8	11372.1
0.8	0.9	0.9	12174.7
0.9	0.1	0.1	4231.91
0.9	0.1	0.2	4307.97
0.9	0.1	0.3	4390.95

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.9	0.1	0.7	4759.19
0.9	0.1	0.8	4854.72
0.9	0.1	0.9	4950.1
0.9	0.2	0.1	4614.41
0.9	0.2	0.2	4701.19
0.9	0.2	0.3	4796.34
0.9	0.2	0.7	5221.12
0.9	0.2	0.8	5331.65
0.9	0.2	0.9	5442.15
0.9	0.3	0.1	5053.91
0.9	0.3	0.2	5153.37
0.9	0.3	0.3	5263.17
0.9	0.3	0.7	5757.78
0.9	0.3	0.8	5887.27
0.9	0.3	0.9	6017
0.9	0.7	0.1	7380.8
0.9	0.7	0.2	7562.13
0.9	0.7	0.3	7767.52
0.9	0.7	0.7	8731.38
0.9	0.7	0.8	8992.05
0.9	0.7	0.9	9256.67
0.9	0.8	0.1	8160.43
0.9	0.8	0.2	8376.67
0.9	0.8	0.3	8621.93
0.9	0.8	0.7	9775.82
0.9	0.8	0.8	10088.5
0.9	0.8	0.9	10406.1
0.9	0.9	0.1	9060.35

ค่าคงที่ปรับเรียบ			ค่าวัดความคลาดเคลื่อน MSD
Alpha(α)	Gamma(γ)	Delta(δ)	
0.9	0.9	0.2	9322.64
0.9	0.9	0.3	9619.95
0.9	0.9	0.7	11018.7
0.9	0.9	0.8	11397.8
0.9	0.9	0.9	11782.5

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อน และค่าคงที่ปรับเรียบ กลุ่มผู้ประกอบการ

จากตารางข้างต้น Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) ที่มีค่า 0.7, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุด คือ 3660.84 และสามารถพล็อตกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มผู้ประกอบการ

จากกราฟข้างต้น เส้นสีน้ำเงินแทนค่าจริงที่เก็บรวบรวม เส้นสีแดงแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอดีต เส้นสีเขียวแทนค่าของการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าไปในอนาคต เส้นสีม่วงแทนขอบเขตของค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งขอบเขตล่างและขอบเขตบน

จากกราฟค่าวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าดังนี้

ค่าวัดความคลาดเคลื่อน	
MAPE	9.88
MAD	42.63
MSD	3660.84

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าวัดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
ของ โฮลท์-วินเทอร์ กลุ่มผู้ประกอบการ

จากค่าวัดความคลาดเคลื่อนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

MAPE = 9.88 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ร้อยละ 9.88

MAD = 42.63 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 42.63 MWH/เดือน

MSD = 3660.84 หมายความว่า ค่าพยากรณ์ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ มีค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 3660.84 MWH²/เดือน หรือประมาณ 60.50 MWH/เดือน

ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+p} = (839.92 + 13.47 (p))S_{t-L+p} \quad ; p = 1, 2, 3, \dots$$

โดยที่ p คือ หน่วยเวลาของการพยากรณ์ล่วงหน้า

L คือ ช่วงรอบของฤดูกาล = 12

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม, ..., ธันวาคม ตามลำดับ

เลือกเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD) ที่ต่ำที่สุด ดังนี้

เทคนิคในการพยากรณ์	ค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD)
วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบ พยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล	9804.81

เทคนิคในการพยากรณ์	ค่าวัดความคลาดเคลื่อน (MSD)
วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล	46641.4
วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)	3660.84

ตารางที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน กลุ่มผู้ประกอบการ

จากตารางจะเห็นว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method) ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำที่สุด เท่ากับ 3660.84 ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มผู้ประกอบการ จึงควรเลือกใช้วิธีการนี้

ค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของกลุ่มผู้ประกอบการ ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ของ โฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

Period(t)	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์
102	มิถุนายน 2562	851.97
103	กรกฎาคม 2562	833.6
104	สิงหาคม 2562	964.95
105	กันยายน 2562	1003.19
106	ตุลาคม 2562	972.73
107	พฤศจิกายน 2562	937.59
108	ธันวาคม 2562	846.01
109	มกราคม 2563	743.27
110	กุมภาพันธ์ 2563	891.72
111	มีนาคม 2563	908.91
112	เมษายน 2563	1062.11
113	พฤษภาคม 2563	1095.93

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าพยากรณ์ 12 เดือน กลุ่มผู้ประกอบการ

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้ากับข้อมูลจริง

เป็นการตรวจสอบตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เลือก ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำตัวแบบนั้นไปใช้ในการพยากรณ์ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ โดยดูจากค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ โดยหากมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยแสดงว่าตัวแบบนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบนั้น จะใช้ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ (MAPE) โดยทำการตรวจสอบระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริงใน 12 เดือน คือ

เดือน/ปี	ค่าจริง(Y_t)	ค่าพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t)	$ e_t/y_t $
มิถุนายน 2562	625.46	851.97	-226.51	0.36
กรกฎาคม 2562	791.57	833.6	-42.03	0.05
สิงหาคม 2562	800.68	964.95	-164.27	0.21
กันยายน 2562	846.78	1003.19	-156.41	0.18
ตุลาคม 2562	819.29	972.73	-153.44	0.19
พฤศจิกายน 2562	734.59	937.59	-203	0.28
ธันวาคม 2562	642.89	846.01	-203.12	0.32
มกราคม 2563	612.28	743.27	-130.99	0.21
กุมภาพันธ์ 2563	674.91	891.72	-216.81	0.32
มีนาคม 2563	681.69	908.91	-227.22	0.33
เมษายน 2563	566.37	1062.11	-495.74	0.88
พฤษภาคม 2563	511.18	1095.93	-584.75	1.14

ตารางที่ 4.24 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ กลุ่มผู้ประกอบการ

$$\sum |e_t/y_t| = 4.47$$

$$MAPE = \frac{\sum |e_t/Y_t|}{n} * 100 = \frac{4.47}{12} * 100 = 37.25 \%$$

ดังนั้น MAPE เท่ากับร้อยละ 37.25 หมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์เท่ากับ 37.25% ซึ่งถือว่าเป็นค่าคลาดเคลื่อนที่สูงมาก แต่ค่า MAPE อยู่ระหว่าง 20% - 50% จัดว่าอยู่ในเกณฑ์การพยากรณ์พอใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

