

การพยากรณ์เชิงสถิติ สำหรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน  
เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล



นายทิมพร อติชัยเผ่าพันธุ์  
นายรัฐพร พุ่มพวง  
นายนิคม จังสถิตย์กุล  
นายสุชชัย กิติโกมลกุล

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 43184  
วัน, เดือน, ปี..... 23 ก.ค. 2545

b.....  
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาสถิติประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Statistical Forecasting for Quantity of  
Electricity in Bangkok and Metropolitan



Mr.Tikumporn Adisaiphaopon  
Mr.Natawut Phumphuang  
Mr.Niyom Jungsathitkul  
Mr.Sukchai Kitikomunkul

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the  
Requirement for the Degree of Bachelor of Science  
Department of Applied Statistics  
Faculty of Science  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อ การพยากรณ์เชิงสถิติ สำหรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขต  
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

โดย นายทิมมพร อดิศย์เผ่าพันธ์  
นายณัฐรุช พุ่มพวง  
นายนิยม จังสถิตย์กุล  
นายสุขชัย กิติโกมลกุล

ภาควิชา สถิติประยุกต์  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. หัตยา เชี่ยววัฒน์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้นับโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ลายเซ็น



( ผศ. ชูใจ กุหารัตน์ชัย )

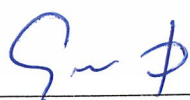
หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ



( ผศ. หัตยา เชี่ยววัฒน์ )

ประธานกรรมการ



( อาจารย์สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์ )

กรรมการ



( ดร. สมศรี บัญญัติวิไล )

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพยากรณ์เชิงสถิติ สำหรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
นักศึกษา	นายทิมพร อดิศย์เผ่าพันธุ์ นายณัฐวธ พุ่มพวง นายนิยม จังสถิตย์กุล นายสุขชัย กิติโกมลกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. หัทยา เชี่ยววิวัฒน์
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2544

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้ คือ การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ด้วยข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยการไฟฟ้านครหลวง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 วิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้ การปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์

สำหรับข้อมูลระยะเวลา 60 เดือน พบว่าการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์เหมาะสมที่จะพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ประเภทกิจการขนาดเล็ก ประเภทกิจการขนาดกลาง ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง และประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

สำหรับข้อมูลระยะเวลา 24 เดือน พบว่าการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีปรับเรียบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้งเหมาะสมที่จะพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทบ้านอยู่อาศัย ประเภทกิจการขนาดเล็ก ประเภทกิจการขนาดกลาง ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ประเภทกิจการเฉพาะอย่างและประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

<b>Special Project Title</b>	Statistical Forecasting for Quantity of Electrical Usage in Bangkok and Metropolitan
<b>Name</b>	Mr.Tikumporn Adisaiphaopun Mr.Nattawut Phumphuang Mr.Niyom Jungsathitkul Mr.Sukchai Kitikomunkul
<b>Special Project Advisor</b>	Asst. Prof. Hattaya Chiowattakee
<b>Department</b>	Applied Statistics
<b>Academic Year</b>	2001

### Abstract

The objective of this special project is to find the appropriate statistical forecasting models of quantity of electrical usage in Bangkok and Metropolitan, by using three forecasting methods, double moving average method, double exponential smoothing method and Box and Jenkins method. Data was collected form September 1996 to August 2001, by the Metropolitan Electricity Authority.

The result is that the technique of Box and Jenkins method gives the appropriate forecasting model for forecasting electrical usage in Bangkok and Metropolitan from data size of 60 months. From data size of 24 months , the appropriate method is double moving average method.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณ ผศ. หัทยา เชี่ยววัฒน์ และคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ที่ให้การปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่การไฟฟ้านครหลวงที่ให้ข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษนี้ และขอขอบคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษนี้ที่ไม่ได้กล่าวนาม ทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้



นายทิมพร	อดิษฐ์เผ่าพันธุ์
นายณัฐวธ	พุ่มพวง
นายนิยม	จิ่งสถิตย์กุล
นายสุขชัย	กิติโกมลกุล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	๗
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์	3
2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับไฟฟ้า	15
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล	22
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	23
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	
4.1 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาระยะเวลา 60 เดือน	24
4.1.1 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทบ้านอยู่อาศัย	24
4.1.2 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดเล็ก	31
4.1.3 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดกลาง	38

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.1.4 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดใหญ่	45
4.1.5 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง	52
4.1.6 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	59
4.2 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาระยะเวลา 24 เดือน	66
4.2.1 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทบ้านอยู่อาศัย	66
4.2.2 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดเล็ก	73
4.2.3 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดกลาง	80
4.2.4 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดใหญ่	87
4.2.5 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง	94
4.2.6 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	101
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์	108
5.2 ข้อเสนอแนะ	110
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก : ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	111

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข : ผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภท บ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีต่างๆ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	118
ภาคผนวก ค : ผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภท บ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีต่างๆ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	130
บรรณานุกรม	136



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	24
2 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	25
3 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.985$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	26
4 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย	27
5 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย	28
6 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	29
7 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	31
8 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	32
9 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.985$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	33
10 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก	34
11 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก	35

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
12 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	36
13 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	38
14 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	39
15 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.519$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	40
16 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง	41
17 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง	42
18 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	43
19 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	45
20 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	46
21 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.408$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	47
22 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่	48

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
23 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่	49
24 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	50
25 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	52
26 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	53
27 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.732$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	54
28 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของ ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง	55
29 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง	56
30 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	57
31 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวง หากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	59
32 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	60
33 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.695$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	61

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
34 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	62
35 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	63
36 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	64
37 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	66
38 การวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	67
39 การวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.980$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	68
40 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย	69
41 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย	70
42 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	71
43 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	73
44 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	74

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
45 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.840$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	75
46 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorreration) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก	76
47 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก	77
48 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	78
49 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	80
50 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	81
51 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.045$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	82
52 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorreration) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง	83
53 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง	84
54 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	85
55 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	87

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
56 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	88
57 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.001$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	89
58 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorreration) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่	90
59 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่	91
60 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	92
61 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	94
62 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	95
63 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.001$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	96
64 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorreration) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง	97

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
65 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง	98
66 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	99
67 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่ แสวงหากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	101
68 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กร ที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ $M = 12$ และ $N = 12$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	102
69 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กร ที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.585$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	103
70 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณ ไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	104
71 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	105
72 ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กร ที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	106

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ ARIMA ( $p, d, q$ )	8
2 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ SARIMA ( $P, D, Q$ )	9
3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	30
4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	37
5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	44
6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	51
7 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	58
8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	65
9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	72
10 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	79

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	86
12 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	93
13 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	100
14 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	107
15 ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	112
16 ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	113
17 ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	114
18 ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	115
19 ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	116
20 ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	117

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
21 ข้อมูลจริง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 1 ครั้ง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2 ครั้ง ค่าพยากรณ์ และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธี ปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	119
22 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณ ไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	122
23 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณ ไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีเทคนิคบอซซ์และเจนกินส์ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	125
24 ข้อมูลจริง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 1 ครั้ง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2 ครั้ง ค่าพยากรณ์และ ค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธี ปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	131
25 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณ ไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	132
26 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณ ไฟฟ้าที่ใช้ ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีเทคนิคบอซซ์และเจนกินส์ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544	133

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

พลังงาน (Energy) หมายถึง ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่มีแนวโน้มที่จะให้พลังงานได้ เป็นผลจากการถ่ายเทหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพของพลังงาน

มีทรัพยากรหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในด้านพลังงานได้ สำหรับประเทศไทยแม้ว่าจะสามารถจัดหาได้จากแหล่งภายในประเทศ แต่ยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องนำเข้าเชื้อเพลิงและแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ จากผลของวิกฤตการณ์พลังงานเชื้อเพลิงเมื่อ พ.ศ. 2516 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงได้ลดสัดส่วนการพึ่งพาเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ โดยเร่งรัดสำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานภายในประเทศ รวมทั้งการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

แหล่งพลังงานในประเทศได้แก่ พลังงานสมัยใหม่ เช่น ปิโตรเลียม(น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และคอนเดนเสท) ถ่านลิกไนต์ พลังน้ำ และวัสดุทางการเกษตร เช่น แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ และลม เป็นต้น

สำหรับเชื้อเพลิงและพลังงานที่ต้องนำเข้าได้แก่ น้ำมันดิบ น้ำมันสำเร็จรูป ถ่านหิน ไฟฟ้า ฟืน และถ่าน ส่วนเชื้อเพลิงที่ประเทศไทยสามารถส่งออกได้คือ คอนเดนเสท น้ำมันเตา น้ำมันเครื่องบิน เป็นต้น

แต่ละปี ประเทศไทยได้สูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากในการจัดหาเชื้อเพลิงและพลังงาน แม้ว่าความพยายามในการลดสัดส่วนการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศจะประสบผลสำเร็จ แต่ก็ยังมีสัดส่วนที่สูงอยู่ ดังนั้นสถานการณ์พลังงานของโลกจะยังคงมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของไทยอยู่มาก ในขณะที่ความต้องการพลังงานรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ในส่วนของพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญมากและใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากไฟฟ้า เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของผู้คนในปัจจุบัน ทั้งยังมีผลต่อความเจริญก้าวหน้าของประเทศ โดยเฉพาะในเขตตัวเมือง การวางแผนเพื่อสำรองปริมาณไฟฟ้าในอนาคต ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ให้มีไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอ มีความมั่นคงและปลอดภัย อีกทั้งยังสนับสนุนผู้ผลิตในประเทศที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม ทำให้ลดปริมาณการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าจากต่างประเทศได้บางส่วน เป็นการเอื้ออำนวยและเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนับสนุนนโยบายของรัฐบาลในการประหยัดเงินตราต่างประเทศและทำให้การพัฒนาประเทศเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเคลื่อนไหวของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2544
2. เพื่อหาตัวแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ปัญหาพิเศษนี้ ทำการวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งจำแนกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. บ้านอยู่อาศัย
2. ธุรกิจขนาดเล็ก
3. ธุรกิจขนาดกลาง
4. ธุรกิจขนาดใหญ่
5. กิจการเฉพาะอย่าง
6. ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

โดยข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าบันทึกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2539 ถึงเดือนสิงหาคม 2544 ตัวแบบที่จำลองปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จะใช้ความยาวของอนุกรมเวลา 2 ระดับ คือ ความยาวของอนุกรมเวลา 24 เดือน และ 60 เดือน

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ได้ตัวแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล
2. เพื่อใช้ตัวแบบคาดคะเนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จะได้ใช้เพื่อหาแนวทางการสำรองพลังงานไฟฟ้าในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหว หรือพฤติกรรมของข้อมูลหอนุกรมเวลา เพื่อจะสร้างตัวแบบจำลอง (Model) สำหรับพยากรณ์ค่าหอนุกรมเวลา วิธีวิเคราะห์หอนุกรมเวลามีหลายวิธี สำหรับปัญหาพิเศษฉบับนี้ จะใช้เทคนิคต่างๆดังต่อไปนี้

1. การปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)
3. เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบอกซ์ และเจนกินส์

#### 2.1.1 การปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ (Moving Average)

การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายน้ำหนักข้อมูลหรือค่าสังเกตแบบเลขคณิต โดยให้น้ำหนักแก่แต่ละข้อมูลเท่ากันหลังจากที่ได้กำหนดจำนวนทอมที่จะเคลื่อนแล้ว และจะตัดข้อมูลที่เก่าที่สุดออกไป เมื่อมีข้อมูลใหม่เกิดขึ้น

#### 2.1.1.2 การปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง

(Linear Moving Average or Double Moving Average)

เป็นกระบวนการปรับให้เรียบที่ใช้ เพื่อขจัดค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยการเคลื่อนที่ครั้งเดียวให้หมดไป เนื่องจาก การเคลื่อนที่ครั้งหนึ่งครั้ง เมื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า จะไม่สามารถเห็นค่าแนวโน้ม ดังนั้นในการพยากรณ์แนวโน้มของข้อมูลชุดหนึ่งด้วยการเคลื่อนที่ครั้งหนึ่งครั้ง จะผิดพลาดจากความเป็นจริง คือ ถ้าค่าของข้อมูลมีแนวโน้มสูงขึ้น ค่าพยากรณ์ก็มักจะต่ำกว่าความเป็นจริง แต่ถ้าข้อมูลมีแนวโน้มต่ำลง ค่าพยากรณ์มักมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะเป็นความคลาดเคลื่อนแบบมีระบบ (systematic error)

การเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง แทนด้วย MA(M x N) หมายถึง การเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งแรกด้วยจำนวน M เทอม และเฉลี่ยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งเดียวซ้ำด้วยจำนวน N เทอม โดยตัวแบบตัวแบบเชิงเส้น นิยามดังนี้

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

เมื่อ  $X_t$  คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกตที่เวลา t

$\beta_0, \beta_1$  คือ พารามิเตอร์ของตัวแบบ

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเมื่อเวลา t

ให้  $M_t^{(2)}$  แทนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง เฉลี่ยด้วยจำนวน N เทอม คือ

$$M_t^{(2)} = \frac{M_t + M_{t-1} + \dots + M_{t-N+1}}{N}$$

หรือ  $= M_{t-1}^{(2)} + \frac{M_t - M_{t-N}}{N}$

เมื่อ  $M_t = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-m+1}}{M}$  เป็นการเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง

เมื่อให้  $a_t$  และ  $b_t$  เป็นค่าประมาณของ  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ ดังนั้นค่าพยากรณ์ของข้อมูล ณ คาบเวลา  $t + T$  พยากรณ์ ณ เวลา  $t$  คือ

$$F_{t+T} = a_t + b_t T$$

โดย

$$a_t = 2M_t - M_t^{(2)}$$

$$b_t = \frac{2}{N-1} (M_t - M_t^{(2)})$$

2.1.2 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) โดยการเฉลี่ยน้ำหนักข้อมูล หรือค่าสังเกตในอดีตให้ลดลงแบบเรขาคณิต คือ ให้น้ำหนักแก่ข้อมูลที่ใกล้เวลาพยากรณ์มากกว่าข้อมูลที่ไกลออกไป การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับตัวแบบอนุกรมเวลาที่ใช้พยากรณ์ โดยวิธีที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

- การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) เมื่อตัวแบบอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นแบบเชิงเส้น

จากลักษณะของตัวแบบอนุกรมเวลาดังกล่าวนี้ หมายความว่า อนุกรมเวลาประกอบด้วยปัจจัยแนวโน้ม และปัจจัยสุ่ม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านฤดูกาลมาเกี่ยวข้องด้วย

2.1.2.1 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งวิธีของโฮลท์ (Double Exponential Smoothing : Holt's Method) เป็นวิธีที่แยกทำให้ค่าแนวโน้มเรียบ โดยการใช้ค่าคงที่ทำให้เรียบสองตัวที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 คือ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ใช้สำหรับข้อมูลมีแนวโน้ม ดังสมการ

ตัวแบบอนุกรมเวลา

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$0 < \alpha < 1, 0 < \gamma < 1$$

เมื่อ  $S_t$  คือ ค่าประมาณของ  $\beta_0$  ซึ่งเป็นค่าปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งครั้ง ณ เวลา  $t$  สำหรับปรับข้อมูลให้เรียบ

$b_t$  คือ ค่าประมาณของ  $\beta_1$  ซึ่งเป็นค่าปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลหนึ่งครั้ง ณ เวลา  $t$  สำหรับปรับข้อมูลให้เรียบ

$\alpha$  และ  $\gamma$  คือ ค่าคงที่ทำให้เรียบ

ค่าพยากรณ์ที่เวลา  $t + T$  คือ

$$F_{t+T} = S_t + b_t T$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าเริ่มต้น

$$\text{ค่าประมาณค่าทำให้เรียบเบื้องต้น } S_t = X_t$$

$$\text{ค่าประมาณแนวโน้มเริ่มต้น } b_t = X_t - X_{t-1}$$

### 2.1.3 เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคของบ็อกซ์ และเจนกินส์ (Box and Jenkins) จะเลือกตัวแบบจากการพิจารณาลักษณะของสหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) และสหสัมพันธ์ในตนเองส่วนย่อย (Partial autocorrelation) ของหอนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะสมดุล (Stationary) โดยบ็อกซ์ และเจนกินส์สร้างตัวแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average Model) ตัวแบบการถดถอยในตนเอง (Autoregressive Model) และตัวแบบผสมการถดถอยในตนเองกับเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Mixed Autoregressive Moving average Model)

การแปลงหอนุกรมเวลาให้เป็นกระบวนการสแตชันนารี

กระบวนการสแตชันนารี มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคบ็อกซ์ และเจนกินส์ ถ้าขาดคุณสมบัติดังกล่าว จะต้องแปลงกระบวนการให้เป็นแบบสแตชันนารี ซึ่งมี 2 กรณี คือ

2.1.3.1 ถ้าหอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปตามเวลาโดยที่ความแปรปรวนคงที่ และหอนุกรมเวลานี้ไม่มีฤดูกาล สามารถแปลงหอนุกรมเวลานี้ให้เป็นหอนุกรมเวลาสแตชันนารี โดยการหาค่าแตกต่างดังนี้

ค่าแตกต่างครั้งที่หนึ่ง (First differences) แทนด้วย  $\nabla X_t$  และ

$$\nabla X_t = X_t - X_{t-1} \quad \text{สำหรับ } t = 1, 2, \dots, n$$

ค่าแตกต่างครั้งที่สอง (Second differences) แทนด้วย  $\nabla^2 X_t$  และ

$$\begin{aligned} \nabla^2 X_t &= \nabla(\nabla X_t) \\ &= (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-1} - X_{t-2}) \end{aligned}$$

สำหรับ  $t = 3, 4, \dots, n$

$\nabla^d X_t$  แทนผลต่างครั้งที่  $d$  ได้จากการหาค่าแตกต่างเป็นลำดับจากค่าแตกต่างครั้งก่อนๆ

ถ้าอนุกรมเวลามีฤดูกาลด้วย การหาค่าแตกต่างฤดูกาล จะหาค่าแตกต่างของค่าอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกันเท่ากับความยาวของฤดูกาล  $s$  และแทนด้วย  $\nabla_s X_t$

ค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่หนึ่ง คือ

$$\nabla_s X_t = X_t - X_{t-s}$$

และค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่  $D$  แทนด้วย  $\nabla_s^D X_t$

ในบางครั้งอาจต้องการค่าแตกต่างแบบไม่มีฤดูกาล และแบบมีฤดูกาลด้วย เมื่อค่าเฉลี่ยไม่มีฤดูกาล และมีฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป กรณีเช่นนี้จะต้องหาค่าแตกต่างทั้งแบบไม่มีฤดูกาล และแบบมีฤดูกาล

ค่าแตกต่างครั้งที่  $d$  แบบไม่มีฤดูกาล เมื่อหาร่วมกันกับค่าแตกต่างอย่างมีฤดูกาลครั้งที่  $D$  แทนด้วยสัญลักษณ์  $\nabla^d \nabla_s^D X_t$

เมื่อ  $D$  แทนอันดับของค่าแตกต่างฤดูกาล  
 $d$  แทนอันดับค่าแตกต่างไม่มีฤดูกาล  
 $S$  แทนความยาวของฤดูกาล

และค่าแตกต่างครั้งที่  $d$  เท่ากับ  $(1-B)^d X_t$

2.1.3.2 กรณีความแปรปรวนเปลี่ยนไปตามเวลา การเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่ความแปรปรวนไม่คงที่ แปลงได้หลายวิธี ขึ้นกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน ถ้าความแปรปรวนเป็นสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา โดยที่ค่าเฉลี่ยอนุกรมเวลาเพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างคงที่ ก็ควรจะแปลงด้วยลอการิทึม ( $\ln x_t$ ) วิธีอื่นๆที่จะแปลงให้ค่าคงที่ความแปรปรวนคงที่ เช่น แปลงด้วยรากที่สอง, แปลงด้วยการกลับเศษเป็นส่วน, แปลงด้วยรากที่สี่ เป็นต้น

ในอนุกรมเวลาชุดหนึ่งๆ อาจมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนไม่คงที่ทั้งสองอย่าง ควรแปลงให้ความแปรปรวนคงที่ก่อนจะแปลงค่าเฉลี่ยให้คงที่

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคบ็อกซ์ และเจนกินส์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการหาตัวแบบ (Identification) เป็นการกำหนดตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมที่ต้องการพยากรณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นการประมาณค่า (Estimation) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบตัวแบบ (Diagnostic Check) เป็นการตรวจว่าตัวแบบเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นพยากรณ์ (Forecasting) ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมพยากรณ์ค่าของข้อมูลในอนาคต

### ขั้นที่ 1 การค้นหาตัวแบบ

ตัวแบบทั่วไปคือ ARIMA( $p, d, q$ )

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d X_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) a_t$$

เมื่อ  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่แบบปกติไม่มีฤดูกาล

$a_t$  คือ การรบกวนสุ่ม ณ คาบเวลา  $t$

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ ARIMA( $p, d, q$ )

ตัวแบบ	ACF	PACF
AR( $p$ )	ลดลงแบบเอกซโพเนนเชียล หรือ คลื่นรูป Sine	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $p$
MA( $q$ )	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $q$	ลดลงแบบเอกซโพเนนเชียล หรือ คลื่นรูป Sine
ARMA( $p, q$ )	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $q$	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $p$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ SARIMA(P,D,Q)

ตัวแบบ	ACF	PACF
AR(p), SAR(P)	ลดลงแบบเอกซโพเนนเชียล หรือ คลื่นรูป Sine	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $p + PS$
MA(q), SMA(Q)	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $q + QS$	ลดลงแบบเอกซโพเนนเชียล หรือ คลื่นรูป Sine
SARMA(P,Q)	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $q + QS$	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน $p + PS$

ACF แทน สหสัมพันธ์ในตัวเอง

PACF แทน สหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย

สูตรการหาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง

$$\gamma_k = \frac{\sum_{t=a}^{n-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=a}^n (z_t - \bar{z})^2}$$

เมื่อ  $\bar{z}$  เป็นค่าเฉลี่ยของ  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ 

$$\bar{z} = \frac{\sum_{t=a}^n z_t}{n-a+1}$$

สูตรการหาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย

$$\gamma_{kk} = \gamma_1$$

เมื่อ  $k = 1$ 

$$\gamma_{kk} = \frac{\gamma_k - \sum_{j=1}^{k-1} \gamma_{k-1,j} \gamma_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \gamma_{k-1,j} \gamma_j}$$