การศึกษาวเคราะห์นี้ได้ทำการศึกษาเรื่องการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยแหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ได้จากข้อมูลทุติยภูมิปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของคณะ หน่วยงาน ผู้ประกอบการ และที่พักอาศัยภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบบริหารค่าสาธารณูปโภค กองจัดการสาธารณูปโภค พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น และได้ทำการพยากรณ์โดยแบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็น 3 ประเภท

- 1) กลุ่มคณะ หน่วยงาน
- 2) กลุ่มที่พักอาศัย แฟลต คราวเรือน
- 3) กลุ่มผู้ประกอบการ

โดยวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ ไฟฟ้า ของคณะ หน่วยงาน ผู้ประกอบการ และที่พักอาศัย เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้ในการพยากรณ์คือ

- 1) วิธีแยกส่วนประกอบ(Decomposition)
- 2) วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์(Holt-Winters Method)

จากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้า ของกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ดังนี้

5.1.1 กลุ่มคณะ หน่วยงาน

วิธีการพยากรณ์ คือ วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล

ตัวแบบพยากรณ์ คือ $Y_t = (5015.4 + 2.18 * t) S_{t-12}$; $t=0, 1, 2, \dots$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม

โดยเมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบด้วยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในอนาคตของ 12 เดือน คือ เดือน มิถุนายน 2562 ถึงเดือน พฤษภาคม 2563 ซึ่งค่า MAPE ที่ได้มีค่าร้อยละ 10.71

5.1.2 กลุ่มที่พักอาศัย แพลต

วิธีการพยากรณ์ คือ วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา : ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

ตัวแบบพยากรณ์ คือ $Y_t = 278.93 * S_{t-12}$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม

โดยเมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบด้วยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในอนาคตของ 12 เดือน คือ เดือน มิถุนายน 2562 ถึงเดือน พฤษภาคม 2563 ซึ่งค่า MAPE ที่ได้มีค่าร้อยละ 23.35

5.1.3 กลุ่มผู้ประกอบการ

วิธีการพยากรณ์ คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Method)

ตัวแบบพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_{t+p} = (839.92 + 13.47 (p))S_{t-L+p}$; $p = 1, 2, 3, \dots$

โดยที่ p คือ หน่วยเวลาของการพยากรณ์ล่วงหน้า

L คือ ช่วงรอบของฤดูกาล = 12

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม, ..., ธันวาคม ตามลำดับ

โดยเมื่อทำการตรวจสอบตัวแบบด้วยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในอนาคตของ 12 เดือน คือ เดือน มิถุนายน 2562 ถึงเดือน พฤษภาคม 2563 ซึ่งค่า MAPE ที่ได้มีค่าร้อยละ 37.25

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาวิเคราะห์นี้ใช้การพยากรณ์อนุกรมเวลา ซึ่งการพยากรณ์อนุกรมเวลานี้เป็นการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีต เพื่อทำการพยากรณ์ในอนาคต โดยไม่มีการนำปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อค่าพยากรณ์นำมาใช้วิเคราะห์ร่วม ซึ่งในบางกรณีการพยากรณ์อาจมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากนำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมด้วย

5.2.2 ในการเลือกใช้เทคนิคในการพยากรณ์ ผู้ศึกษาวิเคราะห์ได้เลือกเทคนิคการพยากรณ์ มา 2 เทคนิค เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ ซึ่งหากผู้ใดสนใจทำการศึกษาการพยากรณ์ ในแบบเดียวกัน อาจเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือนอกเหนือจากเทคนิคในงาน วิเคราะห์นี้ โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อมูล โดยสามารถสังเกตจากกราฟการเคลื่อนไหวของ ข้อมูล

5.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องคำนึงถึงระยะเวลาของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ โดยการใช้ข้อมูลที่มีปริมาณมากหรือน้อยเกินไป ย่อมมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการพยากรณ์ เนื่องจากเหตุการณ์ หรือปัจจัยที่ช่วงเวลาที่ผ่านมาใช้ในการพยากรณ์ไม่คงที่ ทำให้เกิดความผิดปกติของ ข้อมูล ซึ่งส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

บรรณานุกรม

- ทรงศิริ แด่สมบัติ. (2539). เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ: หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- พรพรรณ ก้องโกวิท. (2551). พยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณี อึ้งปัญสดวงศ์. (2555). เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภูมิฐาน รังकुณวัฒน์. (2562) การวิเคราะห์อนุกรมเวลาสำหรับเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ. ค้นเมื่อ 25 เมษายน 2563, จาก https://economics.utcc.ac.th/wp-content/uploads/Time-Series-for-Econ-and-Bus_Poomthan.pdf
- ศศิประภา ตาลยงค์. (2560). การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบวินเทอร์ ตัวแบบอาร์มา และตัวแบบวินเทอร์ที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบอาร์มา. กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลทุติยภูมิปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของคณะ หน่วยงาน ผู้ประกอบการ และที่พักอาศัยภายใน
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

ปี 2554			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	3,914,316.38	186,359.40	192,573.00
กุมภาพันธ์	3,928,705.97	221,357.96	247,447.00
มีนาคม	3,957,888.35	210,972.23	220,927.00
เมษายน	4,016,186.90	207,091.30	268,338.00
พฤษภาคม	5,733,519.67	269,046.91	310,477.00
มิถุนายน	6,290,613.92	284,017.73	310,085.00
กรกฎาคม	5,996,792.28	260,072.43	309,619.00
สิงหาคม	6,022,719.39	350,735.34	324,568.00
กันยายน	5,826,342.08	260,505.63	351,926.00
ตุลาคม	5,292,727.86	257,330.72	284,452.00
พฤศจิกายน	5,313,627.07	261,616.44	257,059.00
ธันวาคม	4,154,433.14	192,749.97	176,159.00

ปี 2555			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	4,556,455.10	220,085.33	234,008.00
กุมภาพันธ์	4,423,358.99	237,991.33	224,973.00
มีนาคม	4,697,645.46	246,832.37	280,187.00
เมษายน	4,672,262.43	233,421.47	315,860.00
พฤษภาคม	5,238,411.14	226,530.13	313,570.00

ปี 2555			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักออาศัย
มิถุนายน	5,835,656.49	257,392.32	316,940.00
กรกฎาคม	6,131,011.87	257,814.09	262,644.00
สิงหาคม	5,345,683.03	251,773.34	195,743.00
กันยายน	5,506,099.39	276,533.75	239,795.00
ตุลาคม	4,995,749.10	252,072.17	233,719.00
พฤศจิกายน	5,375,034.42	235,272.58	215,145.00
ธันวาคม	4,780,204.90	240,838.44	201,940.00

ปี 2556			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักออาศัย
มกราคม	4,125,271.63	215,086.39	172,400.00
กุมภาพันธ์	4,649,602.15	243,655.76	203,039.00
มีนาคม	4,357,556.92	205,697.22	170,019.00
เมษายน	5,321,984.99	278,852.50	383,557.00
พฤษภาคม	4,928,664.02	221,068.41	249,278.00
มิถุนายน	5,726,886.78	271,267.37	434,930.00
กรกฎาคม	6,037,428.64	246,152.69	296,211.00
สิงหาคม	5,468,647.97	244,491.92	281,808.00
กันยายน	5,368,034.19	304,277.47	279,782.00
ตุลาคม	4,843,067.66	242,065.48	263,575.00
พฤศจิกายน	4,717,943.80	236,844.01	226,071.00
ธันวาคม	3,956,416.17	208,657.04	151,756.00

ปี 2557			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	3,731,424.82	203,446.70	214,434.00
กุมภาพันธ์	4,027,183.27	216,859.91	224,773.00
มีนาคม	5,187,424.56	240,643.91	324,642.00
เมษายน	5,029,520.11	264,352.73	384,656.00
พฤษภาคม	4,840,278.12	280,146.10	344,920.00
มิถุนายน	5,065,384.21	304,854.68	388,510.00
กรกฎาคม	5,095,993.00	291,770.72	353,032.00
สิงหาคม	5,237,158.12	312,437.33	296,135.00
กันยายน	5,540,739.85	325,161.94	338,758.00
ตุลาคม	5,358,536.48	307,958.74	218,053.48
พฤศจิกายน	5,260,049.15	311,676.69	246,765.00
ธันวาคม	4,342,061.74	282,691.37	169,683.00

ปี 2558			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	3,586,358.72	249,522.82	242,764.00
กุมภาพันธ์	4,408,449.00	282,956.08	242,170.00
มีนาคม	5,647,334.52	375,852.92	212,364.00
เมษายน	5,677,896.48	338,159.78	315,809.00
พฤษภาคม	5,788,474.00	421,291.28	350,464.00
มิถุนายน	5,592,468.00	393,458.59	394,707.00
กรกฎาคม	5,762,055.00	661,439.14	410,838.00
สิงหาคม	5,465,160.00	583,175.64	271,067.00
กันยายน	6,186,776.71	730,069.72	324,944.00
ตุลาคม	5,762,536.33	682,687.28	293,909.00

ปี 2558			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
พฤศจิกายน	5,849,943.00	657,383.26	267,684.00
ธันวาคม	4,556,240.40	600,728.49	286,933.00

ปี 2559			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	4,331,142.60	480,877.79	203,708.00
กุมภาพันธ์	4,635,922.12	570,672.34	230,655.00
มีนาคม	5,379,441.88	555,288.78	230,534.00
เมษายน	6,247,077.29	790,308.24	387,239.00
พฤษภาคม	6,061,256.13	764,641.07	427,790.00
มิถุนายน	5,382,886.25	696,450.62	417,703.00
กรกฎาคม	5,167,725.05	525,951.79	304,017.00
สิงหาคม	5,839,652.07	664,417.39	307,945.70
กันยายน	6,028,085.70	726,725.23	314,984.30
ตุลาคม	6,157,533.22	684,235.83	272,110.00
พฤศจิกายน	5,607,909.32	687,706.67	291,564.00
ธันวาคม	4,548,283.81	567,838.49	236,361.00

ปี 2560			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	4,151,126.71	491,728.79	205,892.00
กุมภาพันธ์	4,315,901.28	707,475.93	218,237.00
มีนาคม	4,617,931.69	604,967.41	231,043.00
เมษายน	5,736,546.39	790,612.93	335,580.90

ปี 2560			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
พฤษภาคม	5,427,011.28	764,251.49	315,897.00
มิถุนายน	4,956,274.90	627,086.04	326,293.70
กรกฎาคม	5,282,025.92	636,365.52	298,002.00
สิงหาคม	5,687,662.27	837,982.36	295,340.00
กันยายน	5,695,165.76	866,972.34	311,526.80
ตุลาคม	5,039,260.93	751,662.29	270,907.00
พฤศจิกายน	4,722,172.18	672,206.63	254,213.00
ธันวาคม	4,509,405.61	672,874.86	220,459.00

ปี 2561			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	4,522,636.62	528,006.46	186,736.00
กุมภาพันธ์	4,429,232.57	623,230.87	220,720.00
มีนาคม	5,054,605.40	623,355.57	234,769.00
เมษายน	5,680,607.62	695,226.79	279,942.00
พฤษภาคม	5,807,070.58	704,077.61	289,859.00
มิถุนายน	4,816,862.13	688,160.05	302,485.00
กรกฎาคม	4,673,418.58	578,951.50	322,511.60
สิงหาคม	5,334,495.96	755,107.47	291,073.40
กันยายน	5,546,878.05	617,171.02	264,552.00
ตุลาคม	5,405,288.68	769,724.93	300,673.00
พฤศจิกายน	5,132,283.97	673,977.06	247,062.00
ธันวาคม	4,455,232.33	567,774.92	237,364.00

ปี 2562			
เดือน	คณะ/หน่วยงาน	ผู้ประกอบการ	ที่พักอาศัย
มกราคม	4,333,406.39	591,009.14	184,250.00
กุมภาพันธ์	5,071,628.65	717,362.11	241,765.00
มีนาคม	5,624,293.03	792,125.37	305,630.10
เมษายน	5,585,792.45	907,408.76	384,428.00
พฤษภาคม	4,821,155.75	910,891.27	358,633.00
มิถุนายน	6,720,950.81	625,460.90	304,022.00
กรกฎาคม	5,197,042.19	791,569.94	307,627.40
สิงหาคม	5,814,203.51	800,680.87	345,554.10
กันยายน	5,425,201.26	846,779.07	271,414.80
ตุลาคม	5,623,126.95	819,291.33	256,907.40
พฤศจิกายน	4,516,967.79	734,587.17	256,958.90
ธันวาคม	4,644,340.60	642,893.44	182,520.10

ภาคผนวก ข.