เมื่อ  $k > 1$ 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

เมื่อได้รูปแบบจากขั้นที่ 1 แล้ว จากนั้นก็จะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด

## ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

หลังจากที่ได้ประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว จะต้องตรวจสอบว่า ตัวแบบที่เลือกนั้น สามารถใช้เป็นตัวแบบในการพยากรณ์ได้ดีหรือไม่ มีวิธีตรวจสอบโดยใช้สถิติบ็อกซ์-เพียร์ซไคสแควร์  $Q$  (Box-Pierce Chi-Square Statistics) เป็นการแจกแจงแบบไคสแควร์ของค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อน (Autocorrelation of residual)

### สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0$  : ไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่ากัน  $k$  คาบเวลา หรือสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับศูนย์

$H_1$  : มีสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่ากัน  $k$  คาบเวลา หรือสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากับศูนย์

### การคำนวณ

สัญลักษณ์  $Q$  แทน สถิติ บ็อกซ์ - เพียร์ซ ไคสแควร์

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^k r_a^2(k)$$

เมื่อ  $n$  คือ จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

$k$  คือ จำนวนคาบเวลาที่ต่ำกว่ากันของสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน

$r_a^2(k)$  คือ กำลังสองของสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน

หากค่า  $Q$  ที่คำนวณได้น้อยกว่าที่  $\chi^2_{0.05}$  องศาความเป็นอิสระเท่ากับ  $k - m$  จะยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  แสดงว่าไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่า  $k$  คาบเวลา แสดงว่า ตัวแบบที่ใช้เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนั้นเมื่อ  $m$  คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ข้อมูล

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการพยากรณ์ สำหรับวิธีบอซซ์ และเจนกินส์  
ตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์ และเจนกินส์

### 1. กระบวนการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับ $p$

(*Nonseasonal Autoregressive Process of Order: AR(p)*)

เป็นกระบวนการอนุกรมเวลาที่ค่าปัจจุบัน  $X_t$  แทนได้ด้วยฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าในอดีต กับค่าความ  
รบกวนสุ่ม  $a_t$  โดยอนุกรมเวลา  $\{X_t\}$  เป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียร

เมื่อกำหนดให้  $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการ หรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตัวเองอันดับ  $p$  คือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

เมื่อ  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล  
(Nonseasonal Autoregressive Parameter)

$a_t$  คือ การรบกวนสุ่ม ณ คาบเวลา  $t$

$Z_t$  คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียรทั้งความแปรปรวน และ

ค่าเฉลี่ย

เมื่อประมาณค่า  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  ได้แล้ว จะพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาจากสมการตัว

แบบ

### 2. กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ $q$

(*Nonseasonal Moving Average Process of Order  $q$  : MA(q)*)

แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลปัจจุบัน กับค่าความคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลาในอดีต ที่ห่าง  
กัน  $q$  หน่วยเวลา

เมื่อกำหนดให้  $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการ หรือตัวแบบ (Model) การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ  $q$  คือ

$$Z_t = \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

เมื่อ  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  คือ พารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบปกติไม่มีฤดูกาล  
(Nonseasonal Moving Average Parameter)

$a_t$  คือ การรบกวนสุ่ม ณ คาบเวลา  $t$

$Z_t$  คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียร

เมื่อประมาณค่า  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  ได้แล้ว จะพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาจากสมการตัวแบบ

### 3. กระบวนการผสมการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล อันดับ $p$ กับ การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ $q$

เมื่อกำหนดให้  $Z_t = X_t - \mu$

ตัวแบบ (Model) การถดถอยในตัวเองอันดับ  $p$  กับ การเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ  $q$  คือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

เมื่อ  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  คือ พารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบปกติไม่มีฤดูกาล  
(Nonseasonal Moving Average Parameter)

เมื่อ  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล  
(Nonseasonal Autoregressive Parameter)

$a_t$  คือ การรบกวนสุ่ม ณ คาบเวลา  $t$

$Z_t$  คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียร

เมื่อประมาณค่า  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  และ  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  ได้แล้ว จะพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาจากสมการตัวแบบ

#### 4. กระบวนการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาล อันดับ P

(Seasonal Autoregressive Process of Order P : SAR(P))

เป็นกระบวนการอนุกรมเวลาที่ค่าปัจจุบัน  $X_t$  แทนได้ด้วยฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าความรบกวน  
 สุ่ม  $a_t$  โดยที่อนุกรมเวลา  $\{X_t\}$  เป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะ สเตชันนารี

เมื่อกำหนดให้  $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตัวเองอันดับ p คือ

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \dots + \Phi_p Z_{t-ps} + a_t$$

เมื่อ  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$  คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาล

(Seasonal Autoregressive Parameter)

$a_t$  คือ การรบกวนสุ่ม ณ คาบเวลา  $t$

S คือ ความยาวฤดูกาล

เมื่อประมาณค่า  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$  ได้แล้ว จะพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาจากสมการตัวแบบ

#### 5. กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q

(Seasonal Autoregressive Average Process of Order Q : SMA(Q))

เมื่อกำหนดให้  $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการ หรือตัวแบบ (Model) การเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ Q คือ

$$Z_t = \Theta_1 a_{t-1} + \dots + \Theta_Q a_{t-Qs} + a_t$$

เมื่อ  $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$  คือ พารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล

(Seasonal Moving Average Parameter)

$a_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา  $t$

S คือ ความยาวฤดูกาล

เมื่อประมาณค่า  $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$  ได้แล้ว จะพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาจากสมการตัวแบบ

6. กระบวนการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับ  $P$  ผสมกับการเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ  $Q$

เมื่อกำหนดให้  $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการ หรือตัวแบบ(Model) การถดถอยในตัวเองอันดับ  $P$  กับ การเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ  $Q$  คือ

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \Phi_2 Z_{t-2} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} - \Theta_1 a_{t-1} - \Theta_2 a_{t-2} - \dots - \Theta_Q a_{t-Q} + a_t$$

เมื่อ  $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$  คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล  
(Seasonal Moving Average Parameter)

$\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$  คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาล  
(Seasonal Autoregressive Parameter)

$a_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา  $t$

$Z_t$  คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะ สเตชันนารี ทั้งความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย

เมื่อประมาณค่า  $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$  และ  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$  ได้แล้ว จะพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาจากสมการข้างต้น

หากมีตัวแบบที่สามารถใช้พยากรณ์ข้อมูลได้หลายตัวแบบ จะเลือกตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (MSD) โดย ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (MSD)

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^m (e_{n+t})^2}{m}$$

การพิจารณาเลือกตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์อนุกรมเวลา ต้องคำนึงถึง คือ

1. พิจารณาค่าสถิติบอกซ์-เพียร์ โคสแควร์ เปรียบเทียบกับค่าโคสแควร์ที่มีระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 และองศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ  $k - m$  ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อของการตรวจสอบตัวแบบ
2. เลือกสมการพยากรณ์จากข้อ 1. แล้วพิจารณาค่าผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (MSD) ควรเลือกวิธีพยากรณ์ที่มีค่า MSD น้อยที่สุด หากค่า MSD ของแต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน ควรเลือกวิธีพยากรณ์ที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์จำนวนน้อยกว่า

## 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับไฟฟ้า

### ไฟฟ้า (Electricity)

ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้หลายวิธี คือ

1. เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า
2. เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า
3. เกิดจากการเปลี่ยนแสงสว่างให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือ โฟโตเซลล์ (Photo Cell)
4. เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย เซลล์แห้งและเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น
5. เกิดจากการเหนี่ยวนำของอำนาจแม่เหล็กโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้แก่ ไฟฟ้าที่ใช้อยู่ตามอาคารบ้านเรือนในปัจจุบัน

### เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ คือ การเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือชนิดกระแสตรงเรียกว่า ไดนาโม(Dynamo) และชนิดกระแสสลับเรียกว่า อัลเตอร์เนเตอร์(Alternator) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมนั้น โดยมากจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ ซึ่งมีทั้งแบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส โดยเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ตามโรงไฟฟ้าจะเป็นเครื่องกำเนิดแบบ 3 เฟสทั้งหมด เนื่องจากสามารถผลิตและจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เป็นสามเท่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 1 เฟส

โดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า โรเตอร์(Rotor) ซึ่งจะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกนโรเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอน (Silicon Steel Sheet) ขนาดหนาประมาณ 0.35-0.5 มิลลิเมตร นำมาอัดแน่นโดยระหว่างแผ่นเหล็กซิลิคอนจะมีฉนวนเคลือบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current) ภายในแกนเหล็กของโรเตอร์จะได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์(Excitor) เพื่อทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น อีกส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือส่วนที่อยู่กับที่ เรียกว่า สเตเตอร์(Stator) ภายในร่องแกนสเตเตอร์ มีขดลวดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอัดแน่นเช่นเดียวกับโรเตอร์ฝังอยู่ อาศัยหลักการของการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์และนำแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้ต่อไป

อุปกรณ์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ คือ เอ็กไซเตอร์ อยู่แกนเดียวกับโรเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงป้อนให้แก่โรเตอร์ (D.C. Exciting Current) เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นบนโรเตอร์ ชนิดของเอ็กไซเตอร์จะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง หรืออาจจะใช้แบบกระแสสลับ แล้วผ่านวงจรแปลงไฟฟ้าให้เป็นกระแสตรงก่อนป้อนเข้าสู่โรเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่มักจะใช้เอ็กไซเตอร์ชนิดหลังเป็นส่วนมาก

การควบคุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถกระทำได้โดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์สร้างขึ้นด้วยการปรับกระแสไฟฟ้าตรงที่ป้อนให้กับโรเตอร์ ส่วนความถี่ของไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความเร็วรอบที่โรเตอร์หมุน ยิ่งหมุนรอบมาก ความถี่ไฟฟ้าก็จะยิ่งสูง และจำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์ ยิ่งมีขั้วมากเท่าไร ความถี่ไฟฟ้าก็จะมากขึ้นตาม ซึ่งพอสรุปออกมาได้ดังสมการ

$$n = \frac{120 \times f}{P} \text{ (รอบ ต่อวินาที)}$$

- f หมายถึง ความถี่ไฟฟ้า (เฮิรตซ์)
- n หมายถึง ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อนาที)
- p หมายถึง จำนวนขั้วแม่เหล็ก (ขั้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านประสิทธิภาพ มิใช่อยู่ที่ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น ต้องควบคุมการผลิตไฟฟ้าให้ได้ระดับแรงดันและความถี่อยู่ในเกณฑ์กำหนดด้วย ดังนั้น ความเร็วรอบหมุนและสนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์จึงต้องได้รับการควบคุมอยู่เสมอ โดยจะมีตัวโกเวอร์เนอร์ (Governor) ควบคุมความเร็วรอบให้คงที่ ถ้าความเร็วรอบลดลงก็จะส่งสัญญาณไปยังแหล่งต้นกำลังงาน ให้เพิ่มกำลังในการหมุนมากขึ้นเพื่อเข้าสู่สภาวะปกติต่อไป

## แหล่งผลิตไฟฟ้า

ไฟฟ้าไม่ใช่แหล่งพลังงาน แต่เป็นเพียงพลังงานแปรรูปที่สะอาด และใช้ได้สะดวกรูปหนึ่งเท่านั้น สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่นๆ ได้ง่าย เช่น แสงสว่าง เสียง ความร้อน พลังงานกล เป็นต้น ทั้งยังสามารถส่งไปยังระยะทางไกลได้อย่างรวดเร็ว กล่าวคือ ไฟฟ้ามีความเร็วใกล้เคียงกับแสง ในระยะทาง 100 กิโลเมตร ใช้เวลาเพียง 1 ใน 3,000 วินาที ดังนั้นจึงส่งไปถึงผู้ใช้งานได้ตลอดเวลา

สำหรับแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่แท้จริง ก็คือ พลังที่นำมาใช้ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตลอดเวลาหากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดหมุน การผลิตไฟฟ้าจะหยุดไปด้วย

การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

### 1. ประเภทไม่ใช้เชื้อเพลิง

1.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากน้ำในอ่างเก็บน้ำ หรือจากลำห้วยที่อยู่ในระดับสูงๆ

1.2 โรงไฟฟ้าพลังงานธรรมชาติจากต้นพลังงานที่ไม่หมดสิ้น เช่น พลังงาน

แสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ

### 2. ประเภทใช้เชื้อเพลิง

2.1 โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ ใช้ก๊าซธรรมชาติ ถ่านลิกไนต์ หรือน้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนแก่น้ำจนเดือดเป็นไอน้ำ นำแรงดันจากไอน้ำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า

2.2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซลมาสันดาป ทำให้เกิดพลังงานกลต่อไป โรงไฟฟ้าประเภทนี้ได้แก่

- โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซล
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซล
- โรงไฟฟ้าดีเซล ใช้น้ำมันดีเซล

## ไฟฟ้าในประเทศไทย

ไฟฟ้าในประเทศไทยเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ มีทั้งระบบ 1 เฟส แรงดัน 220 โวลต์ ซึ่งใช้ในบ้านอยู่อาศัย และระบบ 3 เฟส แรงดัน 380 โวลต์ ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และแรงดันขนาด 11, 22, 33, 69, 115, 230 และ 500 กิโลโวลต์ สำหรับการส่งจ่ายไฟฟ้าภายในประเทศ

ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ คือ ใน 1 วินาที ขั้วแม่เหล็กเหนือและขั้วแม่เหล็กใต้ จะหมุนครบรอบตัดผ่านขดลวดตัวนำบนสเตเตอร์ครบ 50 ครั้ง ในกรณีที่โรเตอร์มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว ความเร็วรอบของโรเตอร์จะหมุน 3,000 รอบต่อนาที แต่ถ้ามีขั้วแม่เหล็ก 4 ขั้ว ความเร็วรอบจะลดลงเหลือ 1,500 รอบต่อนาที โดยมีความถี่คงที่

## Ft

Ft คือ ค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ มีค่าเป็นสตางค์ต่อหน่วย เป็นค่าไฟฟ้าผันแปรที่ปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นหรือลดลงในทุก ๆ 4 เดือน ซึ่งจะพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่

การไฟฟ้าไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปจากแผน ผลกระทบของอัตราแลกเปลี่ยน (FOREX) ที่เปลี่ยนแปลงไปจากแผน และอัตราเงินเฟ้อ เป็นต้น โดยค่า Ft จะแยกตามกิจการ ได้แก่ กิจการผลิต กิจการระบบส่ง กิจการระบบจำหน่าย และกิจการค้าปลีก

การคิดเงินค่า Ft คำนวณจากจำนวนหน่วยที่ใช้ คูณด้วยราคาค่า Ft ต่อหน่วยของเดือนนั้น ๆ ค่า Ft ที่เรียกเก็บในแต่ละเดือนจะเรียกเก็บกับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภทและทุกหน่วยของการใช้ในอัตราเดียวกัน โดยการไฟฟ้าจะแสดงราคาค่า Ft เป็นสตางค์ต่อหน่วย และจำนวนเงินค่า Ft เป็นบาท ไว้ในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

## การผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันและอนาคต

การผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันเป็นการผลิตร่วมกันของโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ เชื่อมโยงระบบส่งไฟฟ้าด้วยสายส่งไฟฟ้า โดยมีศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า คอยควบคุมระบบการผลิตและส่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ทำให้สามารถเสริมกำลังผลิตแก่กันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากโรงไฟฟ้าแต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น โรงไฟฟ้าพลังน้ำสามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็ว มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำ เพราะไม่เสียค่าเชื้อเพลิง แต่ต้องใช้ประโยชน์จากด้านอื่นๆ อีก จึงมีข้อจำกัดในด้านปริมาณและเวลาที่ใช้ ส่วนเครื่องกังหันแก๊สสามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็ว แต่เสียค่าเชื้อเพลิงสูงมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง แต่มีข้อดีคือ สามารถสร้างให้มีกำลังผลิตสูงได้

จากคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เมื่อวางแผนจัดการผลิตไฟฟ้าแบบต่างๆ อย่างมีระบบแล้ว ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยไม่สูงเกินไป โดยมีการวางแผนการผลิตเป็นรายปี รายเดือน และแผนฉุกเฉิน ทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับในอนาคต ความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยยังคงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอุตสาหกรรมภายในประเทศกำลังเจริญก้าวหน้า ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายแน่นอนที่จะขยายการพัฒนาไฟฟ้าไปสู่ชนบท จึงต้องมีการวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าครอบคลุมระยะเวลา 17 ปี โดยแบ่งออกเป็น แผนหลักและแผนทางเลือกทดแทน แล้วพิจารณาปรับเปลี่ยนแผนไปตามสภาพการณ์ในช่วงเวลานั้นๆ

นอกจากนี้ ได้มีศึกษาและวิจัยพลังงานตามธรรมชาติอื่นๆ มาทดแทน เช่น ลม แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ สำหรับการผลิตไฟฟ้าในอนาคตอีกด้วย

ส่วนในต่างประเทศก็ได้มีการศึกษาและวิจัยการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานธรรมชาติต่างๆ เช่น น้ำขึ้น-น้ำลง ความร้อนจากทะเล พลังคลื่น พลังงานรวมตัว (Fusion) พลังงานสุริยะ เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ได้ติดตามศึกษามาโดยตลอด เพื่อว่าอาจนำมาใช้เป็นประโยชน์ในประเทศไทยต่อไป

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศศิกร จันทชุม (2535) ศึกษารูปแบบสำหรับการพยากรณ์มูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญ 10 ประเภท เป็นการศึกษาเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญ 10 ประเภท ได้แก่ เสื้อผ้าสำเร็จรูป อัญมณี และเครื่องประดับ ข้าว ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ยางพารา อาหารทะเลกระป๋อง แผงวงจรไฟฟ้า กุ้งสดแช่เย็น รองเท้า และน้ำตาล จากข้อมูลทฤษฎีภูมิที่เก็บรวบรวมโดยกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ และธนาคารแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2528 ถึง พ.ศ. 2533 โดยพิจารณาการพยากรณ์จากวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล และ วิธีบอกซ์ และเงินกินส์ จากการศึกษาพบว่า รูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยากรณ์มูลค่าส่งออกเสื้อผ้าสำเร็จรูป ได้จากวิธีการแยกส่วนประกอบ และรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์มูลค่าส่งออกอัญมณี และเครื่องประดับ ข้าว ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ยางพารา อาหารทะเลกระป๋อง แผลงวงจรไฟฟ้า กุ้งสดแช่เย็น รองเท้า และน้ำตาล ได้จากวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ส่วนวิธีบ็อกซ์ และเจนกินส์ ไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญทั้ง 10 ประเภทนี้

กิตติยา เสียงเครือ และคณะ (2536) ทำการวิเคราะห์และหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยด้วยโรค วัณโรค คอติบ ไอกรน บาดทะยัก และโปลิโอ ทั้งประเทศทุกภาค และในกรุงเทพมหานคร โดยได้ข้อมูลจากกองระบาดวิทยา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2530 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2534 โดยทำการแยกข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่ไม่มีความผันแปรตามฤดูกาลกับข้อมูลที่มีความผันแปรตามฤดูกาล สำหรับข้อมูลที่ไม่มีความผันแปรตามฤดูกาลจะวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคดังต่อไปนี้คือ วิธีทำให้เรียบแบบใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง ด้วยวิธีของบราวน์และโฮลท์ การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสามครั้ง และเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ หากข้อมูลมีความผันแปรตามฤดูกาล จะวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยการปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ และเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคโปลิโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โรคคอติบในภาคเหนือ โรคบาดทะยักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ เหมาะสมที่จะใช้วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีของบราวน์ การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคคอติบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เหมาะสมที่จะใช้วิธีการปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ ส่วนการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไอกรนทั่วประเทศ โรคไอกรนทุกภาคและในกรุงเทพมหานคร โรคโปลิโอทั่วประเทศ ในกรุงเทพมหานคร ภาคกลาง ภาคเหนือ โรคบาดทะยัก ในกรุงเทพมหานคร ภาคกลาง ภาคเหนือ โรควัณโรคทั่วประเทศ ในกรุงเทพมหานคร และโรควัณโรคในทุกภาค เหมาะสมที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์

วันดี เสาหิน (2538) ทำการศึกษาการพยากรณ์เชิงสถิติของราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างราคาหลักทรัพย์ กับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย หลักทรัพย์ที่ศึกษาประกอบด้วย 10 หลักทรัพย์จากกลุ่มหลักทรัพย์ 5 กลุ่ม กลุ่มละ 2 หลักทรัพย์ โดยเลือกหลักทรัพย์ที่มีปริมาณการซื้อขายมากที่สุด ณ วันที่ 30 ธันวาคม 2537 อนุกรมเวลาที่ใช้ในการศึกษาเป็นราคาปิดของหลักทรัพย์แต่ละวัน ตั้งแต่วันที่ 3 พฤษภาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2537 ถึงวันที่ 6 มีนาคม 2538 โดยแบ่งขนาดของอนุกรมเวลาเป็น 3 ขนาด ได้แก่ อนุกรมเวลาขนาดเล็ก ระยะ 35 วัน ขนาดกลาง ระยะ 75 วัน และขนาดใหญ่ ระยะ 200 วัน โดยใช้วิธีการพยากรณ์เชิงสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการเคลื่อนที่ที่ซ้ำสองครั้ง วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีของบอช และเจนกินส์ การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้งสามวิธี จะใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด จากการศึกษาพบว่า ในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ขนาดของอนุกรมเวลาไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะดีกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีของบอช และเจนกินส์ ยกเว้น หลักทรัพย์ของบริษัทนายจัมกั๊ด(มหาชน) ซึ่งการพยากรณ์ต้องใช้อนุกรมขนาดใหญ่ และพยากรณ์ด้วยวิธีของบอช และเจนกินส์

กฤษฎา วาณิชชวัล และคณะ (2536) ทำการวิเคราะห์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ ที่เข้ามาในประเทศไทย และพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2534 พบว่า แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวแอฟริกา จะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเอเชียตะวันออก จะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ การปรับแนวโน้ม และฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวยุโรปจะมีฤดูกาลแบบบวก วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอช และเจนกินส์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเอเชียตะวันออกเฉียงกลางจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวเอเชียใต้ จะมีฤดูกาลแบบบวก วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ การปรับแนวโน้ม และฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอเมริกา จะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอช และเจนกินส์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งหมด จะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสามครั้งด้วยวิธีของวินเตอร์

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงาน

#### 3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

3.1.1 ลักษณะข้อมูล ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งจำแนกออกตามลักษณะผู้ใช้ 6 ประเภท ประกอบด้วย

1. บ้านอยู่อาศัย
2. ธุรกิจขนาดเล็ก
3. ธุรกิจขนาดกลาง
4. ธุรกิจขนาดใหญ่
5. กิจการเฉพาะอย่าง
6. ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

โดยข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าบันทึกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2539 ถึงเดือนสิงหาคม 2544 ตัวแบบที่จำลองปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จะใช้ความยาวของอนุกรมเวลา 2 ระดับ คือ ความยาวของอนุกรมเวลา 24 เดือน และ 60 เดือน

3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นข้อมูลที่รวบรวมโดยการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

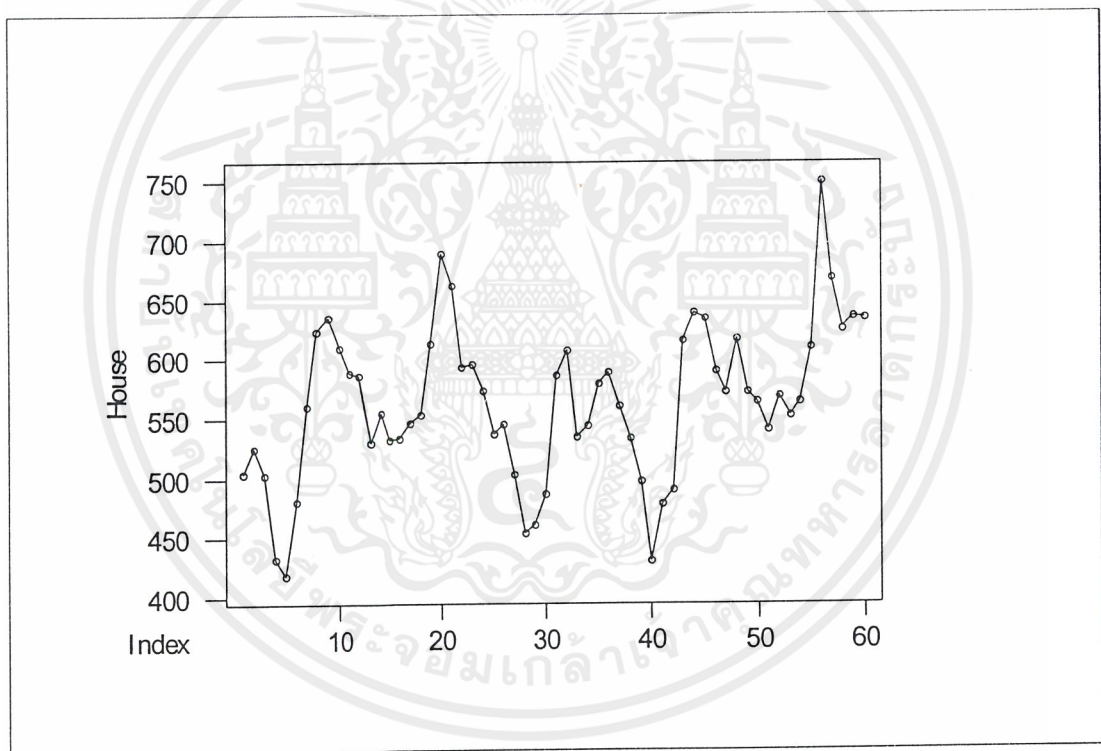
1. ศึกษารายละเอียดต่างๆ ของปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของผู้ใช้แต่ละประเภทในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
2. ศึกษาลักษณะของข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของผู้ใช้ในแต่ละประเภท เพื่อการเคลื่อนไหวของข้อมูล
3. สร้างกราฟจากข้อมูลที่ได้ เพื่อดูว่ามีความสมดุล (stationary) ในค่าเฉลี่ย (mean) และความแปรปรวน (variance) หรือไม่สำหรับการหาตัวแบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ โดยที่ถ้าข้อมูลไม่มีความสมดุล จะต้องมีการปรับข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ เช่น  $\log x$ ,  $\sin x$ ,  $\ln x$ ,  $1/x$
4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบ และเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์
5. วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB
6. เปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์แบบต่างๆ ที่ใช้ เพื่อสรุปผลหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด เพื่ออธิบายและพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ทั้ง 6 ประเภท ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแบ่งตามขนาดของข้อมูล

# บทที่ 4

## ผลการวิเคราะห์

### 4.1 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาระยะเวลา 60 เดือน

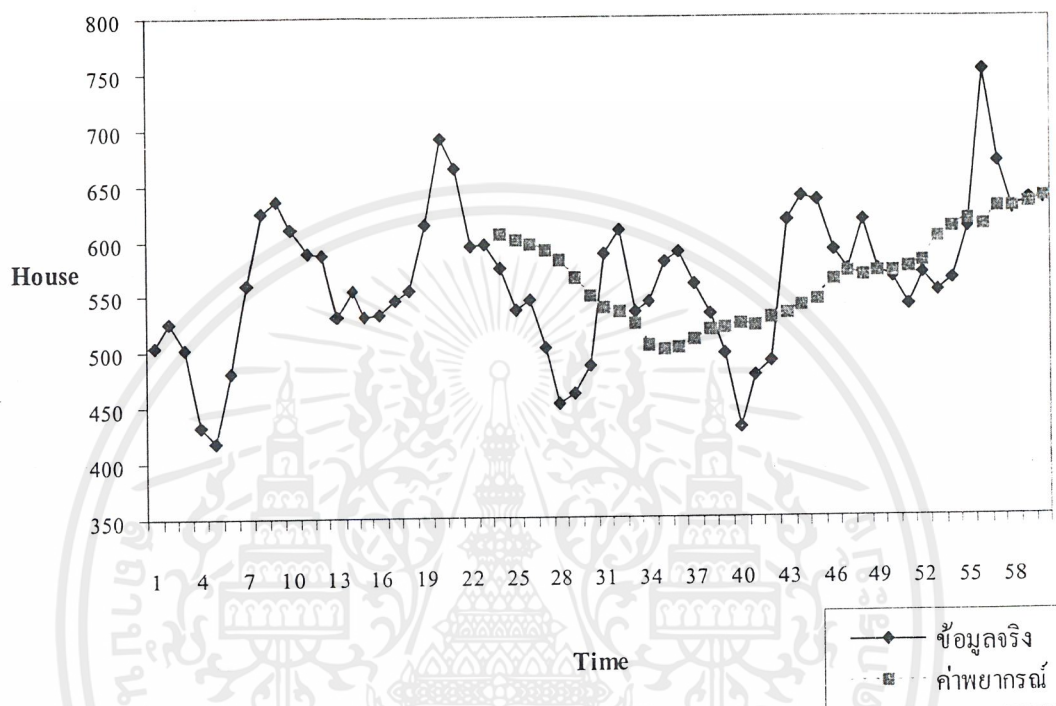
#### 4.1.1 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 1 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

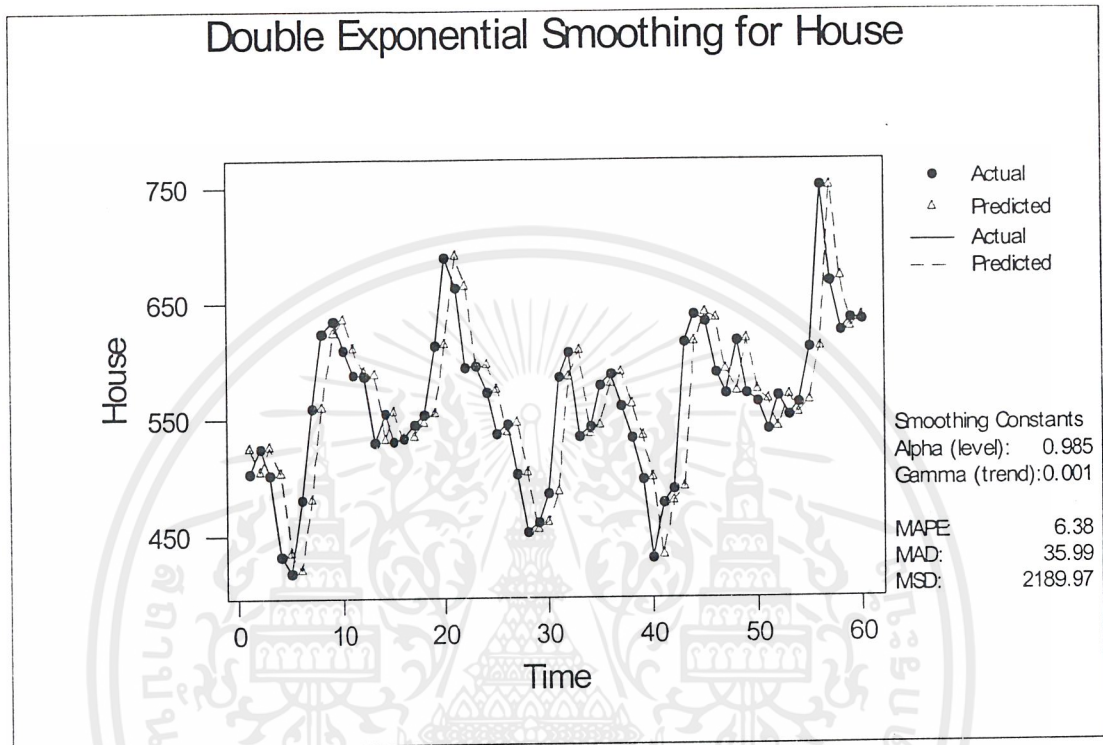
## 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 2 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 3780.448

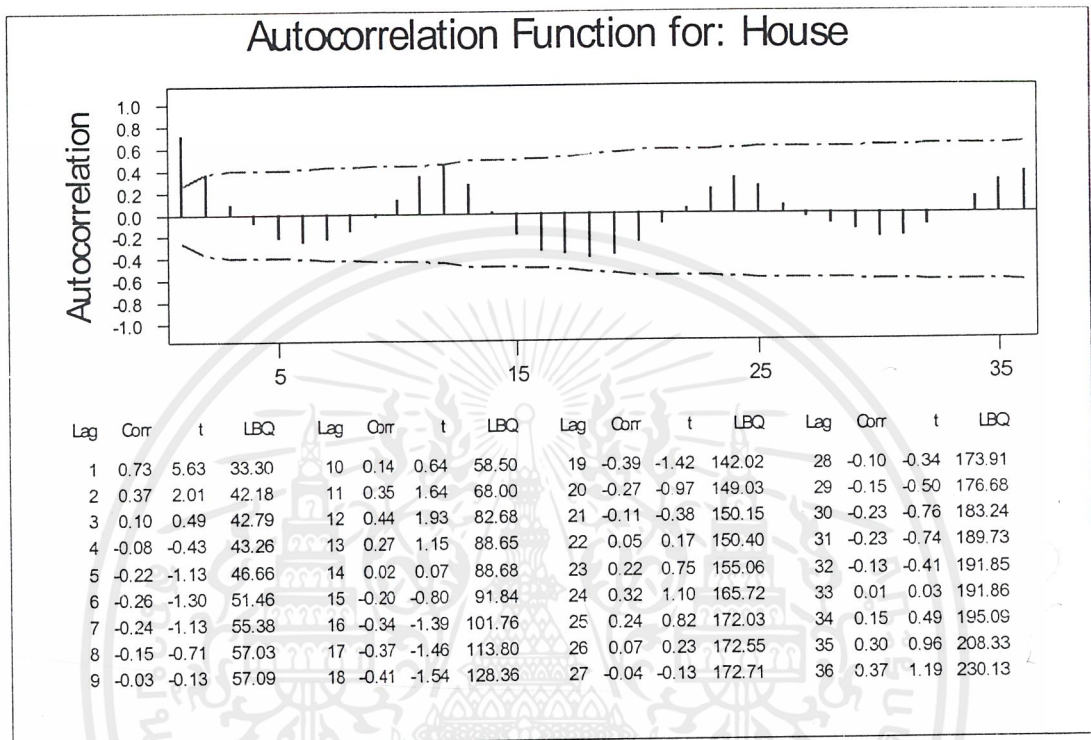
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



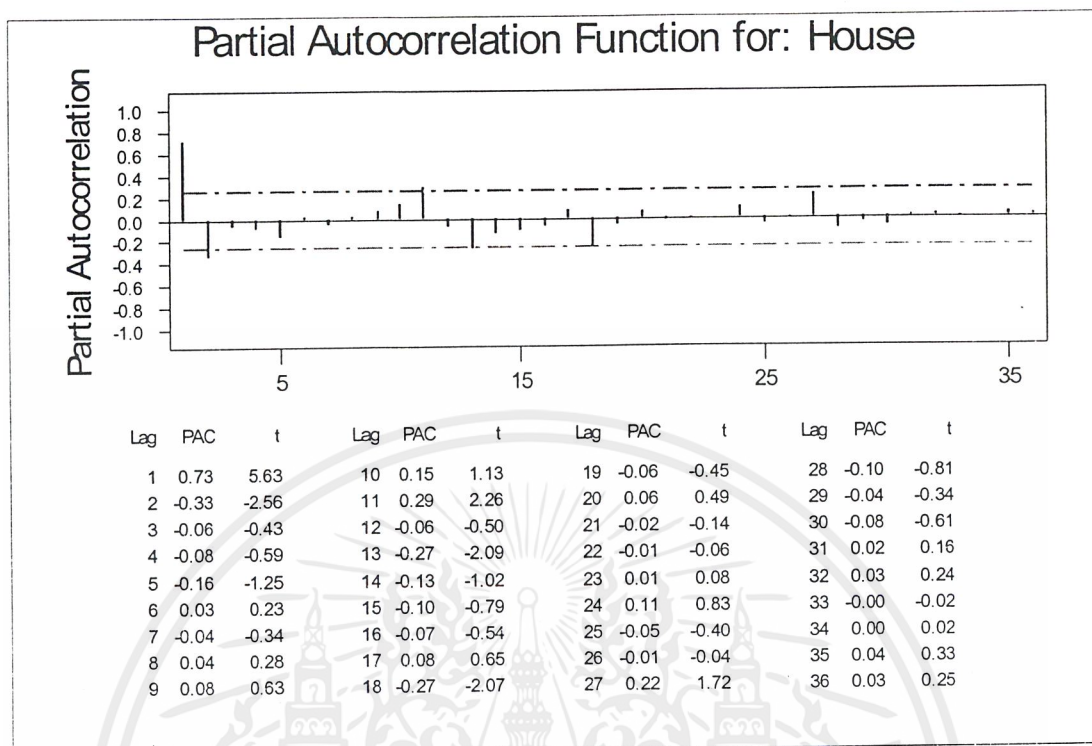
รูปที่ 3 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.985 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 2189.97

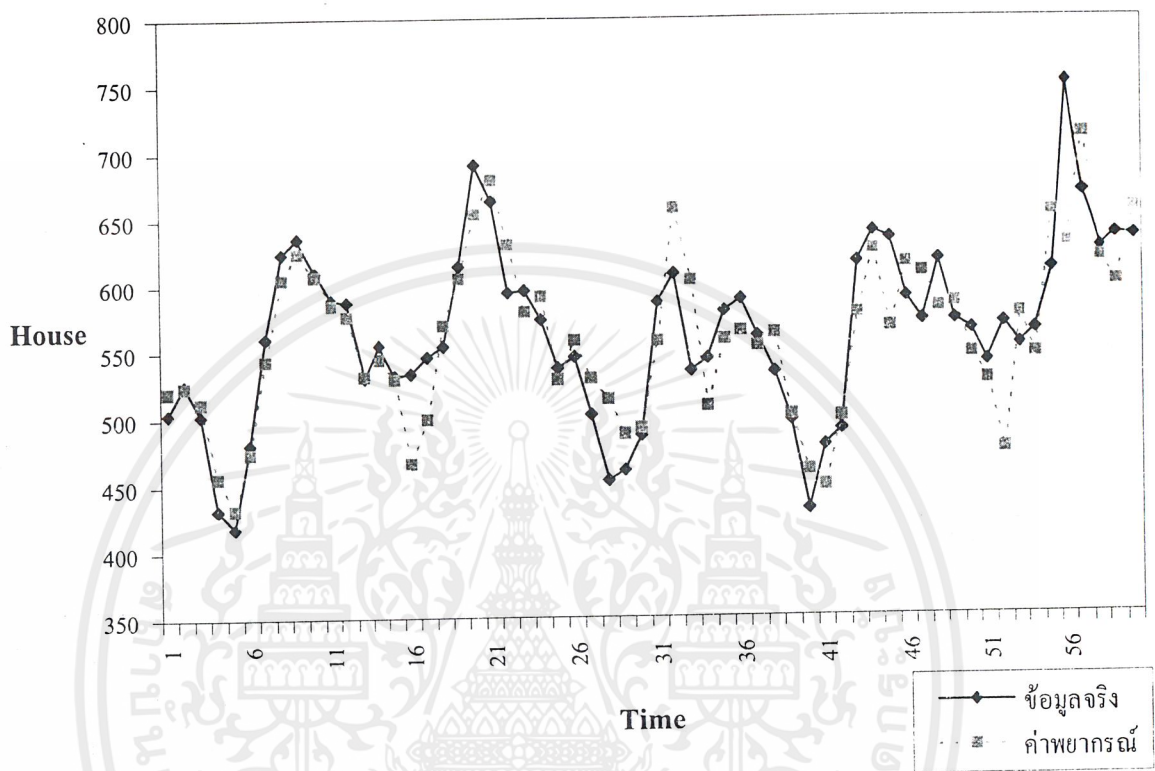
### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนนิงส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 4 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทบ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 5 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน  
ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภบ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 6 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอชซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 1253  
ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1 - \Phi_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ ARMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย คือ

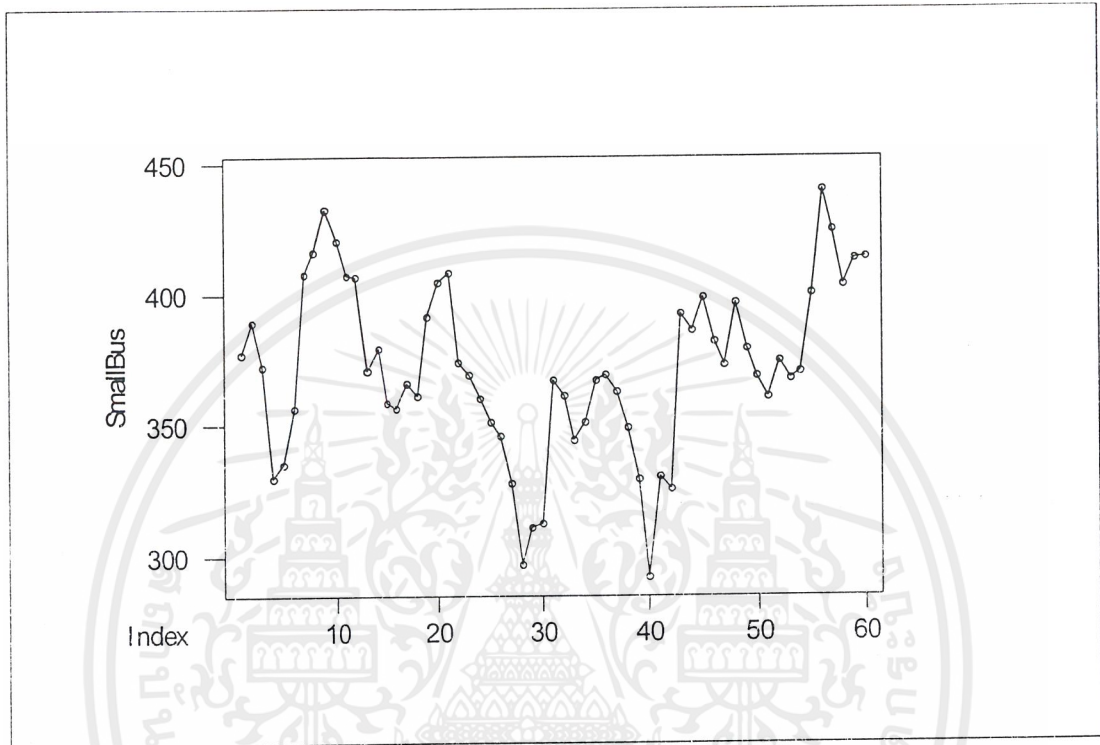
$$(1 - 0.7189B)X_t = 24.15 + (1 - 0.8497B^{12})a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัยด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้  
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ทอมการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	3780.44	เมื่อกำหนดทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	2189.97	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.985$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอชซ์และเจนกินส์	1253	ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0) <sub>12</sub>

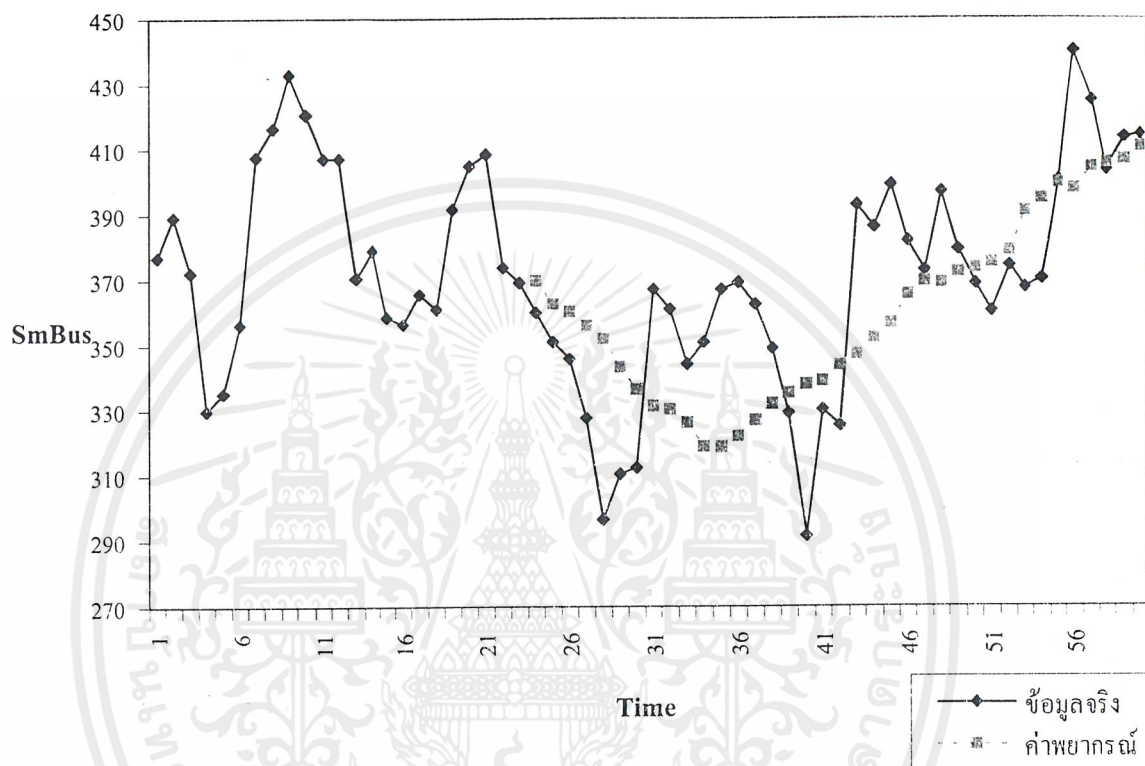
จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอชซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 1253