วิธีการคำนวณดัชนีฤดูกาล คณะ หน่วยงาน

วิธีแยกส่วนประกอบ : ประเภทคณะ หน่วยงาน

คำนวณดัชนีฤดูกาล : ใช้วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 12 ค่า นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เขียนไว้ ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลที่นำมาคำนวณ

ขั้นที่ 2 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้จากขั้นที่ 1 มาคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 2 ค่า นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เขียนไว้ ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลที่นำมาคำนวณ

ขั้นที่ 3 คำนวณค่า Y/ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 นำค่าที่ได้จากขั้นที่ 3 มาคำนวณค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล

ขั้นที่ 5 ปรับค่าดัชนีฤดูกาลโดยคำนวณจาก

$$\frac{L}{\sum_{i=1}^L S_i} = \frac{12}{\sum_{i=1}^{12} S_i}$$

ขั้นที่ 6 คำนวณค่าดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยหลังปรับค่า = ค่าที่ได้ในขั้นที่ 4 x ค่าที่ได้ในขั้นที่ 5

ตารางแสดงการคำนวณดัชนีฤดูกาล ในขั้นที่ 1 – 3

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
1	3,914.316			
2	3,928.706			
3	3,957.888			
4	4,016.187			
5	5,733.520			
6	6,290.614			
7	5,996.792	5,037.323	5,064.079	1.18418
8	6,022.719	5,090.834	5,111.445	1.17828
9	5,826.342	5,132.055	5,162.879	1.12851

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
10	5,292.728	5,193.702	5,221.038	1.01373
11	5,313.627	5,248.375	5,227.745	1.01643
12	4,154.433	5,207.116	5,188.159	0.80075
13	4,556.455	5,169.203	5,174.795	0.88051
14	4,423.359	5,180.388	5,152.178	0.85854
15	4,697.645	5,123.968	5,110.624	0.91919
16	4,672.262	5,097.281	5,084.907	0.91885
17	5,238.411	5,072.533	5,075.091	1.03218
18	5,835.656	5,077.650	5,103.724	1.14341
19	6,131.012	5,129.798	5,111.832	1.19938
20	5,345.683	5,093.866	5,103.293	1.04750
21	5,506.099	5,112.719	5,098.549	1.07993
22	4,995.749	5,084.379	5,111.450	0.97736
23	5,375.034	5,138.522	5,125.616	1.04866
24	4,780.205	5,112.710	5,108.178	0.93579
25	4,125.272	5,103.646	5,099.746	0.80892
26	4,649.602	5,095.847	5,100.971	0.91151
27	4,357.557	5,106.094	5,100.342	0.85437
28	5,321.985	5,094.589	5,088.227	1.04594
29	4,928.664	5,081.865	5,054.487	0.97511
30	5,726.887	5,027.108	4,992.783	1.14703
31	6,037.429	4,958.459	4,942.048	1.22164
32	5,468.648	4,925.638	4,899.704	1.11612
33	5,368.034	4,873.770	4,908.348	1.09365
34	4,843.068	4,942.926	4,930.740	0.98222
35	4,717.944	4,918.553	4,914.871	0.95993

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
36	3,956.416	4,911.188	4,883.625	0.81014
37	3,731.425	4,856.063	4,816.836	0.77466
38	4,027.183	4,777.610	4,767.964	0.84463
39	5,187.425	4,758.319	4,765.515	1.08853
40	5,029.520	4,772.711	4,794.189	1.04909
41	4,840.278	4,815.667	4,838.255	1.00042
42	5,065.384	4,860.842	4,876.911	1.03865
43	5,095.993	4,892.979	4,886.935	1.04278
44	5,237.158	4,880.891	4,896.777	1.06951
45	5,540.740	4,912.663	4,931.826	1.12347
46	5,358.536	4,950.989	4,978.004	1.07644
47	5,260.049	5,005.020	5,044.528	1.04272
48	4,342.062	5,084.036	5,105.998	0.85038
49	3,586.359	5,127.960	5,155.713	0.69561
50	4,408.449	5,183.465	5,192.965	0.84893
51	5,647.335	5,202.465	5,229.383	1.07992
52	5,677.896	5,256.302	5,273.135	1.07676
53	5,788.474	5,289.968	5,314.547	1.08918
54	5,592.468	5,339.126	5,348.050	1.04570
55	5,762.055	5,356.974	5,388.007	1.06942
56	5,465.160	5,419.040	5,428.518	1.00675
57	6,186.777	5,437.996	5,426.834	1.14003
58	5,762.536	5,415.671	5,439.387	1.05941
59	5,849.943	5,463.103	5,474.469	1.06859
60	4,556.240	5,485.835	5,477.102	0.83187
61	4,331.143	5,468.370	5,443.606	0.79564

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
62	4,635.922	5,418.842	5,434.446	0.85306
63	5,379.442	5,450.050	5,443.438	0.98824
64	6,247.077	5,436.826	5,453.284	1.14556
65	6,061.256	5,469.742	5,459.657	1.11019
66	5,382.886	5,449.573	5,449.241	0.98782
67	5,167.725	5,448.910	5,441.409	0.94970
68	5,839.652	5,433.908	5,420.574	1.07731
69	6,028.086	5,407.240	5,375.510	1.12140
70	6,157.533	5,343.781	5,322.509	1.15689
71	5,607.909	5,301.236	5,274.810	1.06315
72	4,548.284	5,248.383	5,230.607	0.86955
73	4,151.127	5,212.832	5,217.594	0.79560
74	4,315.901	5,222.357	5,216.024	0.82743
75	4,617.932	5,209.691	5,195.819	0.88878
76	5,736.546	5,181.948	5,135.353	1.11707
77	5,427.011	5,088.758	5,051.853	1.07426
78	4,956.275	5,014.947	5,013.327	0.98862
79	5,282.026	5,011.707	5,027.187	1.05069
80	5,687.662	5,042.666	5,047.388	1.12685
81	5,695.166	5,052.111	5,070.305	1.12324
82	5,039.261	5,088.500	5,086.169	0.99078
83	4,722.172	5,083.838	5,099.674	0.92598
84	4,509.406	5,115.510	5,109.701	0.88252
85	4,522.637	5,103.892	5,078.534	0.89054
86	4,429.233	5,053.175	5,038.460	0.87908
87	5,054.605	5,023.744	5,017.566	1.00738

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
88	5,680.608	5,011.387	5,026.638	1.13010
89	5,807.071	5,041.889	5,058.977	1.14787
90	4,816.862	5,076.065	5,073.808	0.94936
91	4,673.419	5,071.551	5,063.666	0.92293
92	5,334.496	5,055.782	5,082.548	1.04957
93	5,546.878	5,109.315	5,133.052	1.08062
94	5,405.289	5,156.789	5,152.838	1.04899
95	5,132.284	5,148.888	5,107.808	1.00479
96	4,455.232	5,066.728	5,146.065	0.86576
97	4,333.406	5,225.402	5,247.220	0.82585
98	5,071.629	5,269.037	5,289.025	0.95890
99	5,624.293	5,309.013	5,303.943	1.06040
100	5,585.792	5,298.873	5,307.950	1.05234
101	4,821.156	5,317.026	5,291.388	0.91113

ขั้นที่ 5 ค่าปรับดัชนีฤดูกาล

$$= 12/12.0053$$

$$= 0.9996$$

ตารางแสดงการคำนวณดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยหลังปรับค่า ในขั้นที่ 6

ค่าปรับดัชนีฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล	ค่าดัชนีฤดูกาลหลังปรับค่า
0.9996	0.8084	0.8081
0.9996	0.8728	0.8724
0.9996	0.9859	0.9854
0.9996	1.0670	1.0665
0.9996	1.0425	1.0421
0.9996	1.0429	1.0425
0.9996	1.0801	1.0796
0.9996	1.0840	1.0835
0.9996	1.1114	1.1109
0.9996	1.0382	1.0378
0.9996	1.0163	1.0158
0.9996	0.8558	0.8555

ภาคผนวก ค.

วิธีการคำนวณดัชนีฤดูกาล ที่พักอาศัย แฟลต

วิธีแยกส่วนประกอบ : ประเภทที่พักอาศัย แฟลต

คำนวณดัชนีฤดูกาล : ใช้วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 12 ค่า นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เขียนไว้ ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลที่นำมาคำนวณ

ขั้นที่ 2 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้จากขั้นที่ 1 มาคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 2 ค่า นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เขียนไว้ ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลที่นำมาคำนวณ

ขั้นที่ 3 คำนวณค่า Y/ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 นำค่าที่ได้จากขั้นที่ 3 มาคำนวณค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล

ขั้นที่ 5 ปรับค่าดัชนีฤดูกาลโดยคำนวณจาก

$$\frac{L}{\sum_{i=1}^L S_i} = \frac{12}{\sum_{i=1}^{12} S_i}$$

ขั้นที่ 6 คำนวณค่าดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยหลังปรับค่า = ค่าที่ได้ในขั้นที่ 4 x ค่าที่ได้ในขั้นที่ 5

ตารางแสดงการคำนวณดัชนีฤดูกาล ในขั้นที่ 1 – 3

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
1	192.573			
2	247.447			
3	220.927			
4	268.338			
5	310.477			
6	310.085			
7	309.619	271.136	272.862	1.1347
8	324.568	274.589	273.652	1.1861
9	351.926	272.716	275.185	1.2789

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
10	284.452	277.654	279.634	1.0172
11	257.059	281.614	281.743	0.9124
12	176.159	281.872	282.158	0.6243
13	234.008	282.443	280.486	0.8343
14	224.973	278.529	273.161	0.8236
15	280.187	267.793	263.121	1.0649
16	315.860	258.449	256.335	1.2322
17	313.570	254.221	252.475	1.2420
18	316.940	250.729	251.803	1.2587
19	262.644	252.877	250.310	1.0493
20	195.743	247.743	246.829	0.7930
21	239.795	245.915	241.325	0.9937
22	233.719	236.735	239.555	0.9756
23	215.145	242.376	239.697	0.8976
24	201.940	237.018	241.935	0.8347
25	172.400	246.851	248.249	0.6945
26	203.039	249.648	253.234	0.8018
27	170.019	256.820	258.486	0.6577
28	383.557	260.152	261.396	1.4673
29	249.278	262.640	263.096	0.9475
30	434.930	263.551	261.460	1.6635
31	296.211	259.369	261.120	1.1344
32	281.808	262.872	263.777	1.0684
33	279.782	264.683	271.125	1.0319
34	263.575	277.568	277.614	0.9494
35	226.071	277.660	281.645	0.8027

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
36	151.756	285.630	283.696	0.5349
37	214.434	281.762	284.129	0.7547
38	224.773	286.497	287.094	0.7829
39	324.642	287.691	290.148	1.1189
40	384.656	292.605	290.708	1.3232
41	344.920	288.812	289.674	1.1907
42	388.510	290.536	291.283	1.3338
43	353.032	292.030	293.211	1.2040
44	296.135	294.391	295.116	1.0035
45	338.758	295.841	291.162	1.1635
46	218.053	286.484	283.616	0.7688
47	246.765	280.747	280.978	0.8782
48	169.683	281.209	281.467	0.6029
49	242.764	281.725	284.134	0.8544
50	242.170	286.543	285.498	0.8482
51	212.364	284.454	283.878	0.7481
52	315.809	283.302	286.463	1.1024
53	350.464	289.624	290.495	1.2064
54	394.707	291.367	296.252	1.3323
55	410.838	301.138	299.510	1.3717
56	271.067	297.883	297.403	0.9114
57	324.944	296.924	297.681	1.0916
58	293.909	298.438	301.414	0.9751
59	267.684	304.390	307.612	0.8702
60	286.933	310.834	311.792	0.9203
61	203.708	312.750	308.299	0.6607