#### 4.1.2 การวิเคราะห์ห่อหุ้มเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก



รูปที่ 7 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

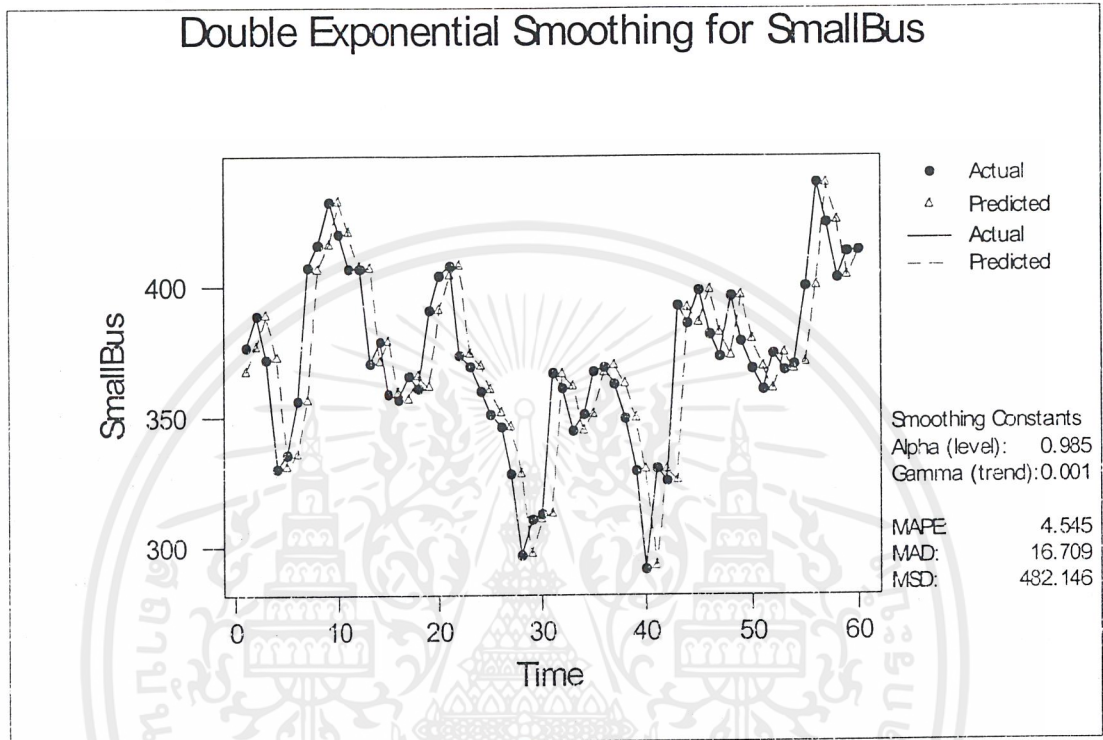
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 8 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 757.978

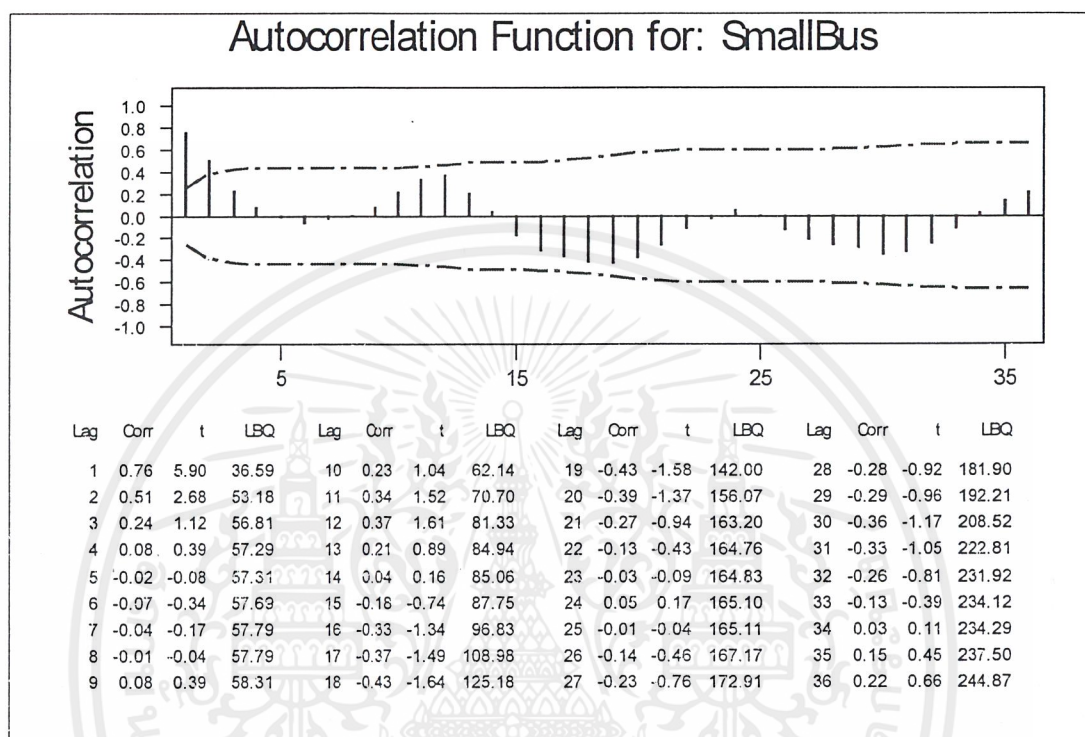
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



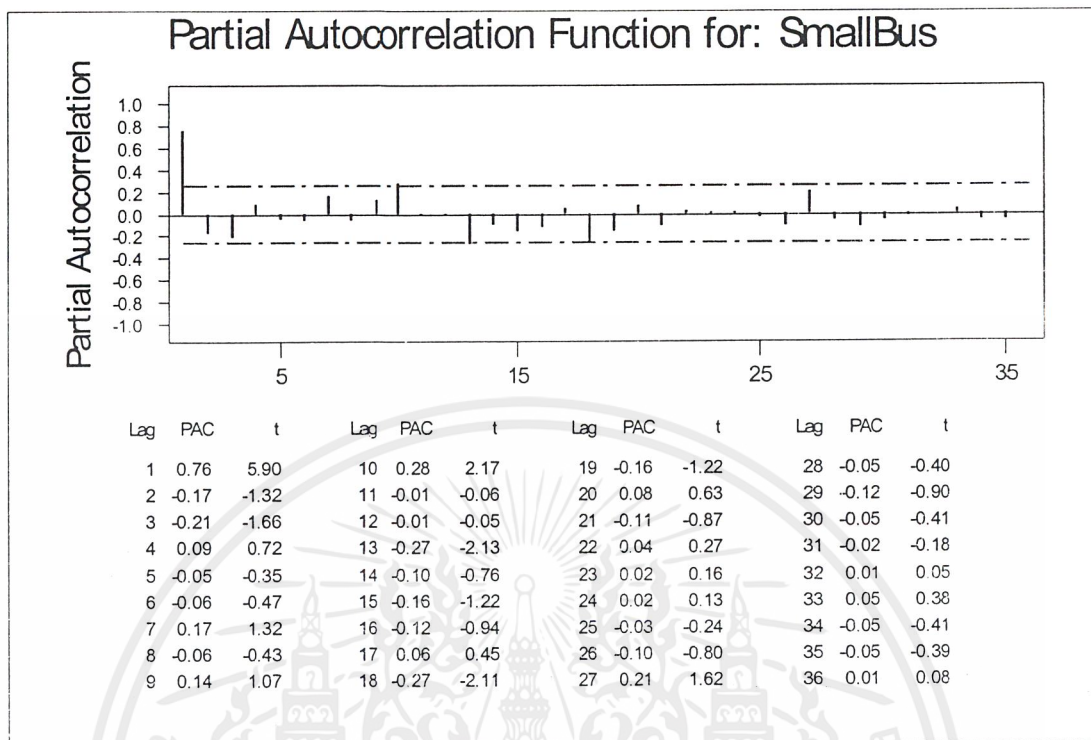
รูปที่ 9 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double Exponential Smoothing ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.985 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 482.146

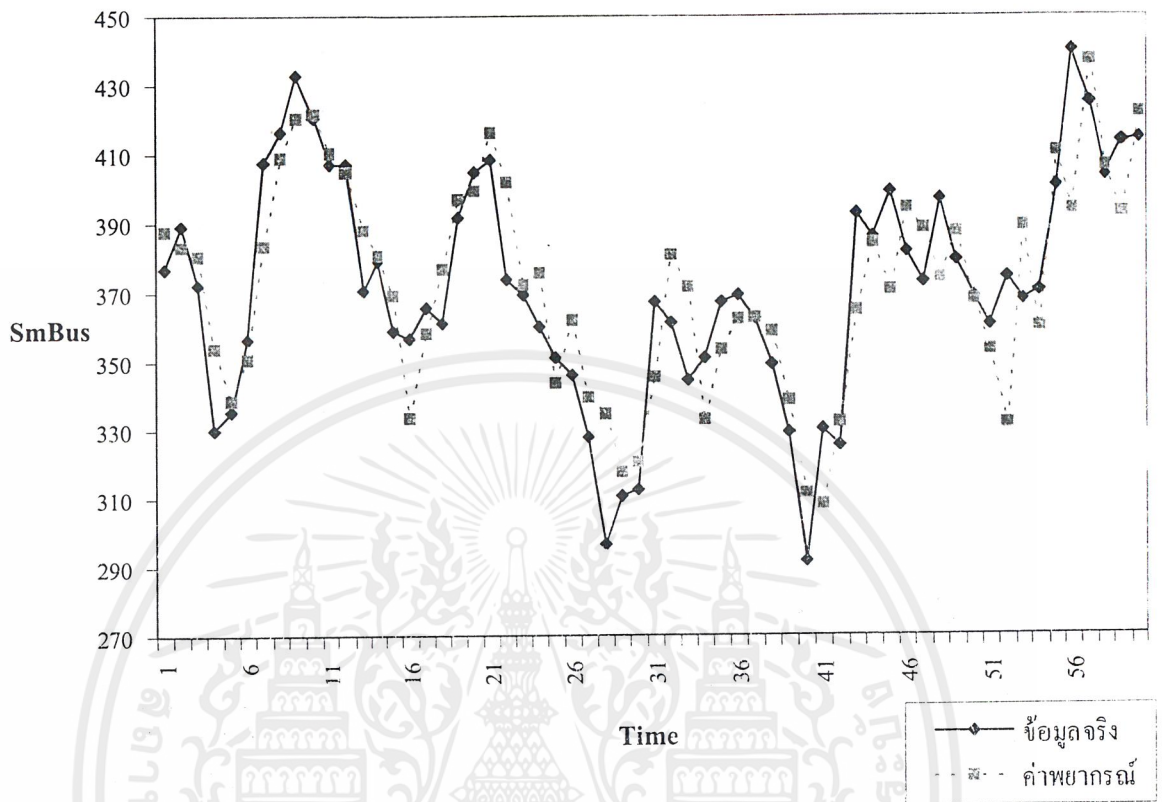
### 3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 10 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก



รูปที่ 11 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก



รูปที่ 12 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
 ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 301.8

ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1 - \Phi_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ ARMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก คือ

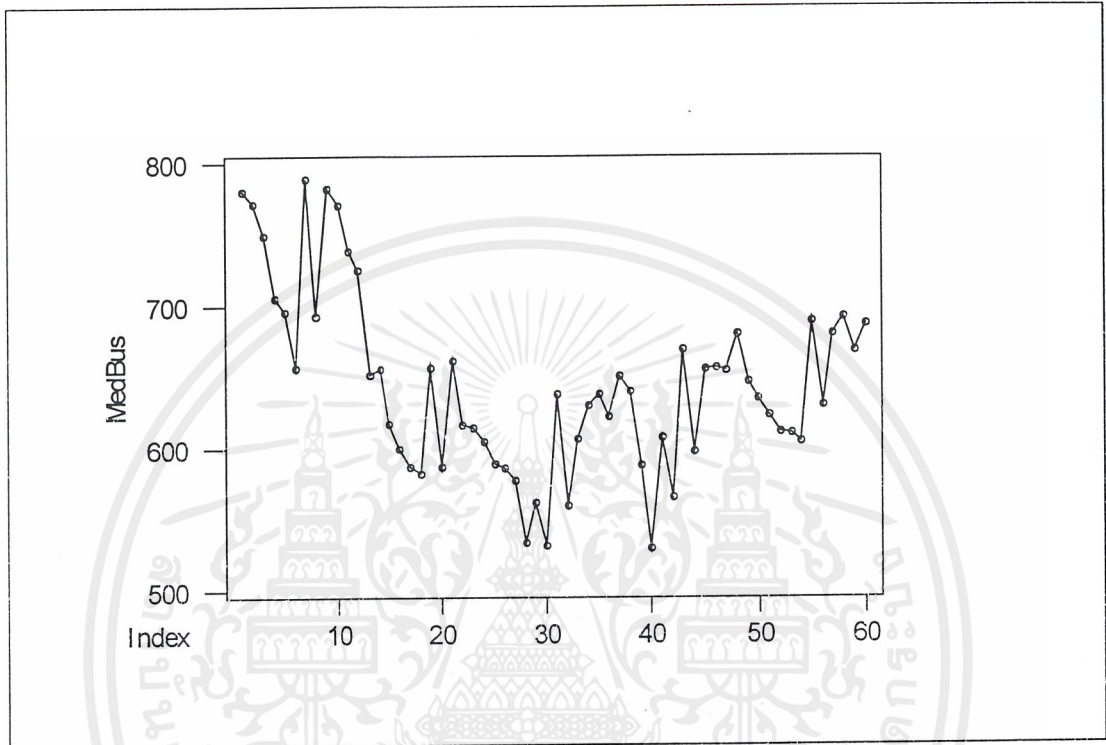
$$(1 - 0.7835B)X_t = 26.228 + (1 - 0.6835B^{12})a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็กด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้  
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาคด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ทอมนการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	757.978	เมื่อกำหนดทอมนการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	482.146	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.985$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	301.8	ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0) <sub>12</sub>

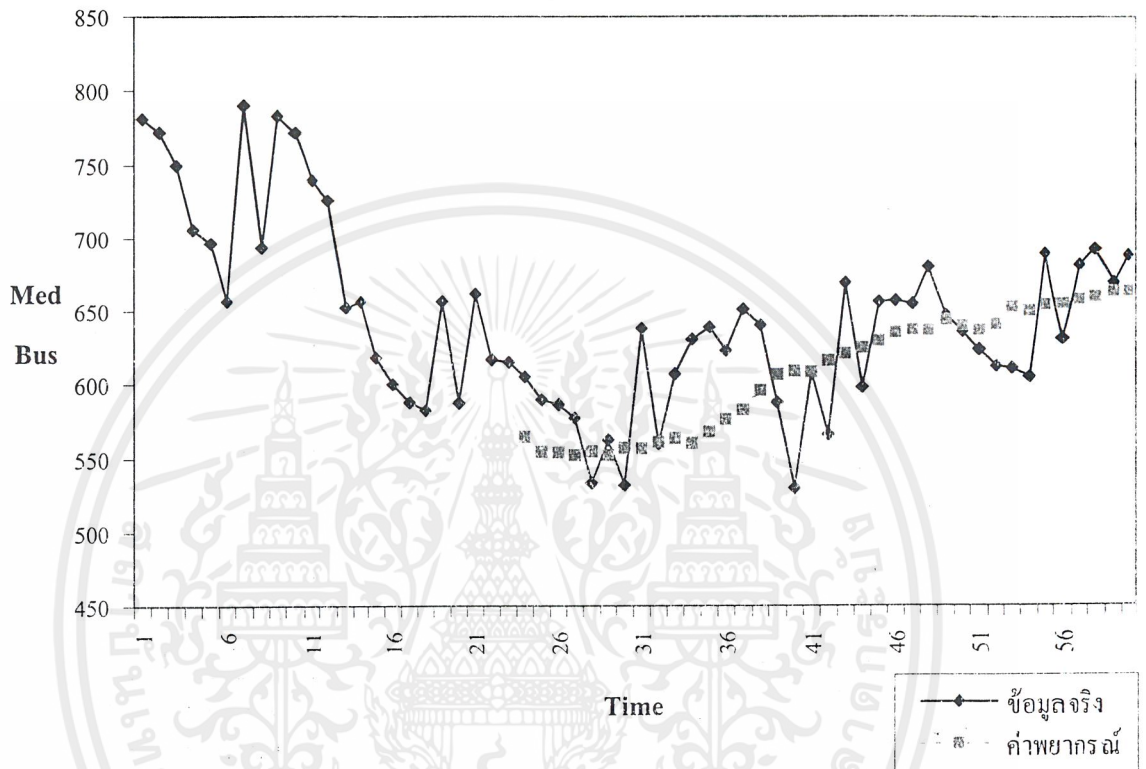
จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 301.8

#### 4.1.3 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง



รูปที่ 13 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)

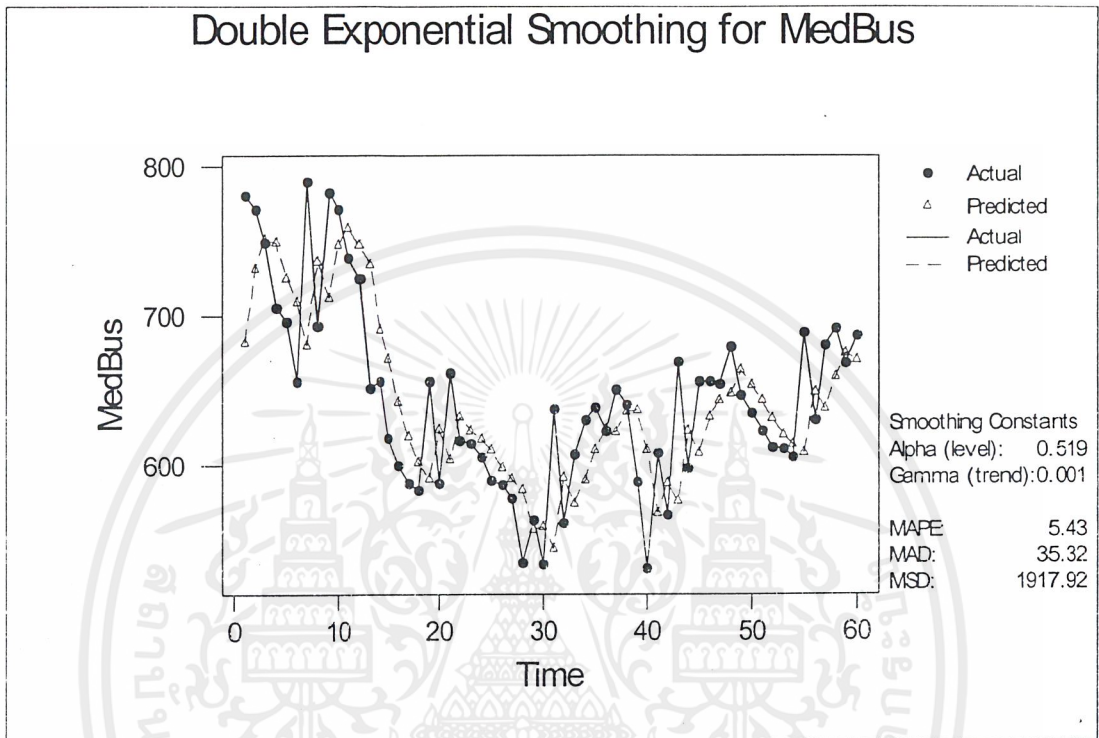


รูปที่ 14 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Double

Moving Average Smoothing เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 1548.855

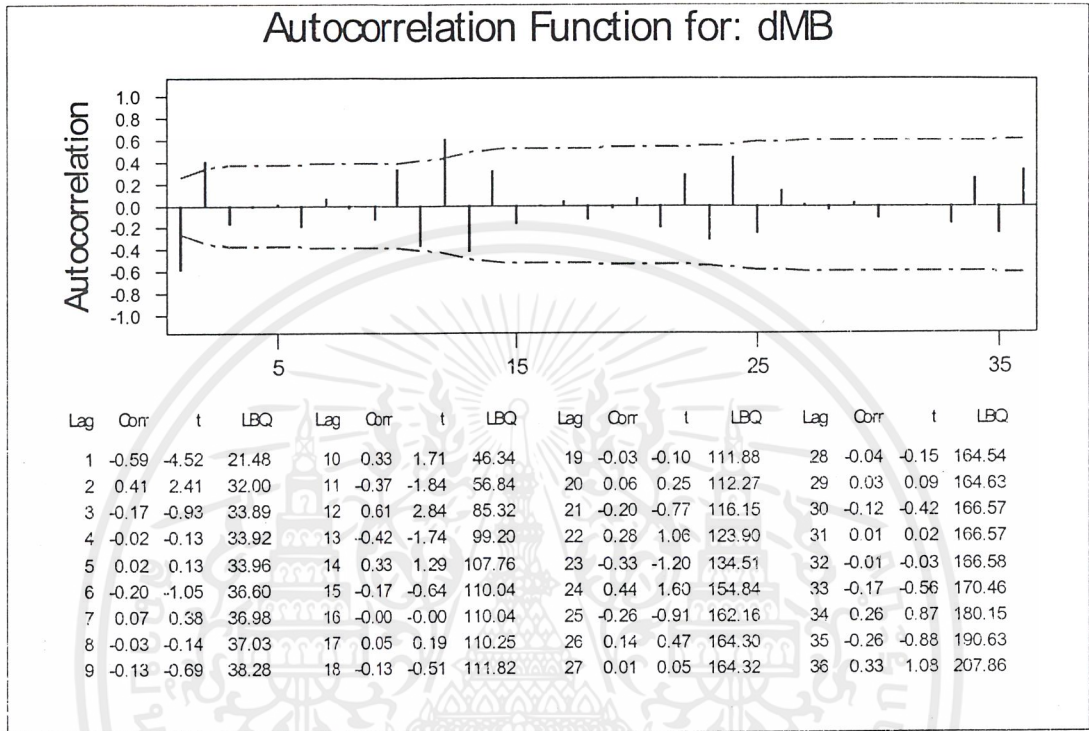
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