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
62	230.655	303.849	305.385	0.7553
63	230.534	306.922	306.507	0.7521
64	387.239	306.092	305.184	1.2689
65	427.790	304.275	305.270	1.4013
66	417.703	306.265	304.158	1.3733
67	304.017	302.051	302.142	1.0062
68	307.946	302.233	301.716	1.0206
69	314.984	301.198	301.219	1.0457
70	272.110	301.241	299.088	0.9098
71	291.564	296.936	292.273	0.9976
72	236.361	287.611	283.803	0.8328
73	205.892	279.994	279.743	0.7360
74	218.237	279.493	278.967	0.7823
75	231.043	278.442	278.298	0.8302
76	335.581	278.154	278.104	1.2067
77	315.897	278.054	276.497	1.1425
78	326.294	274.941	274.279	1.1896
79	298.002	273.616	272.818	1.0923
80	295.340	272.020	272.123	1.0853
81	311.527	272.227	272.382	1.1437
82	270.907	272.537	270.219	1.0025
83	254.213	267.900	266.816	0.9528
84	220.459	265.731	264.739	0.8327
85	186.736	263.747	264.768	0.7053
86	220.720	265.789	265.611	0.8310
87	234.769	265.433	263.476	0.8910

t	Y	MA(ชั้นที่ 1)	CMA(ชั้นที่ 2)	Y/CMA(ชั้นที่ 3)
88	279.942	261.519	262.759	1.0654
89	289.859	263.999	263.701	1.0992
90	302.485	263.404	264.108	1.1453
91	322.512	264.812	264.709	1.2184
92	291.073	264.605	265.482	1.0964
93	264.552	266.359	269.311	0.9823
94	300.673	272.264	276.618	1.0870
95	247.062	280.971	283.837	0.8704
96	237.364	286.702	286.766	0.8277
97	184.250	286.830	286.210	0.6438
98	241.765	285.590	287.860	0.8399
99	305.630	290.130	290.416	1.0524
100	384.428	290.702	288.878	1.3308
101	358.633	287.055	287.467	1.2476

ขั้นที่ 5 ค่าปรับดัชนีฤดูกาล

$$= 12/12.0684$$

$$= 0.9943$$

ตารางแสดงการคำนวณดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยหลังปรับค่า ในขั้นที่ 6

ค่าปรับดัชนีฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล	ค่าดัชนีฤดูกาลหลังปรับค่า
0.9943	0.7355	0.7313
0.9943	0.8081	0.8035
0.9943	0.8894	0.8844
0.9943	1.2496	1.2425
0.9943	1.1847	1.1779
0.9943	1.3281	1.3205
0.9943	1.1514	1.1448
0.9943	1.0206	1.0148
0.9943	1.0914	1.0852
0.9943	0.9607	0.9552
0.9943	0.8977	0.8926
0.9943	0.7513	0.7470

ภาคผนวก ง.

วิธีการคำนวณดัชนีฤดูกาล ผู้ประกอบการ

วิธีแยกส่วนประกอบ : ประเภทผู้ประกอบการ

คำนวณดัชนีฤดูกาล : ใช้วิธีอัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 12 ค่า นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เขียนไว้ ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลที่นำมาคำนวณ

ขั้นที่ 2 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้จากขั้นที่ 1 มาคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 2 ค่า นำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เขียนไว้ ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลที่นำมาคำนวณ

ขั้นที่ 3 คำนวณค่า Y/ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 นำค่าที่ได้จากขั้นที่ 3 มาคำนวณค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล

ขั้นที่ 5 ปรับค่าดัชนีฤดูกาลโดยคำนวณจาก

$$\frac{L}{\sum_{i=1}^L S_i} = \frac{12}{\sum_{i=1}^{12} S_i}$$

ขั้นที่ 6 คำนวณค่าดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยหลังปรับค่า = ค่าที่ได้ในขั้นที่ 4 x ค่าที่ได้ในขั้นที่ 5

ตารางแสดงการคำนวณดัชนีฤดูกาล ในขั้นที่ 1 – 3

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
1	186.359			
2	221.358			
3	210.972			
4	207.091			
5	269.047			
6	284.018			
7	260.072	246.821	248.227	1.0477
8	350.735	249.632	250.325	1.4011
9	260.506	251.018	252.512	1.0317

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
10	257.331	254.006	255.103	1.0087
11	261.616	256.200	254.429	1.0282
12	192.750	252.657	251.548	0.7663
13	220.085	250.439	250.345	0.8791
14	237.991	250.250	246.127	0.9669
15	246.832	242.004	242.671	1.0171
16	233.421	243.339	243.120	0.9601
17	226.530	242.901	241.803	0.9368
18	257.392	240.706	242.709	1.0605
19	257.814	244.713	244.505	1.0544
20	251.773	244.297	244.533	1.0296
21	276.534	244.769	243.055	1.1377
22	252.072	241.341	243.234	1.0363
23	235.273	245.127	244.899	0.9607
24	240.838	244.671	245.250	0.9820
25	215.086	245.828	245.342	0.8767
26	243.656	244.856	244.552	0.9963
27	205.697	244.249	245.405	0.8382
28	278.853	246.561	246.144	1.1329
29	221.068	245.727	245.793	0.8994
30	271.267	245.858	244.517	1.1094
31	246.153	243.176	242.691	1.0143
32	244.492	242.206	241.090	1.0141
33	304.277	239.973	241.430	1.2603
34	242.065	242.886	242.281	0.9991
35	236.844	241.677	244.139	0.9701

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
36	208.657	246.600	248.000	0.8414
37	203.447	249.399	251.300	0.8096
38	216.860	253.201	256.032	0.8470
39	240.644	258.863	259.733	0.9265
40	264.353	260.603	263.349	1.0038
41	280.146	266.094	269.213	1.0406
42	304.855	272.331	275.415	1.1069
43	291.771	278.500	280.420	1.0405
44	312.437	282.340	285.094	1.0959
45	325.162	287.848	293.481	1.1079
46	307.959	299.115	302.190	1.0191
47	311.677	305.266	311.147	1.0017
48	282.691	317.028	320.720	0.8814
49	249.523	324.412	339.814	0.7343
50	282.956	355.217	366.498	0.7721
51	375.853	377.779	394.650	0.9524
52	338.160	411.521	427.135	0.7917
53	421.291	442.748	457.153	0.9216
54	393.459	471.557	484.809	0.8116
55	661.439	498.060	507.700	1.3028
56	583.176	517.340	529.328	1.1017
57	730.070	541.316	548.793	1.3303
58	682.687	556.269	575.109	1.1871
59	657.383	593.948	608.255	1.0808
60	600.728	622.561	635.186	0.9458
61	480.878	647.810	642.165	0.7488