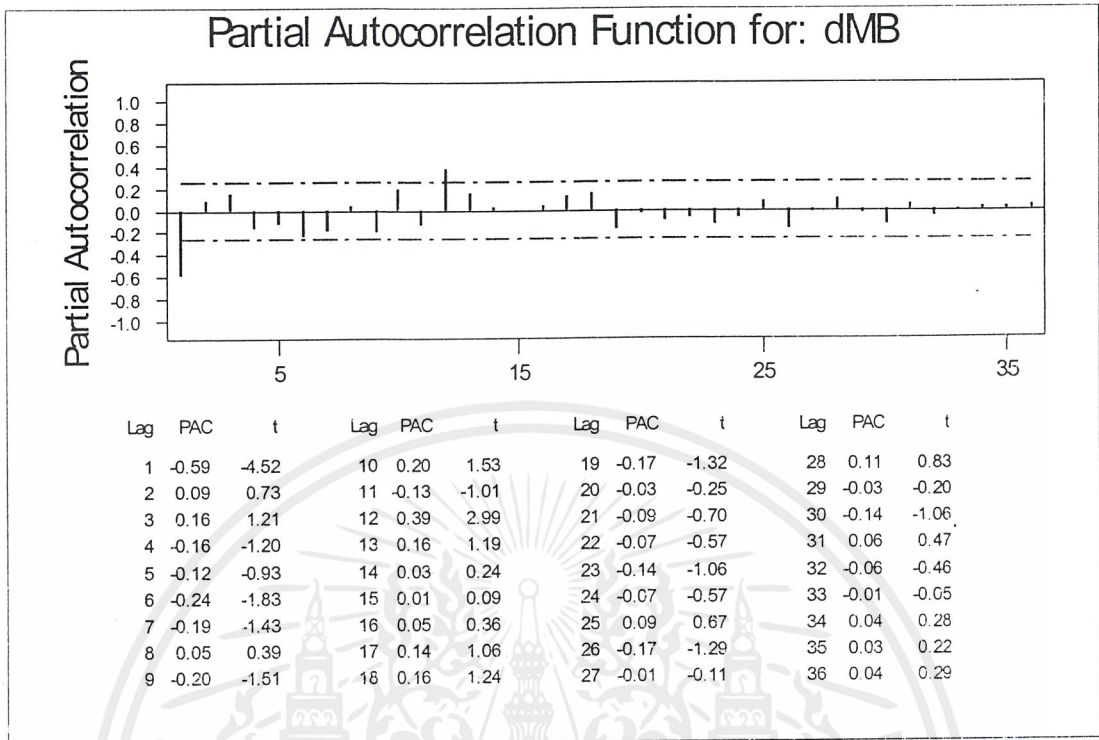
รูปที่ 15 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี Double Exponential Smoothing ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.519 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 1917.2

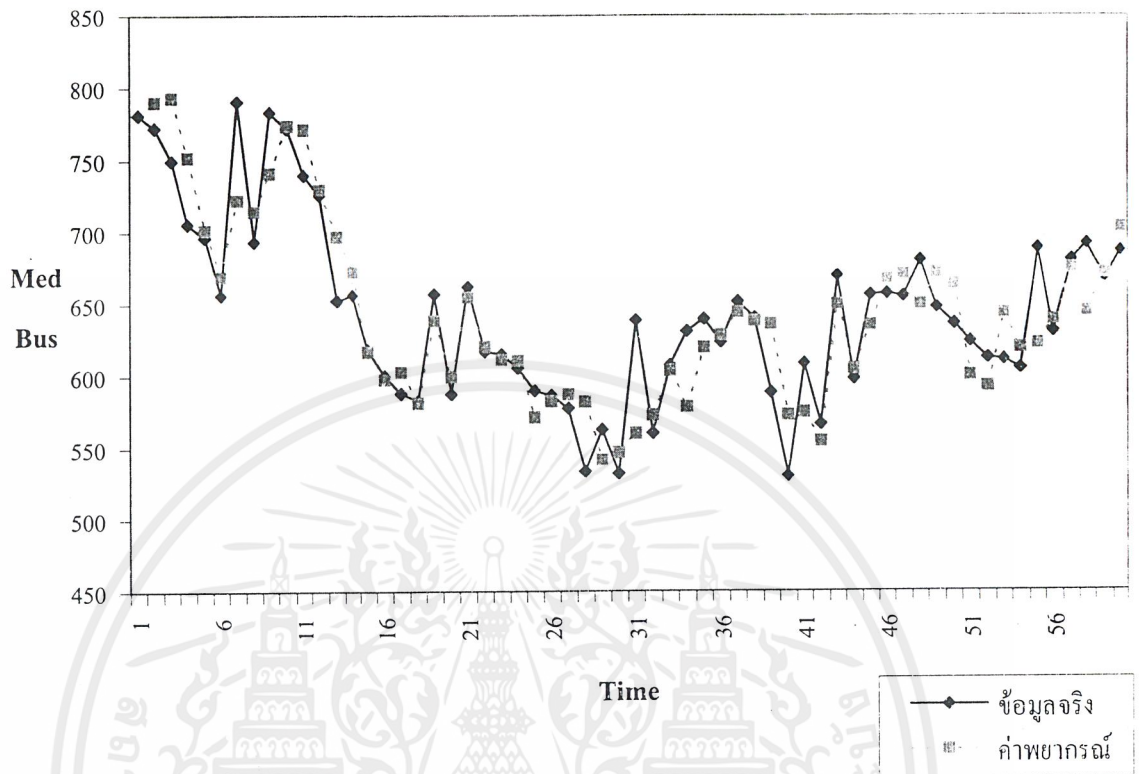
### 3. การวิเคราะห์ห่ออนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 16 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างครั้งที่ 1 ( $d = 1$ ) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณ ไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง



รูปที่ 17 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างครั้งที่ 1 ( $d = 1$ ) ที่ระยะ  
เวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง



รูปที่ 18 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
 ตัวแบบ ARIMA  $(1,1,0)(0,0,1)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA (1,1,0)(0,0,1)<sub>12</sub> ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 788.3985

ตัวแบบ ARIMA (1,1,0)(0,0,1)<sub>12</sub> มีสมการดังนี้

$$(1-B)(1-\phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1-\Theta_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ ARIMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง คือ

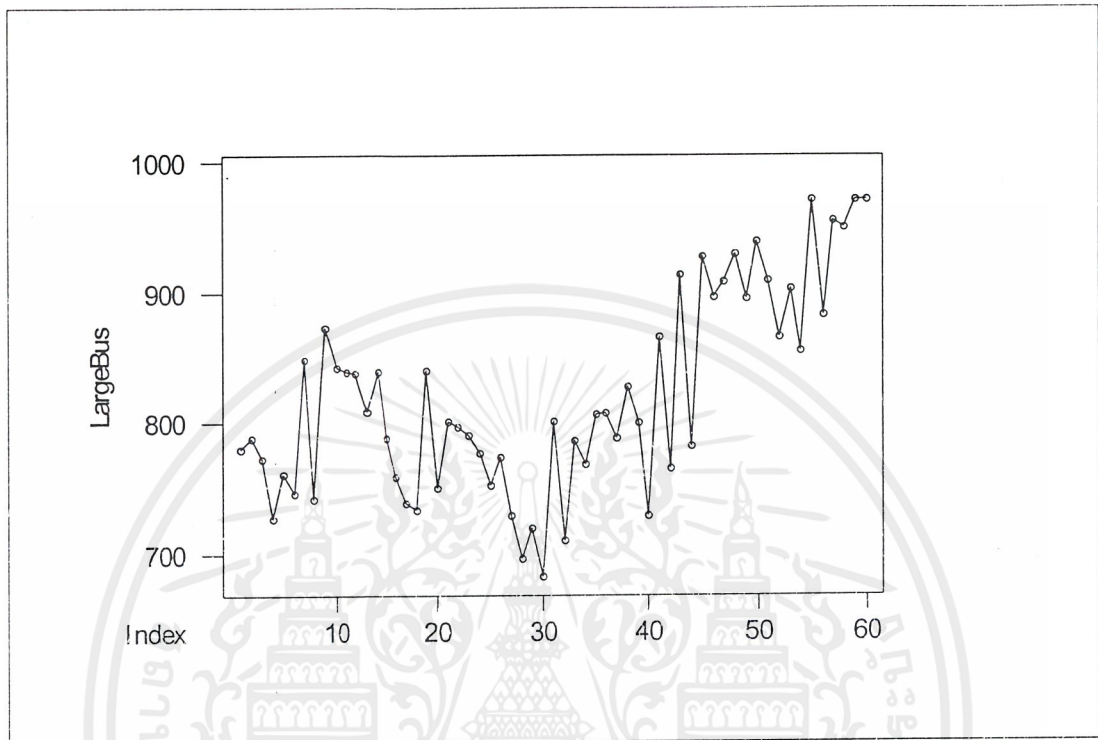
$$(1-B)(1+0.5075B)X_t = -2.439 + (1+0.8182B^{12})a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลางด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้  
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เงื่อนไขการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	1548.855	เมื่อกำหนดเงื่อนไขการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	1917.92	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.519$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	788.3985	ตัวแบบ ARIMA (1,1,0)(0,0,1) <sub>12</sub>

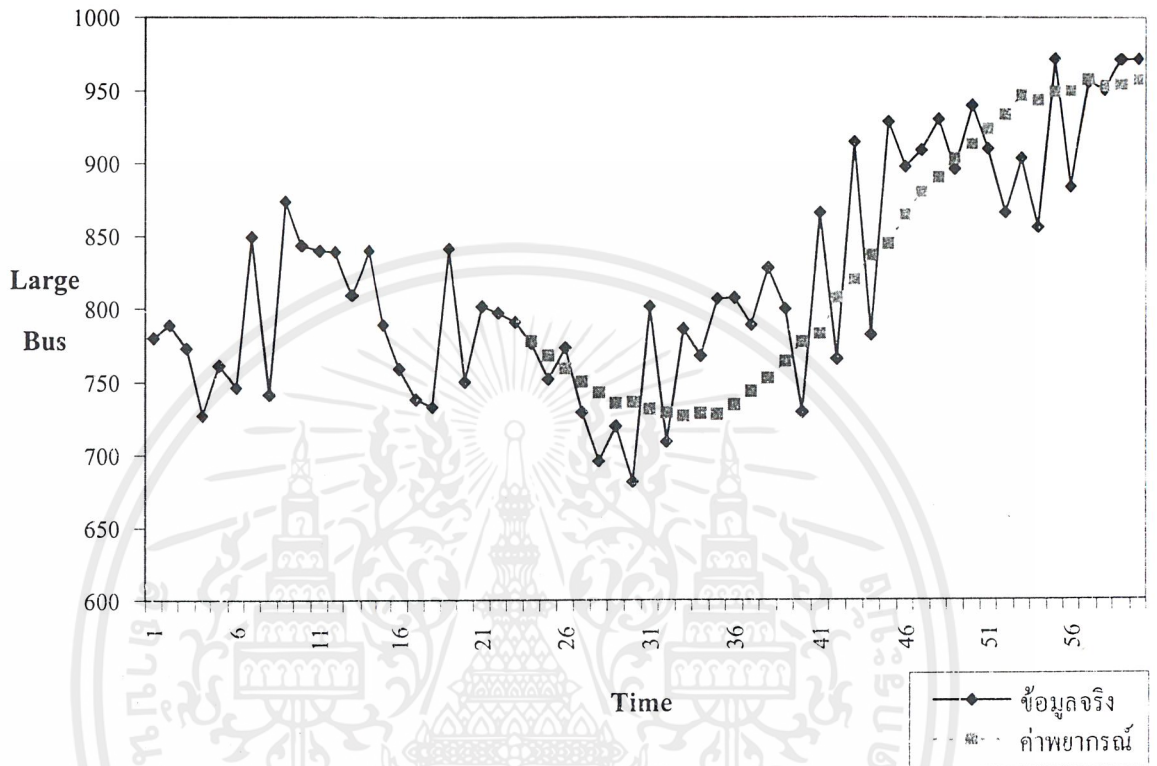
จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 788.3985

#### 4.1.4 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 19 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

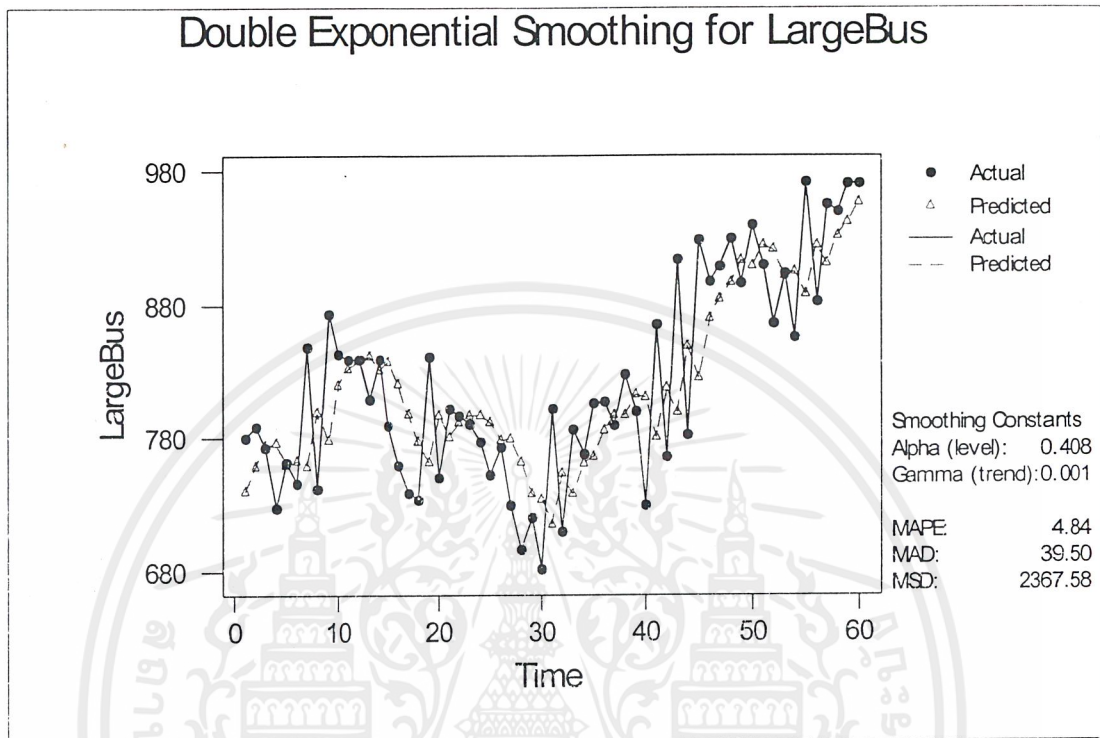
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 20 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 2462.391

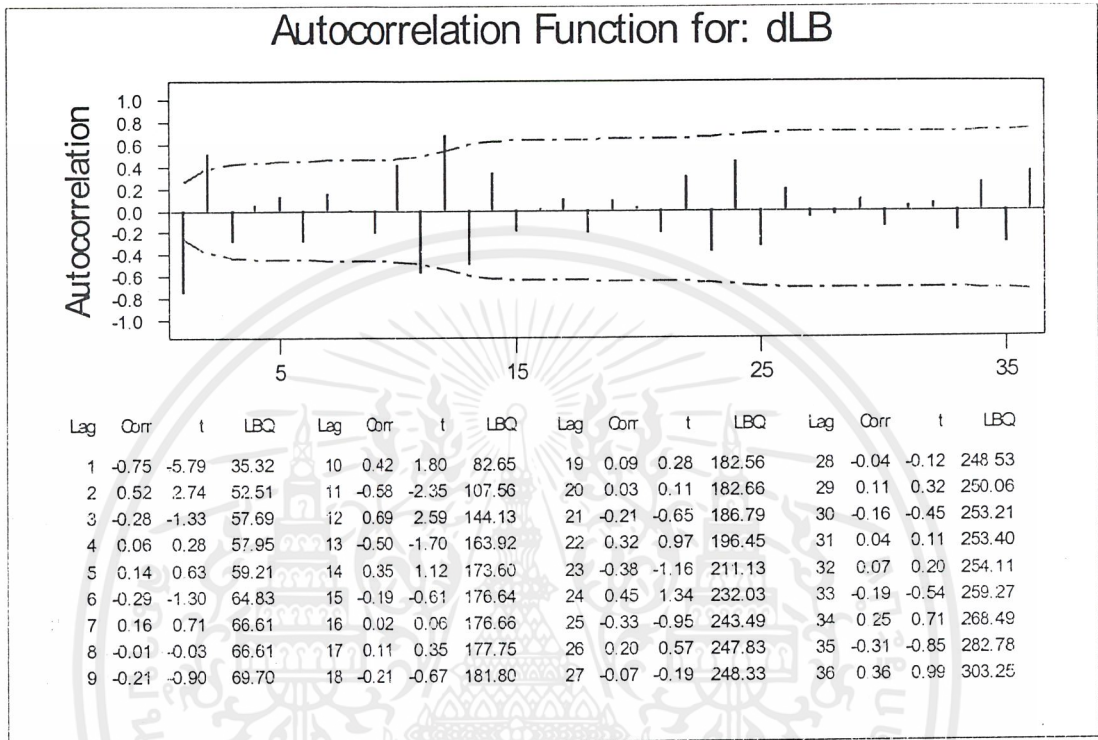
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



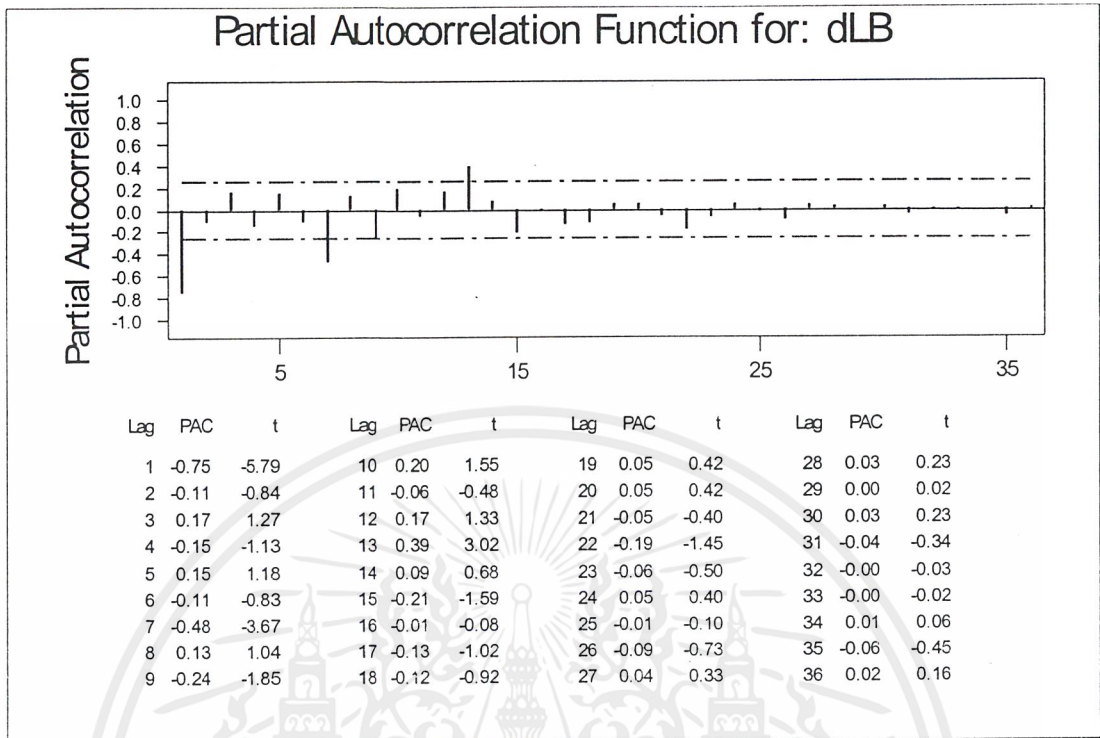
รูปที่ 21 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.408 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 2367.58

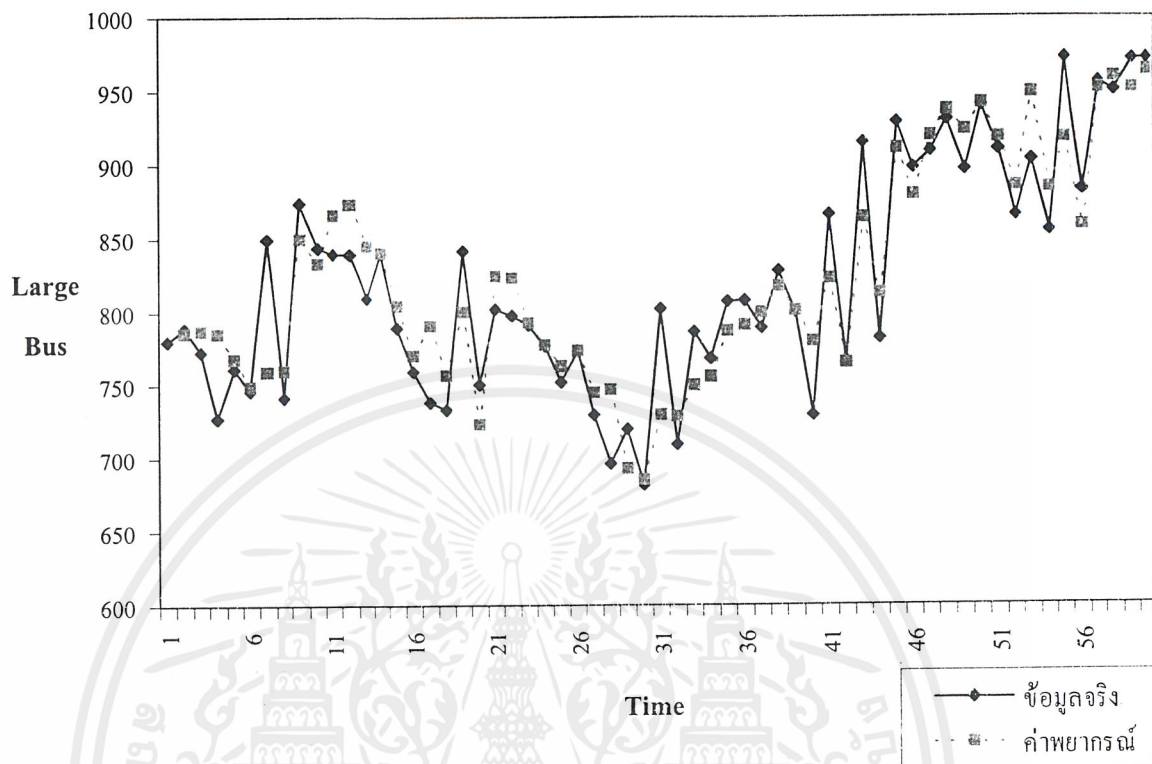
### 3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 22 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างครั้งที่ 1 ( $d = 1$ ) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 23 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างครั้งที่ 1 ( $d = 1$ ) ที่ระยะเวลาดำเนินการต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 24 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
 ตัวแบบ ARIMA (0,1,2)(0,0,1)<sub>12</sub>