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
62	570.672	636.520	639.905	0.8918
63	555.289	643.290	643.150	0.8634
64	790.308	643.011	643.076	1.2290
65	764.641	643.140	644.404	1.1866
66	696.451	645.667	644.297	1.0809
67	525.952	642.926	643.378	0.8175
68	664.417	643.830	649.531	1.0229
69	726.725	655.231	657.301	1.1056
70	684.236	659.371	659.383	1.0377
71	687.707	659.396	659.380	1.0430
72	567.838	659.364	656.473	0.8650
73	491.729	653.583	658.184	0.7471
74	707.476	662.784	670.016	1.0559
75	604.967	677.248	683.092	0.8856
76	790.613	688.935	691.745	1.1429
77	764.251	694.554	693.908	1.1014
78	627.086	693.263	697.639	0.8989
79	636.366	702.016	703.527	0.9045
80	837.982	705.039	701.528	1.1945
81	866.972	698.018	698.784	1.2407
82	751.662	699.551	695.576	1.0806
83	672.207	691.602	689.095	0.9755
84	672.875	686.587	689.132	0.9764
85	528.006	691.677	689.285	0.7660
86	623.231	686.892	683.439	0.9119
87	623.356	679.986	669.578	0.9310

t	Y	MA(ขั้นที่ 1)	CMA(ขั้นที่ 2)	Y/CMA(ขั้นที่ 3)
88	695.227	659.169	659.922	1.0535
89	704.078	660.674	660.748	1.0656
90	688.160	660.822	656.443	1.0483
91	578.952	652.064	654.689	0.8843
92	755.107	657.314	661.236	1.1420
93	617.171	665.158	672.190	0.9181
94	769.725	679.222	688.063	1.1187
95	673.977	696.904	705.521	0.9553
96	567.775	714.139	711.526	0.7980
97	591.009	708.914	717.773	0.8234
98	717.362	726.632	728.531	0.9847
99	792.125	730.430	739.997	1.0704
100	907.409	749.564	751.629	1.2073
101	910.891	753.694	756.220	1.2045

ขั้นที่ 5 ค่าปรับดัชนีฤดูกาล

$$= 12/12.0083$$

$$= 0.9993$$

ตารางแสดงการคำนวณดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยหลังปรับค่า ในขั้นที่ 6

ค่าปรับดัชนีฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล	ค่าดัชนีฤดูกาลหลังปรับค่า
0.9993	0.7981	0.7976
0.9993	0.9283	0.9277
0.9993	0.9356	0.9349
0.9993	1.0651	1.0644
0.9993	1.0446	1.0438
0.9993	1.0166	1.0159
0.9993	1.0083	1.0076
0.9993	1.1252	1.1245
0.9993	1.1416	1.1408
0.9993	1.0609	1.0602
0.9993	1.0019	1.0012
0.9993	0.8820	0.8814

ภาคผนวก จ.

วิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา
ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล
(กลุ่มคณะ หน่วยงาน)

วิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์

ขั้นที่ 1 คำนวณหาอิทธิพลฤดูกาล(S)

เดือน	ค่าดัชนีฤดูกาล
มกราคม	0.80806
กุมภาพันธ์	0.87238
มีนาคม	0.98542
เมษายน	1.06650
พฤษภาคม	1.04208
มิถุนายน	1.04248
กรกฎาคม	1.07962
สิงหาคม	1.08351
กันยายน	1.11087
ตุลาคม	1.03777
พฤศจิกายน	1.01584
มกราคม	0.85547

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่าแนวโน้ม(T)

โดยใช้หลักการวิเคราะห์ความถดถอย ให้ตัวแปรอิสระคือ รหัสเวลา(t) และตัวแปรตามคือ
แนวโน้ม

$$T = a + bt$$

ในการหาค่า a และ b ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n t_i d_t - \frac{\left(\sum_{i=1}^n t_i\right)\left(\sum_{i=1}^n d_t\right)}{n}}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n t_i\right)^2}{n}}$$

$$a = d_t - b\bar{t}$$

เมื่อ $d_t = \frac{Y_t}{S_t}$, $\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t}{n}$

ตารางแสดงการหาค่า a และ b

t	Y_t	S_t	d_t	$t*d_t$	t^2
1	3914.316	0.80806	4844.085	4844.085	1
2	3928.706	0.87238	4503.442	9006.885	4
3	3957.888	0.98542	4016.450	12049.349	9
4	4016.187	1.06650	3765.778	15063.110	16
5	5733.520	1.04208	5501.969	27509.847	25
6	6290.614	1.04248	6034.252	36205.514	36
7	5996.792	1.07962	5554.552	38881.862	49
8	6022.719	1.08351	5558.521	44468.170	64
9	5826.342	1.11087	5244.851	47203.657	81
10	5292.728	1.03777	5100.086	51000.864	100
11	5313.627	1.01584	5230.797	57538.765	121
12	4154.433	0.85547	4856.314	58275.773	144
13	4556.455	0.80806	5638.751	73303.762	169
14	4423.359	0.87238	5070.459	70986.427	196
15	4697.645	0.98542	4767.152	71507.284	225
16	4672.262	1.06650	4380.947	70095.149	256
17	5238.411	1.04208	5026.856	85456.551	289

t	Y_t	S_t	d_t	$t \cdot d_t$	t^2
18	5835.656	1.04248	5597.836	100761.044	324
19	6131.012	1.07962	5678.873	107898.588	361
20	5345.683	1.08351	4933.667	98673.343	400
21	5506.099	1.11087	4956.570	104087.961	441
22	4995.749	1.03777	4813.917	105906.173	484
23	5375.034	1.01584	5291.247	121698.679	529
24	4780.205	0.85547	5587.809	134107.412	576
25	4125.272	0.80806	5105.148	127628.708	625
26	4649.602	0.87238	5329.800	138574.791	676
27	4357.557	0.98542	4422.032	119394.857	729
28	5321.985	1.06650	4990.159	139724.457	784
29	4928.664	1.04208	4729.618	137158.924	841
30	5726.887	1.04248	5493.499	164804.962	900
31	6037.429	1.07962	5592.191	173357.928	961
32	5468.648	1.08351	5047.155	161508.948	1024
33	5368.034	1.11087	4832.284	159465.366	1089
34	4843.068	1.03777	4666.793	158670.952	1156
35	4717.944	1.01584	4644.399	162553.972	1225
36	3956.416	0.85547	4624.843	166494.348	1296
37	3731.425	0.80806	4617.751	170856.787	1369
38	4027.183	0.87238	4616.326	175420.394	1444
39	5187.425	0.98542	5264.178	205302.949	1521
40	5029.520	1.06650	4715.930	188637.180	1600
41	4840.278	1.04208	4644.802	190436.868	1681
42	5065.384	1.04248	4858.954	204076.085	1764
43	5095.993	1.07962	4720.183	202967.864	1849
44	5237.158	1.08351	4833.507	212674.296	1936
45	5540.740	1.11087	4987.753	224448.875	2025
46	5358.536	1.03777	5163.500	237520.991	2116