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA (0,1,2)(0,0,1)<sub>12</sub> ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 873.0803

ตัวแบบ ARIMA (0,1,2)(0,0,1)<sub>12</sub> มีสมการดังนี้

$$(1 - B)X_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)(1 - \phi_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ ARIMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ คือ

$$(1 - B)X_t = 4.085 + (1 - 0.8227B + 0.5333 B^2)(1 + 0.7958B^{12})a_t$$

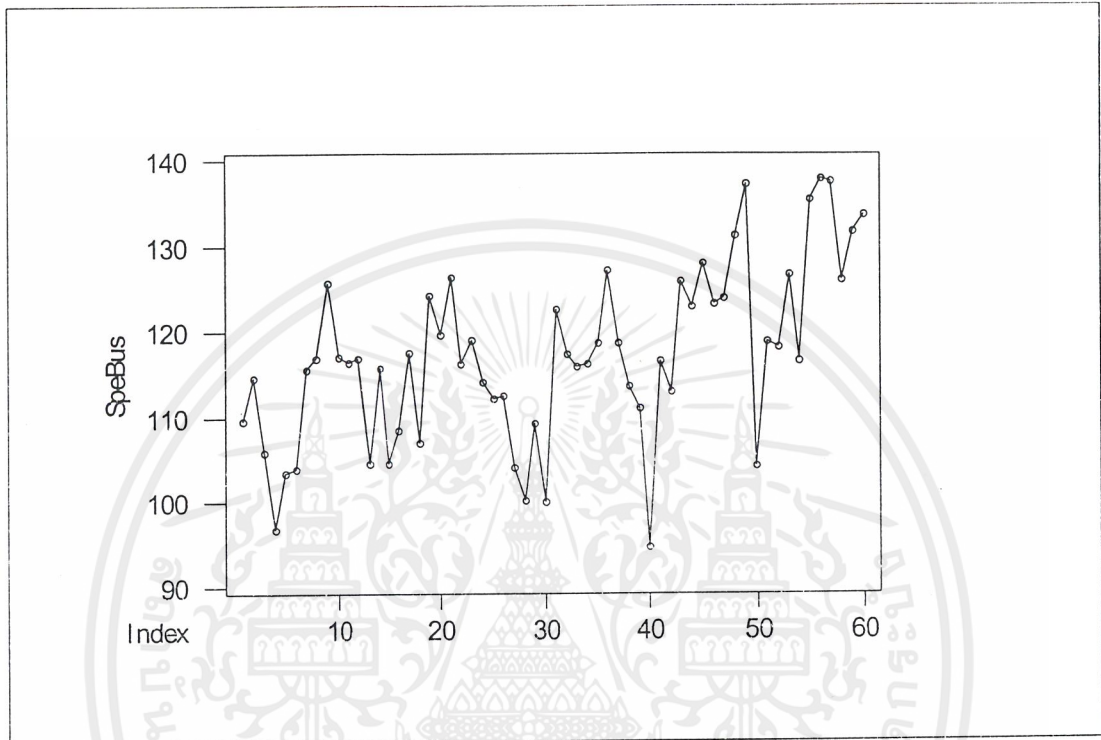
สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เทอมการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	2462.391	เมื่อกำหนดเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	2367.58	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.408$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	873.0803	ตัวแบบ ARIMA (0,1,2)(0,0,1) <sub>12</sub>

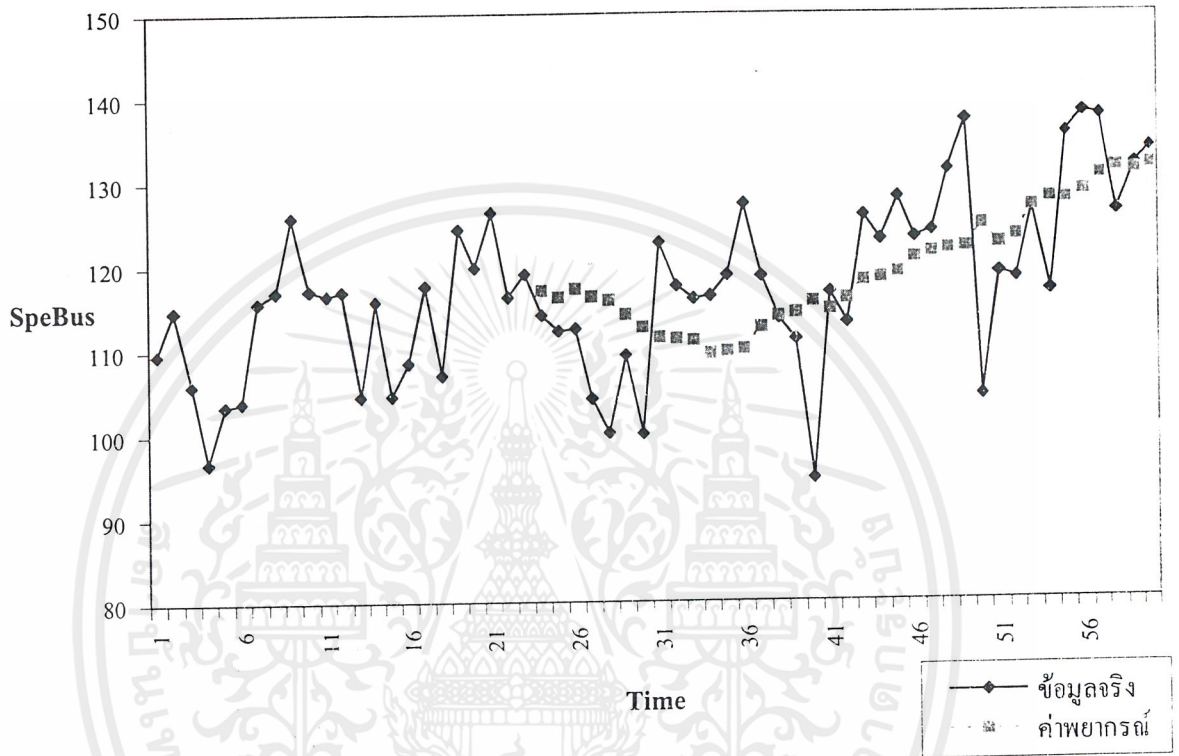
จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 873.0803

#### 4.1.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 25 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

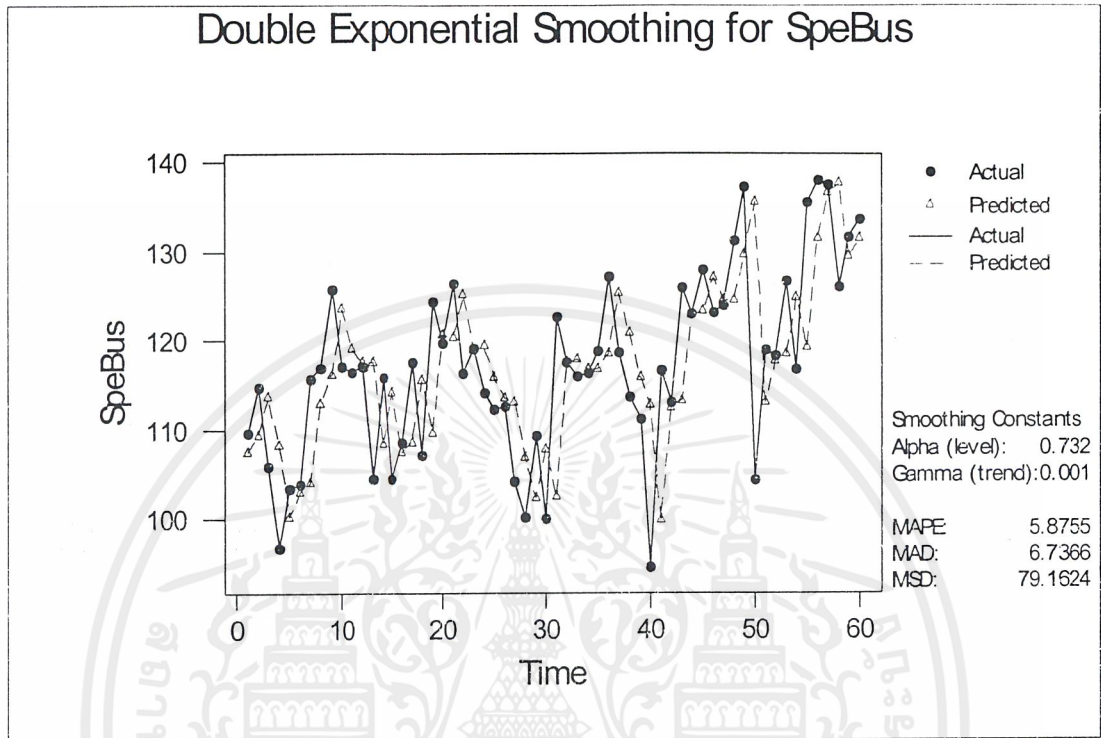
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 26 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 82.565

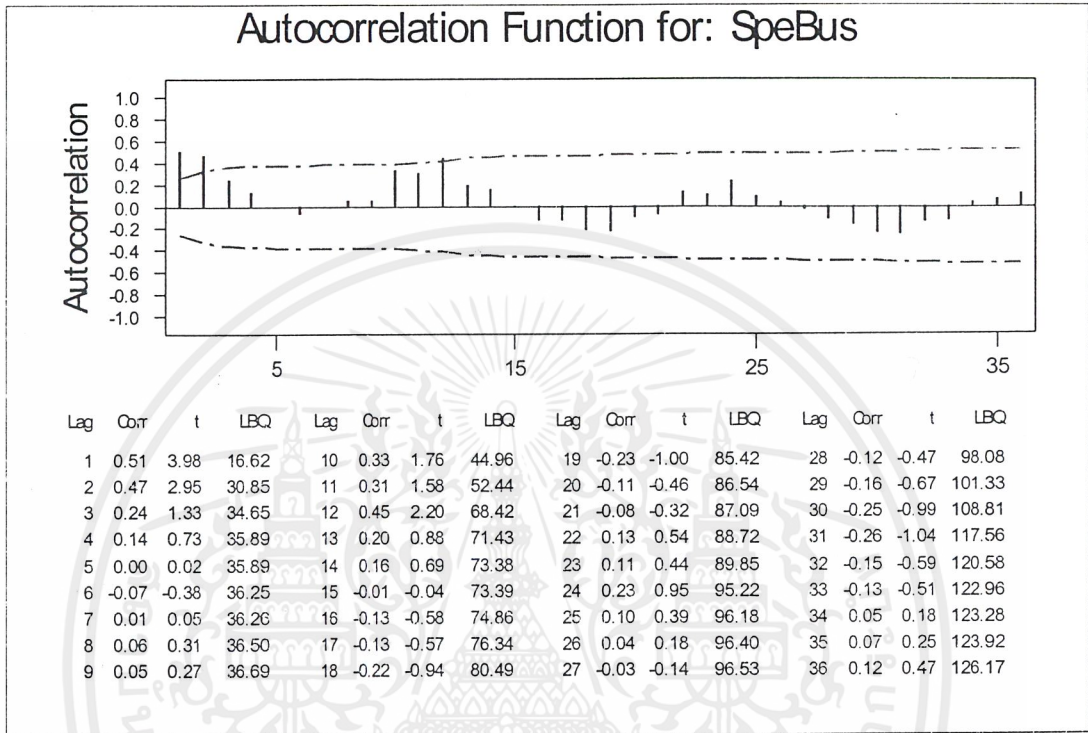
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



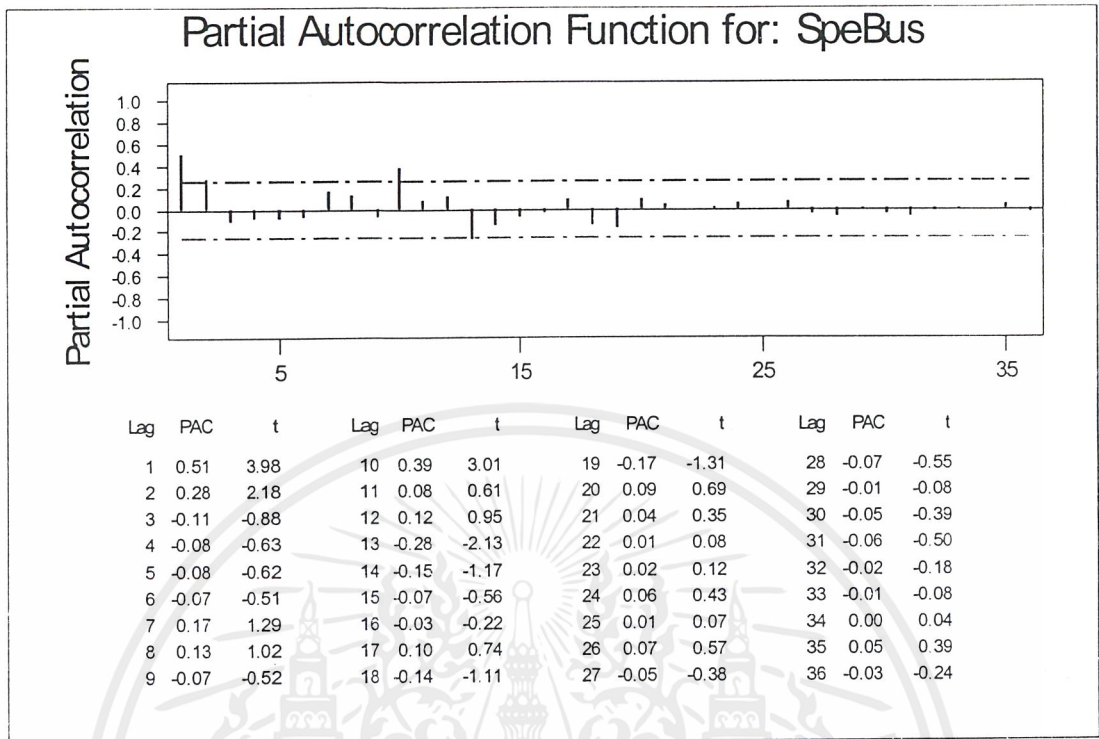
รูปที่ 27 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Exponential Smoothing ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.732 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 79.1624

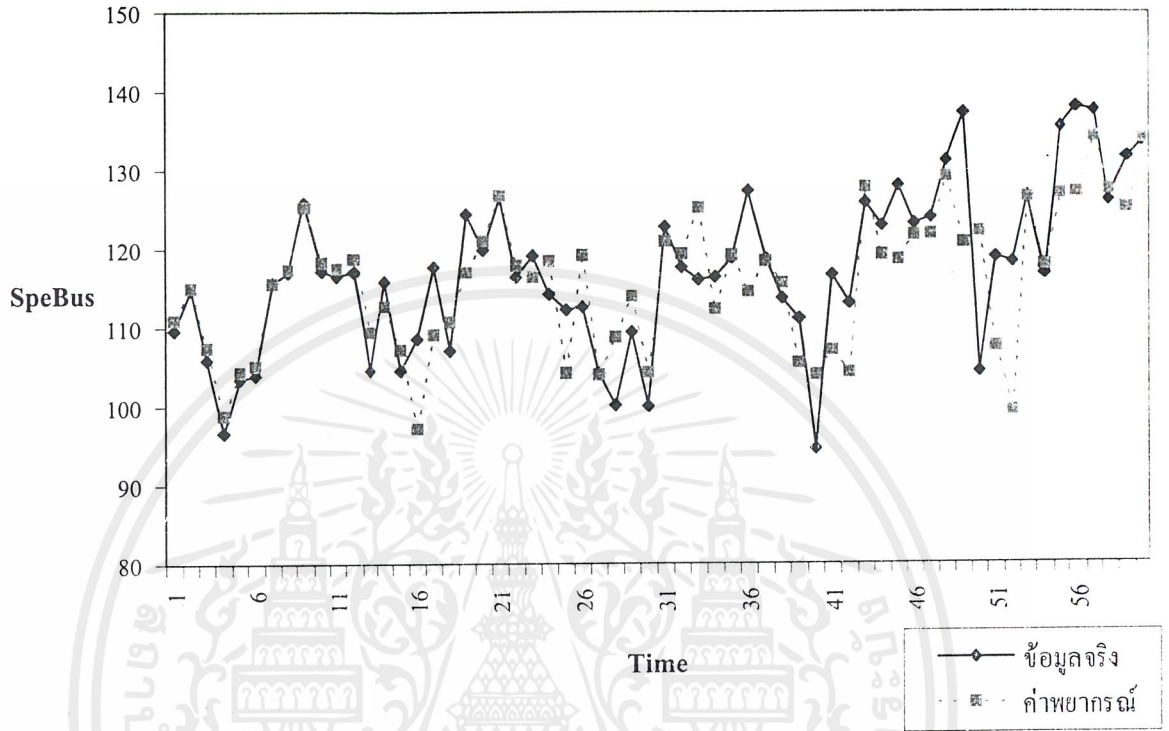
### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนนินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 28 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 29 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน  
ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 30 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub>

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 45.3

ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1 - \Phi_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ ARMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง คือ

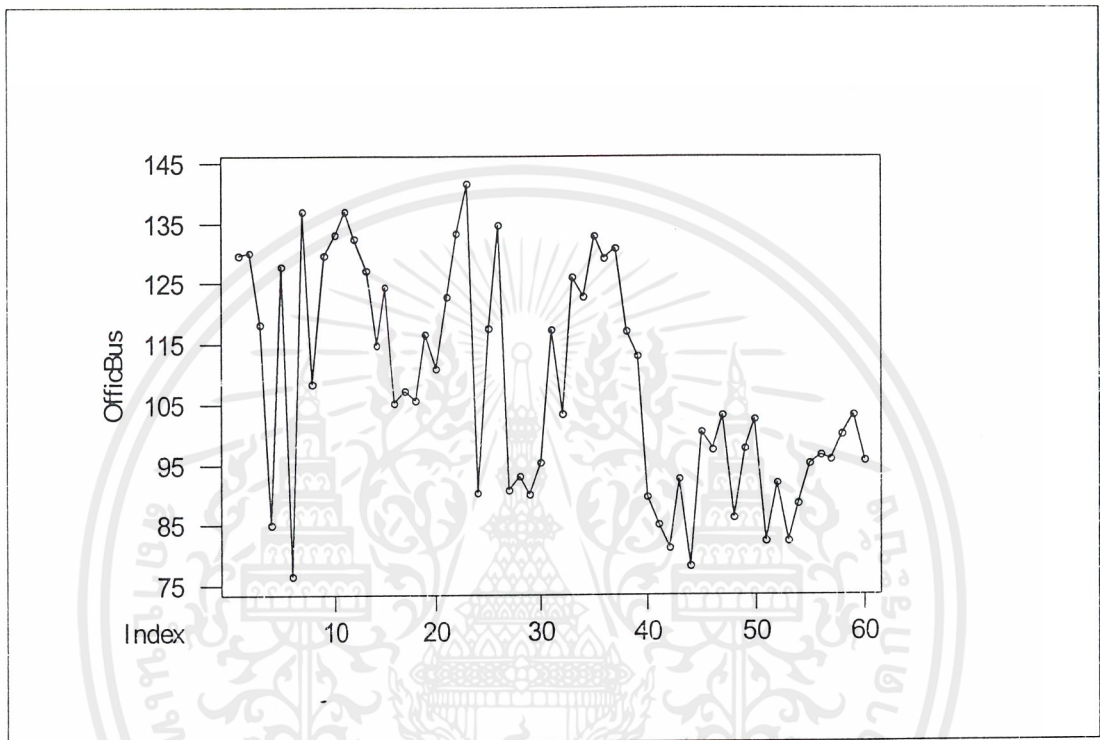
$$(1 - 0.436B)X_t = 4.156 + (1 - 0.9401B^{12})a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่างด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้ ตารางที่ 7 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ทอมการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง	82.565	เมื่อกำหนดทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	79.1624	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.732$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์	45.3	ตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0) <sub>12</sub>

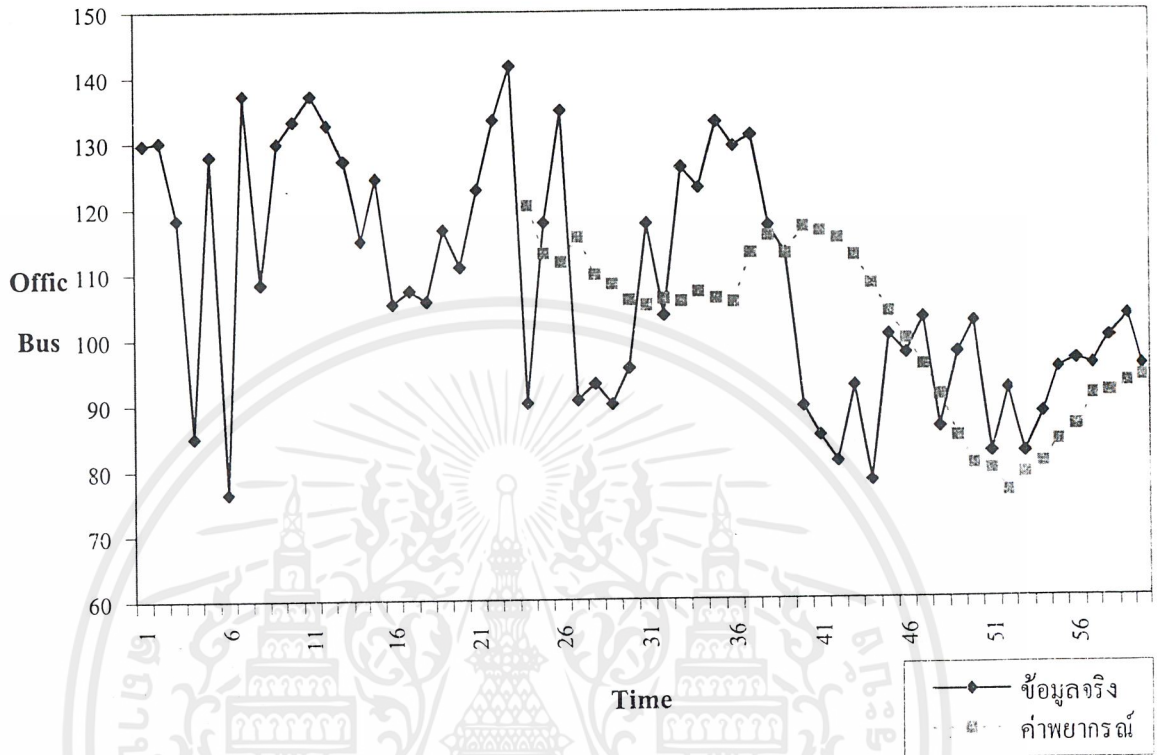
จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 45.3