t	Y_t	S_t	d_t	$t*d_t$	t^2
47	5260.049	1.01584	5178.054	243368.541	2209
48	4342.062	0.85547	5075.642	243630.837	2304
49	3586.359	0.80806	4438.227	217473.138	2401
50	4408.449	0.87238	5053.368	252668.392	2500
51	5647.335	0.98542	5730.893	292275.544	2601
52	5677.896	1.06650	5323.880	276841.739	2704
53	5788.474	1.04208	5554.704	294399.328	2809
54	5592.468	1.04248	5364.558	289686.128	2916
55	5762.055	1.07962	5337.125	293541.894	3025
56	5465.160	1.08351	5043.935	282460.387	3136
57	6186.777	1.11087	5569.313	317450.823	3249
58	5762.536	1.03777	5552.795	322062.117	3364
59	5849.943	1.01584	5758.752	339766.397	3481
60	4556.240	0.85547	5326.006	319560.364	3600
61	4331.143	0.80806	5359.920	326955.112	3721
62	4635.922	0.87238	5314.118	329475.339	3844
63	5379.442	0.98542	5459.037	343919.307	3969
64	6247.077	1.06650	5857.572	374884.607	4096
65	6061.256	1.04208	5816.470	378070.551	4225
66	5382.886	1.04248	5163.517	340792.140	4356
67	5167.725	1.07962	4786.625	320703.873	4489
68	5839.652	1.08351	5389.564	366490.335	4624
69	6028.086	1.11087	5426.460	374425.715	4761
70	6157.533	1.03777	5933.415	415339.061	4900
71	5607.909	1.01584	5520.492	391954.911	5041
72	4548.284	0.85547	5316.705	382802.776	5184
73	4151.127	0.80806	5137.145	375011.568	5329
74	4315.901	0.87238	4947.281	366098.807	5476
75	4617.932	0.98542	4686.259	351469.428	5625

t	Y_t	S_t	d_t	$t \cdot d_t$	t^2
76	5736.546	1.06650	5378.873	408794.324	5776
77	5427.011	1.04208	5207.839	401003.632	5929
78	4956.275	1.04248	4754.292	370834.747	6084
79	5282.026	1.07962	4892.497	386507.231	6241
80	5687.662	1.08351	5249.288	419943.079	6400
81	5695.166	1.11087	5126.766	415268.078	6561
82	5039.261	1.03777	4855.845	398179.294	6724
83	4722.172	1.01584	4648.562	385830.619	6889
84	4509.406	0.85547	5271.259	442785.727	7056
85	4522.637	0.80806	5596.900	475736.458	7225
86	4429.233	0.87238	5077.192	436638.502	7396
87	5054.605	0.98542	5129.394	446257.262	7569
88	5680.608	1.06650	5326.422	468725.110	7744
89	5807.071	1.04208	5572.550	495956.936	7921
90	4816.862	1.04248	4620.560	415850.432	8100
91	4673.419	1.07962	4328.772	393918.227	8281
92	5334.496	1.08351	4923.342	452947.492	8464
93	5546.878	1.11087	4993.278	464374.888	8649
94	5405.289	1.03777	5208.550	489603.733	8836
95	5132.284	1.01584	5052.281	479966.650	9025
96	4455.232	0.85547	5207.933	499961.561	9216
97	4333.406	0.80806	5362.721	520183.973	9409
98	5071.629	0.87238	5813.565	569729.378	9604
99	5624.293	0.98542	5707.511	565043.550	9801
100	5585.792	1.06650	5237.518	523751.826	10000
101	4821.156	1.04208	4626.452	467271.607	10201
5151			517447.978	26586854.229	348551

สามารถคำนวณหาค่า a และ b ดังนี้

$$a = 5015.4493$$

$$b = 2.1827$$

ดังนั้นสมการแนวโน้ม คือ

$$T_t = 5015.45 + 2.182 * t \quad ; t = 0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา (หน่วยเป็นเดือน)

T_t คือ ค่าแนวโน้มของปริมาณการใช้ไฟฟ้า ณ เวลา t

ดังนั้นตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = (5015.45 + 2.182 * t)S_{t-12} \quad ; t = 0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม,...,ธันวาคม ตามลำดับ

ภาคผนวก ฉ.
 วิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา
 ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล
 (กลุ่มคณะ หน่วยงาน)

วิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์

ขั้นที่ 1 คำนวณหาอิทธิพลฤดูกาล(S)

เดือน	ค่าดัชนีฤดูกาล
มกราคม	0.80806
กุมภาพันธ์	0.87238
มีนาคม	0.98542
เมษายน	1.06650
พฤษภาคม	1.04208
มิถุนายน	1.04248
กรกฎาคม	1.07962
สิงหาคม	1.08351
กันยายน	1.11087
ตุลาคม	1.03777
พฤศจิกายน	1.01584
มกราคม	0.85547

ขั้นที่ 2 หาค่าแนวโน้มเฉลี่ยคงที่ของอนุกรมเวลา

ค่าแนวโน้มสำหรับตัวแบบพยากรณ์นี้ จะมีค่าคงที่เท่ากันทุก ๆ เดือน เส้นแนวโน้มเป็นเส้นตรงขนานราบกับแกน x เพราะไม่มีอิทธิพลของแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยค่าแนวโน้มเฉลี่ยที่ได้จากโปรแกรม minitab 19 มีค่าเท่ากับ 5126.76

ดังนั้นตัวแบบสำหรับใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = 5126.76 * S_{t-12} \quad ; t = 0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ t คือ รหัสเวลา

Y_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่เวลา t

$S_1, S_2, \dots, S_{12}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ตั้งแต่ มกราคม,...,ธันวาคม ตามลำดับ