#### 4.1.6 การวิเคราะห์ห่ออนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร



รูปที่ 31 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

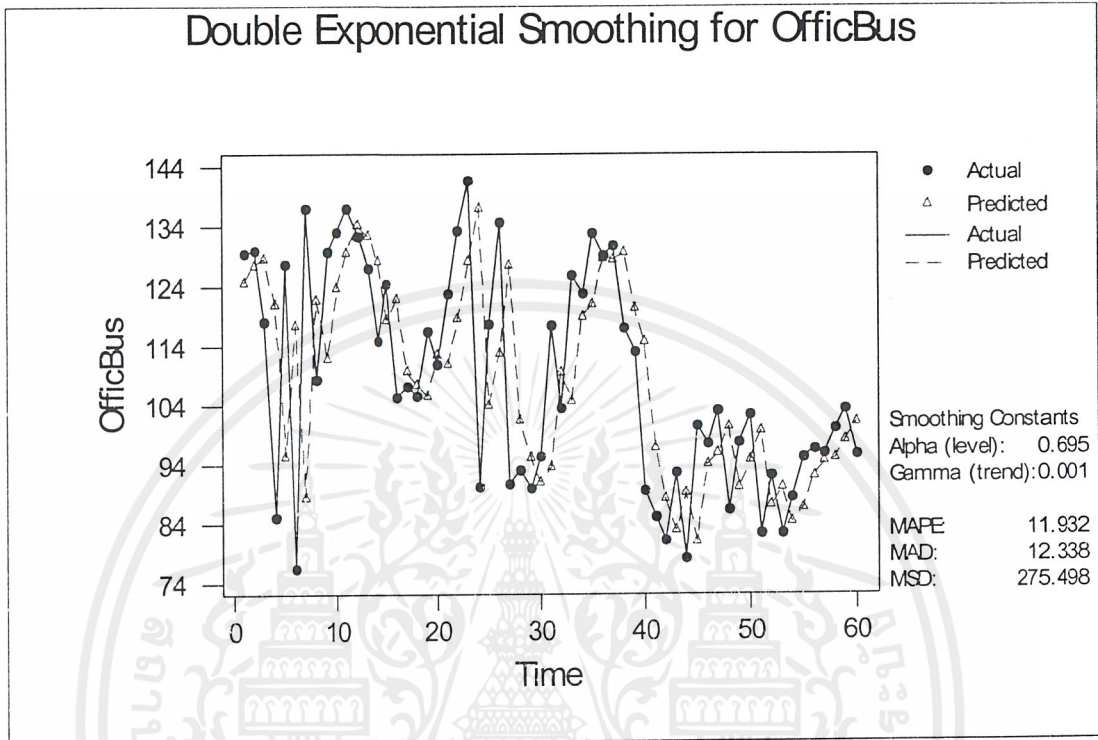
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 32 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำหนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 295.48

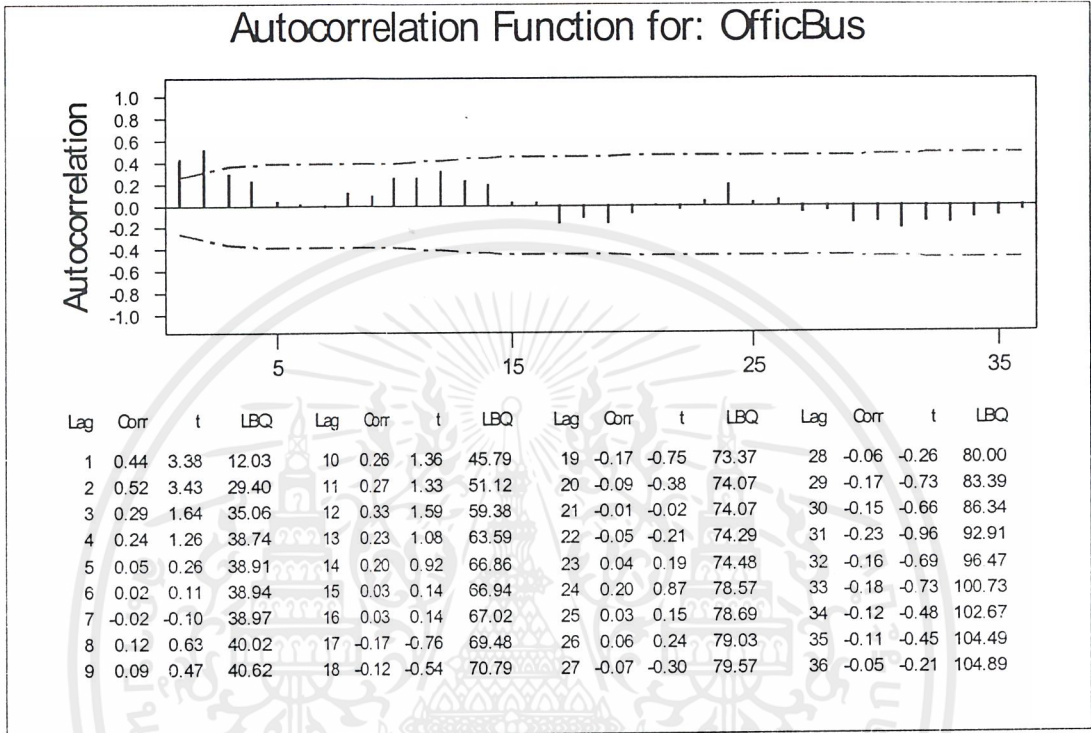
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



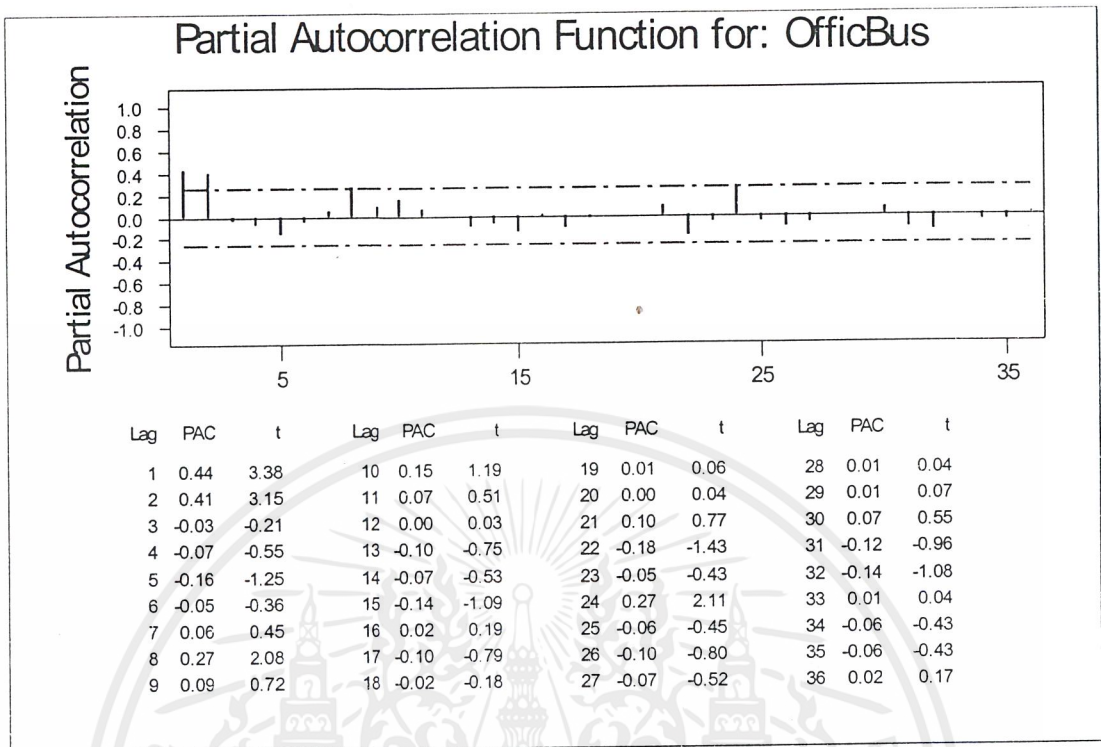
รูปที่ 33 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทรถราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.695 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 275.498

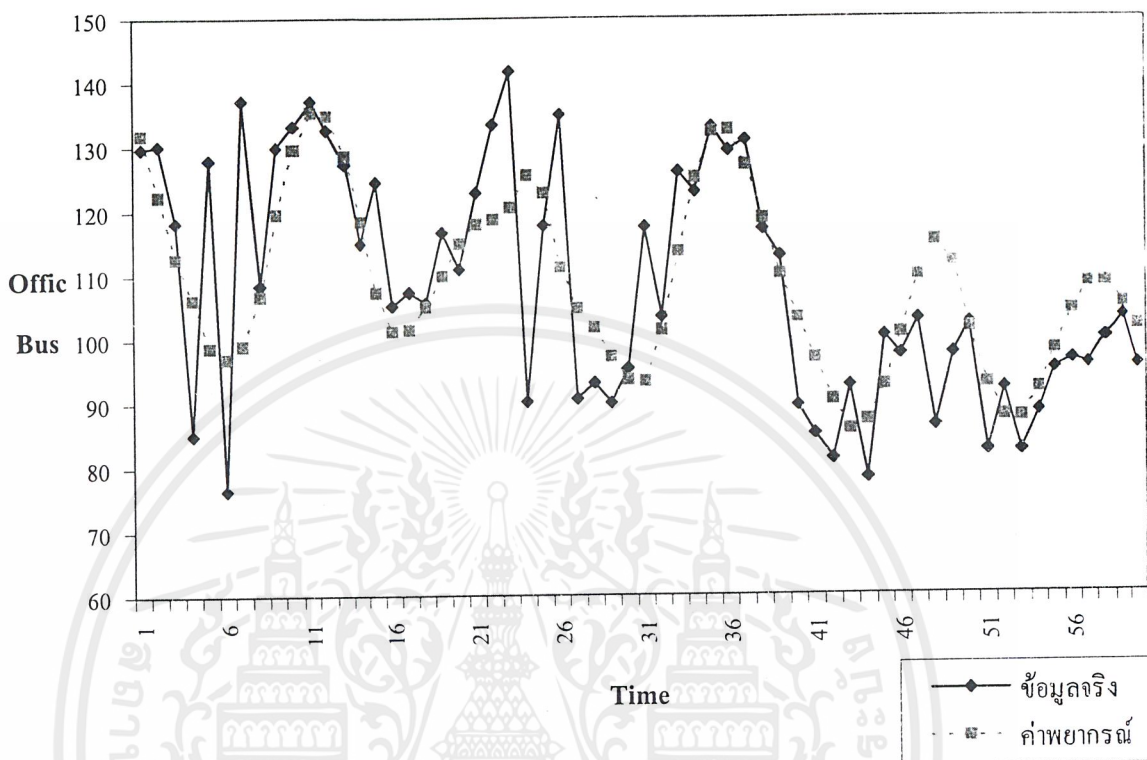
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 34 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorreration) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร



รูปที่ 35 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร



รูปที่ 36 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 ตัวแบบ ARMA (2,2)

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARMA (2,2) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 175.93  
ตัวแบบ ARMA (2,2) มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)X_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)a_t$$

ตัวแบบ ARMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร คือ

$$(1 - 1.5817B + 0.8073B^2)X_t = 24.6121 + (1 - 1.4019B + 0.9614B^2)a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไรด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

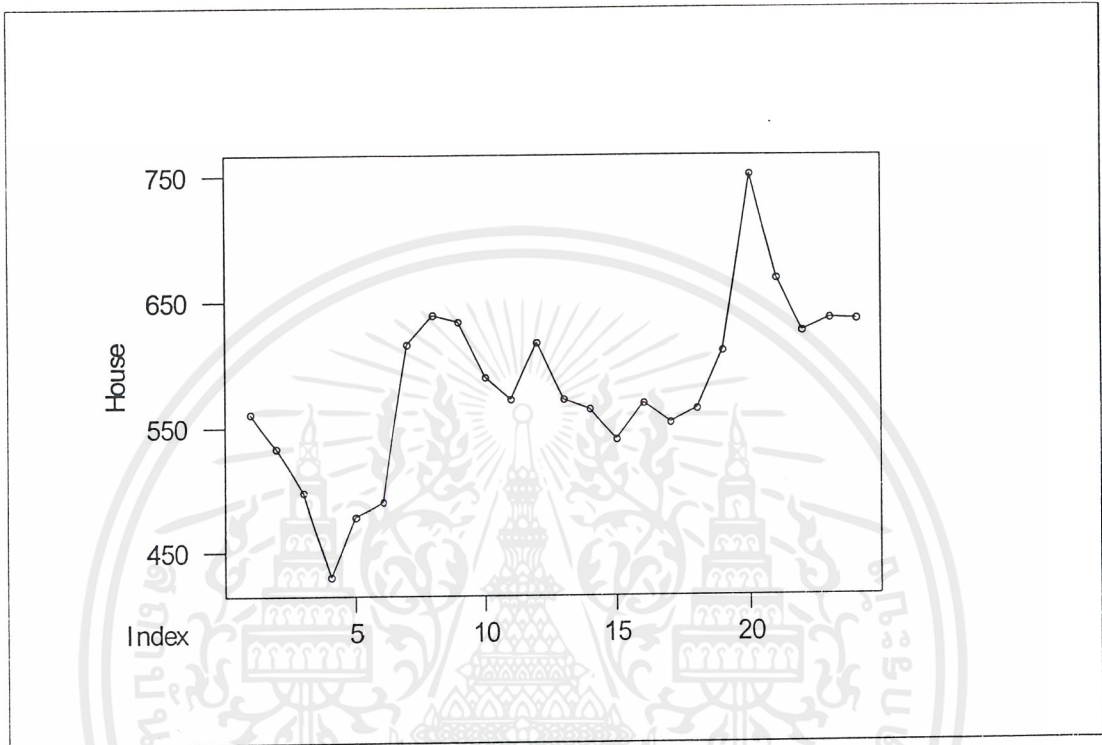
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เทอมการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	295.48	เมื่อกำหนดเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	275.498	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.695$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	175.93	ตัวแบบ ARMA (2,2)

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 175.93

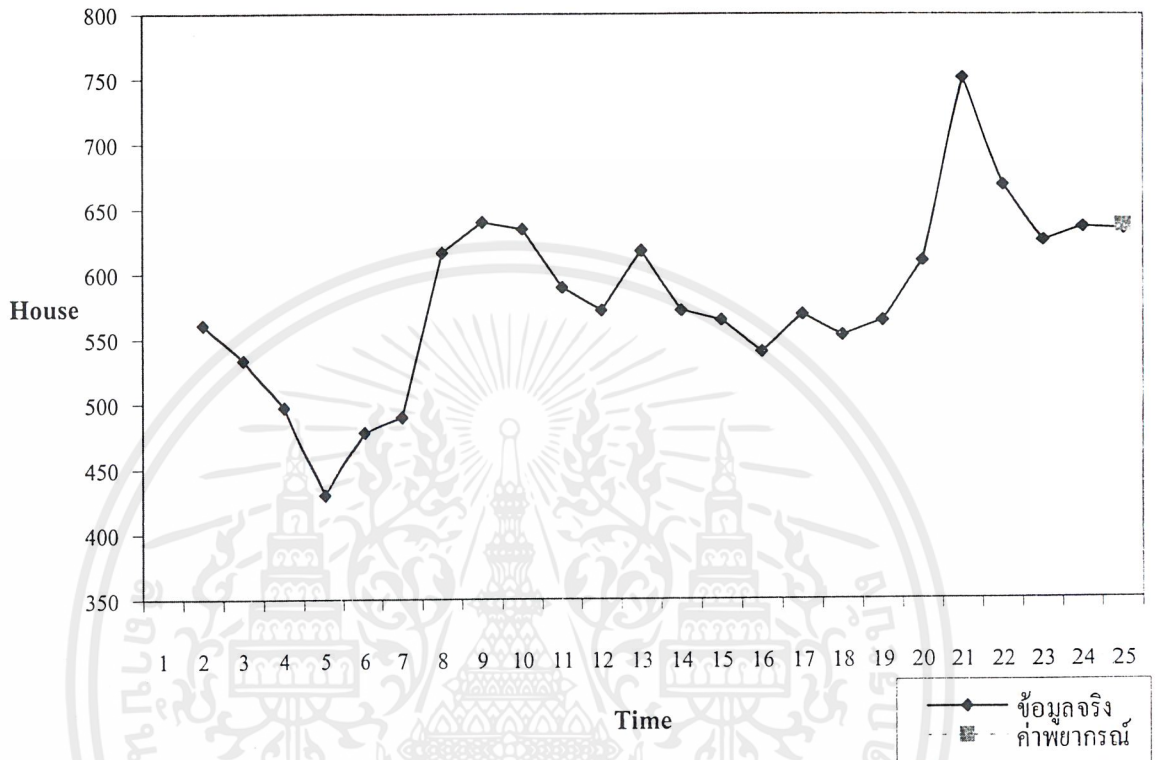
## 4.2 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาระยะเวลา 24 เดือน

### 4.2.1 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 37 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

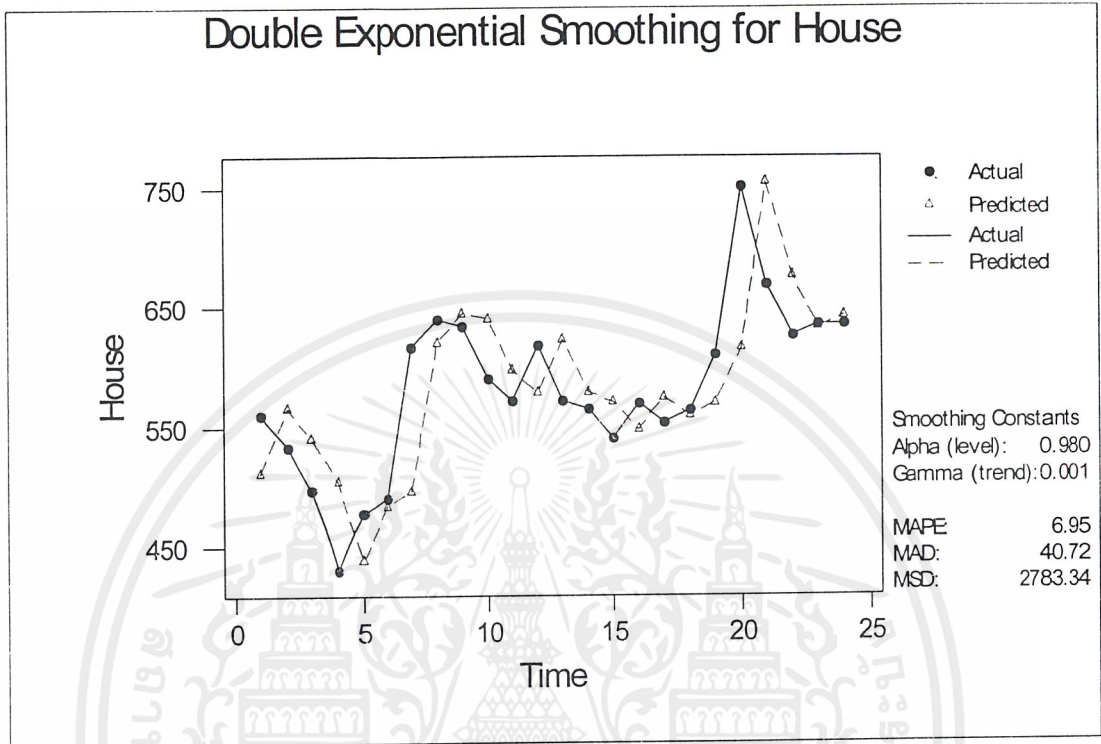
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 38 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 4.96

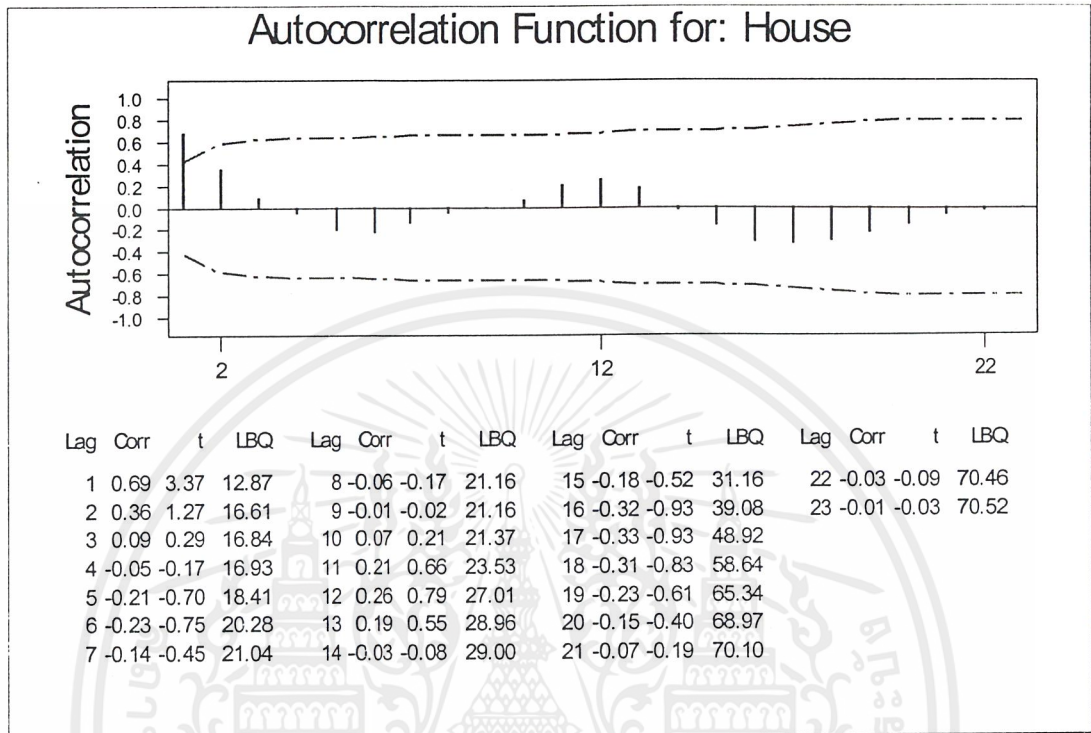
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



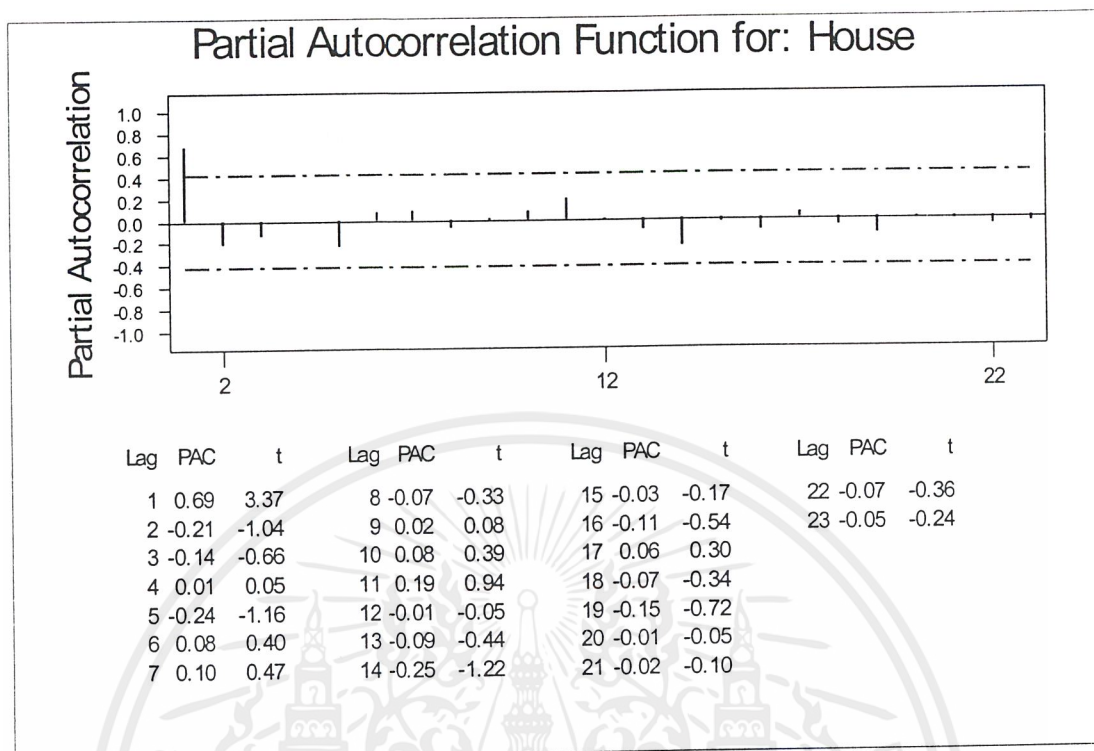
รูปที่ 39 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.980 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 2783.34

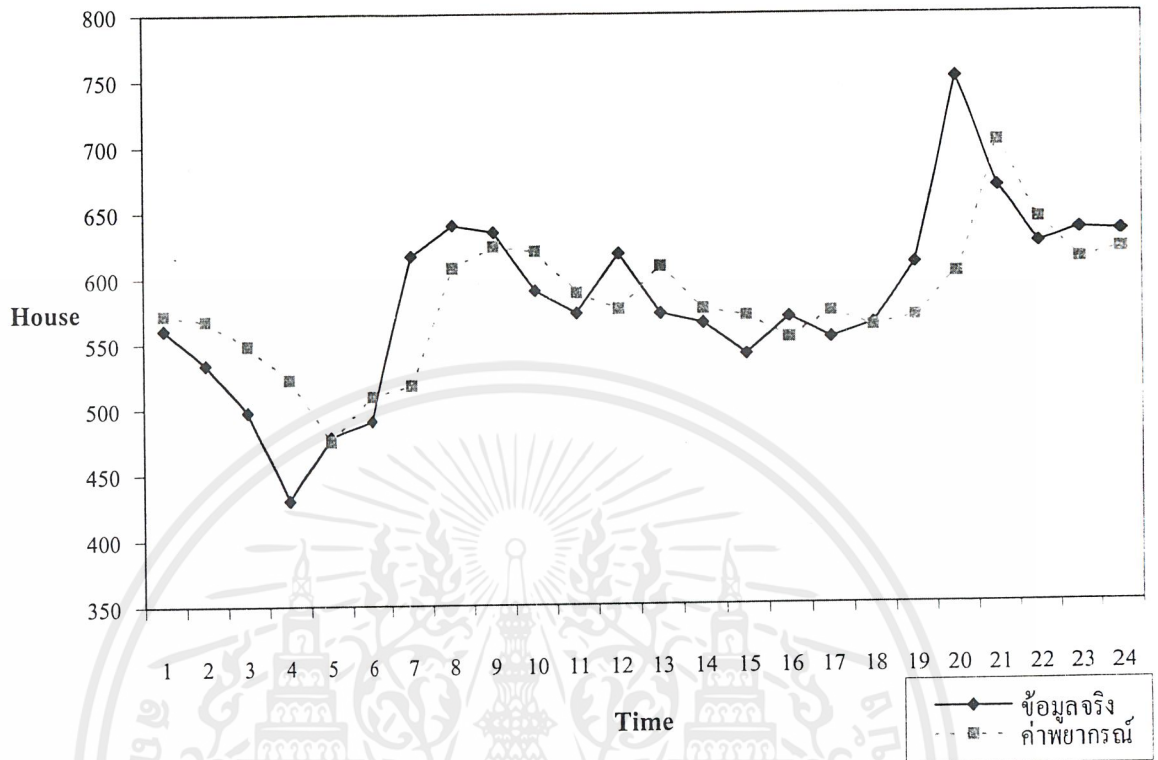
### 3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 40 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 41 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 42 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
ตัวแบบ AR (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ AR (1) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 2519.3

ตัวแบบ AR (1) มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + a_t$$

ตัวแบบ AR สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย คือ

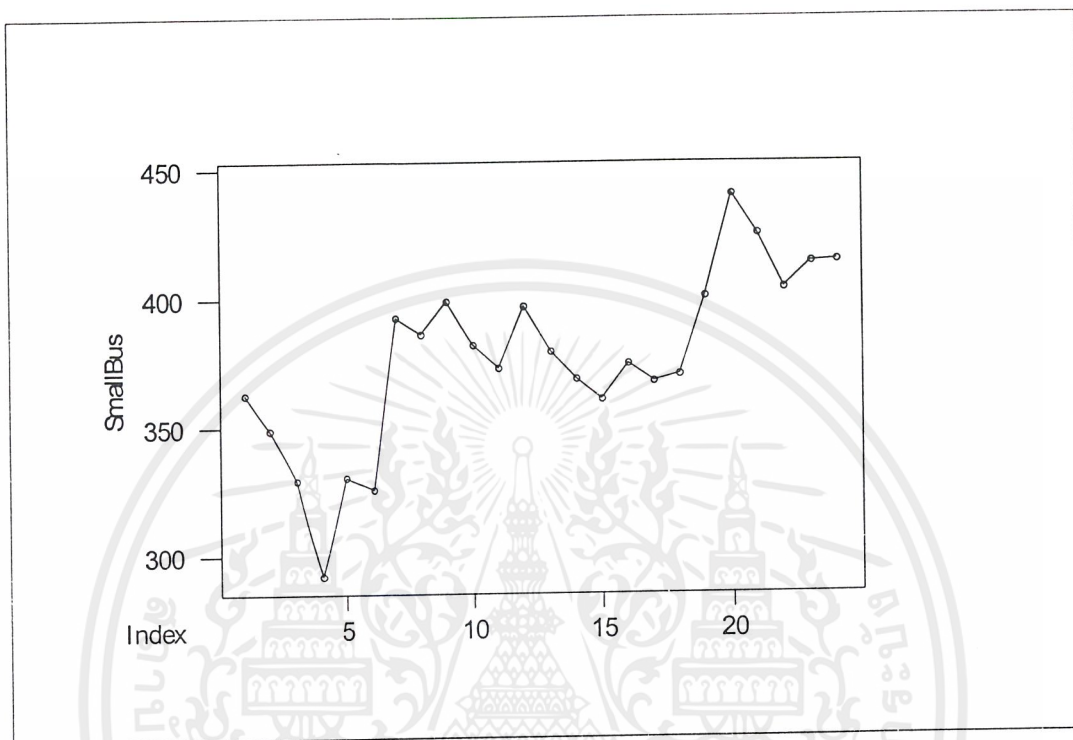
$$(1 - 0.7105B)X_t = 169.03 + a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัยด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้  
ตารางที่ 9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เทอมการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	4.96	เมื่อกำหนดเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ $M = 12$ และ $N = 12$
2. การปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	2783.34	เมื่อกำหนดค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.980$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	2519.3	ตัวแบบ AR (1)

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่เหมาะสมจาก 3 วิธีนี้ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย คือวิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 4.96

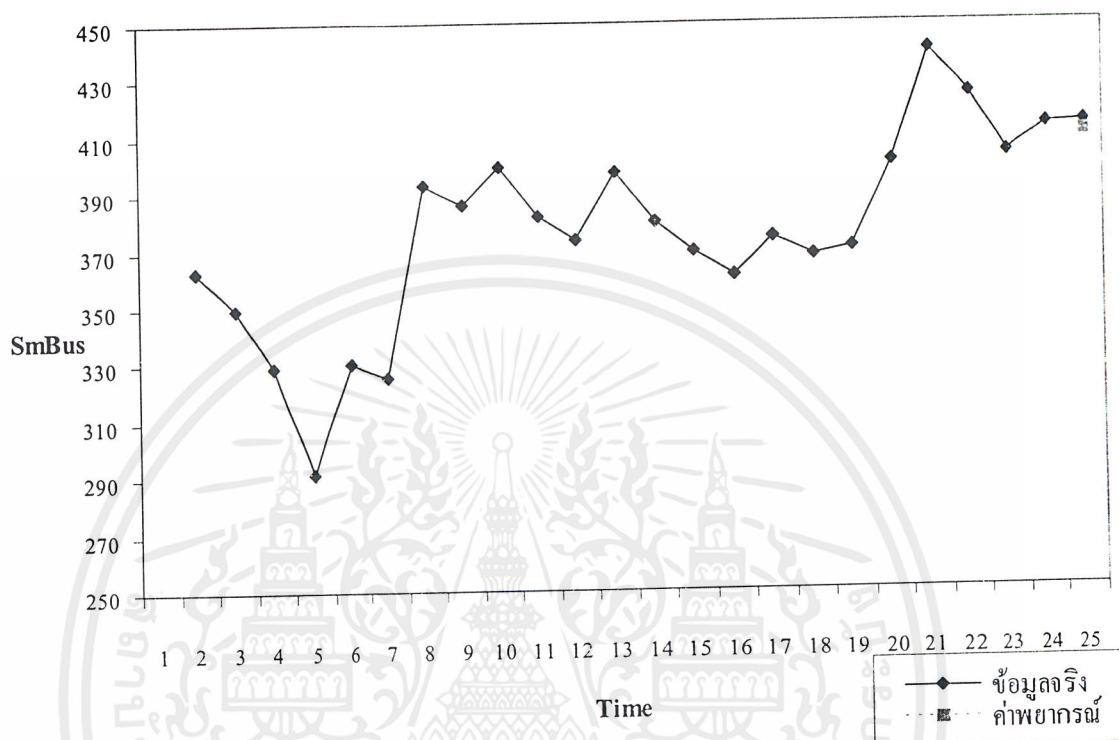
#### 4.2.2 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก



รูปที่ 43 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)

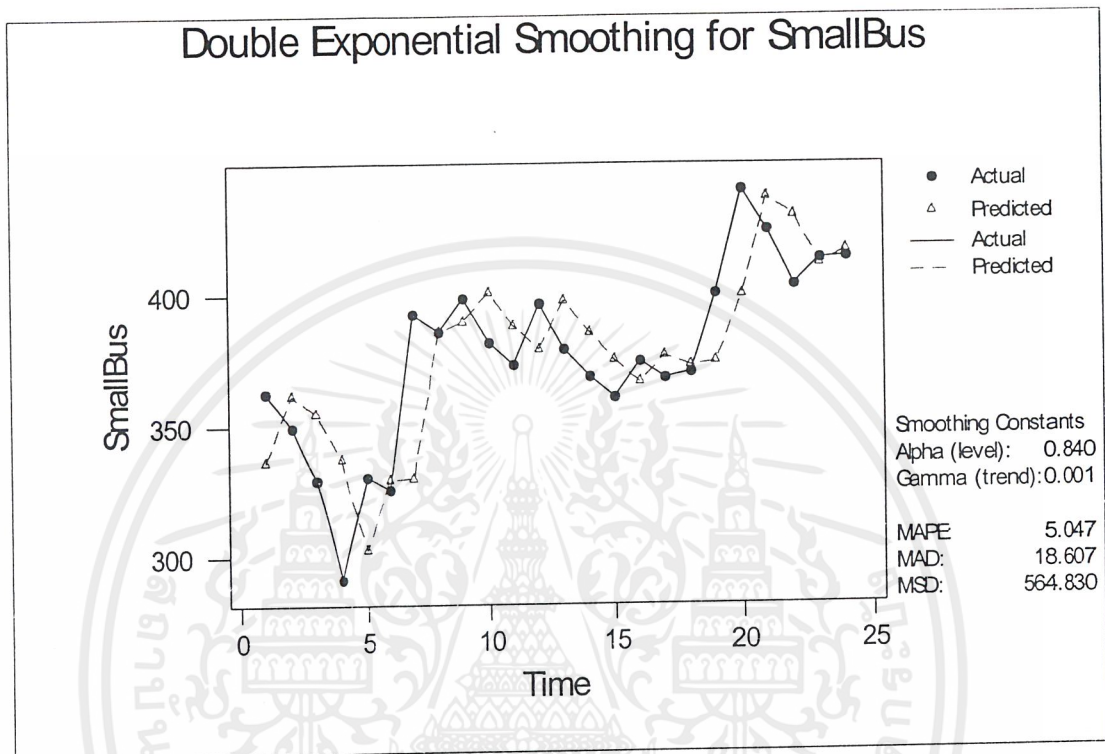


รูปที่ 44 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี Double

Moving Average Smoothing เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ( $MSD$ ) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้  $MSD$  เท่ากับ 13.92

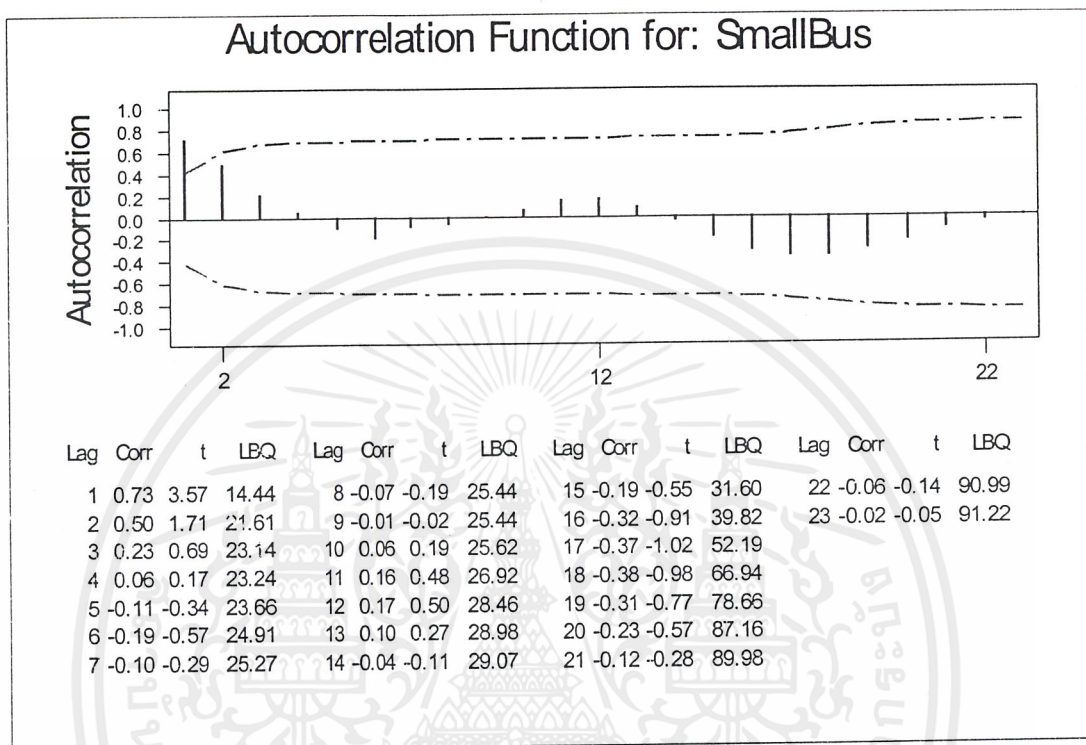
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



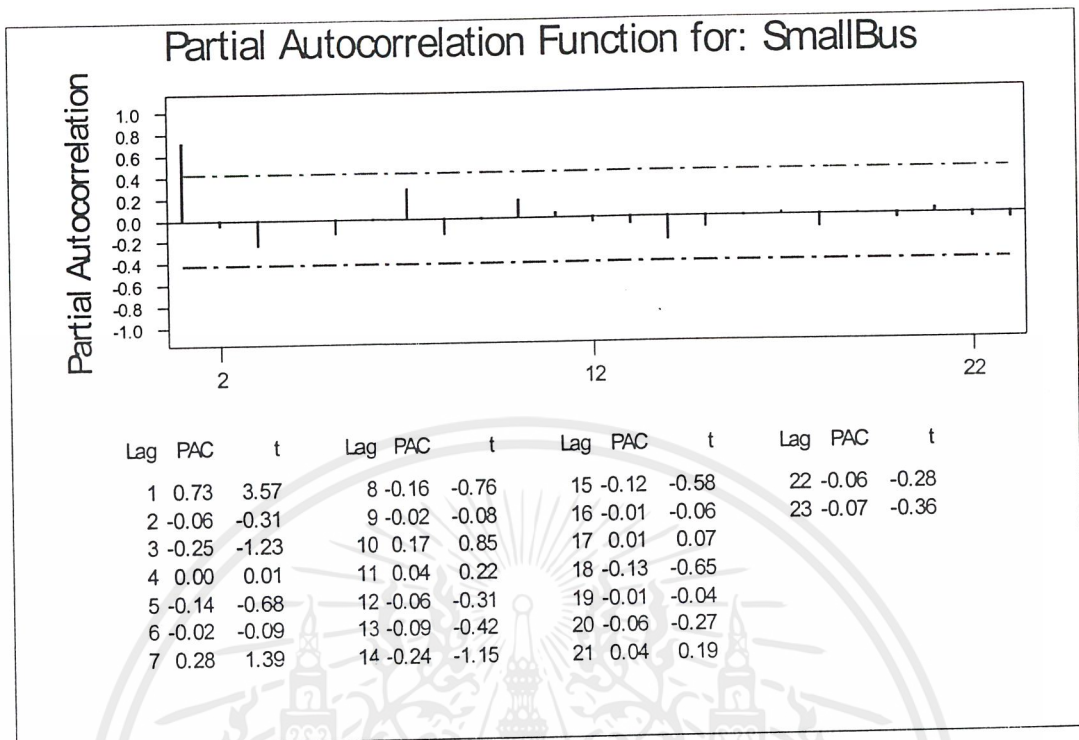
รูปที่ 45 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.840 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 564.830

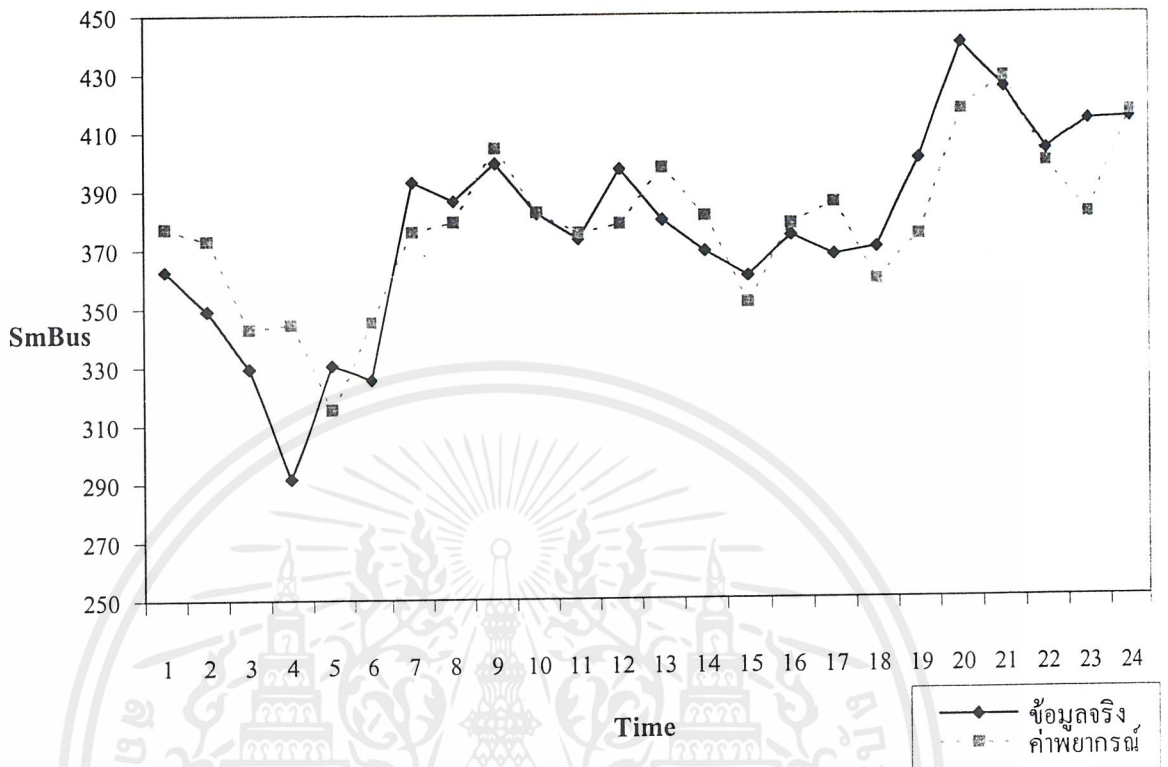
### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 46 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก



รูปที่ 47 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก



รูปที่ 48 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
ตัวแบบ MA (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซและเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ MA (2) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 397.44

ตัวแบบ MA (2) มีสมการดังนี้

$$X_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) a_t$$

ตัวแบบ MA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก คือ

$$X_t = 380.899 + (1 + 0.9959B + 0.9617B^2) a_t$$

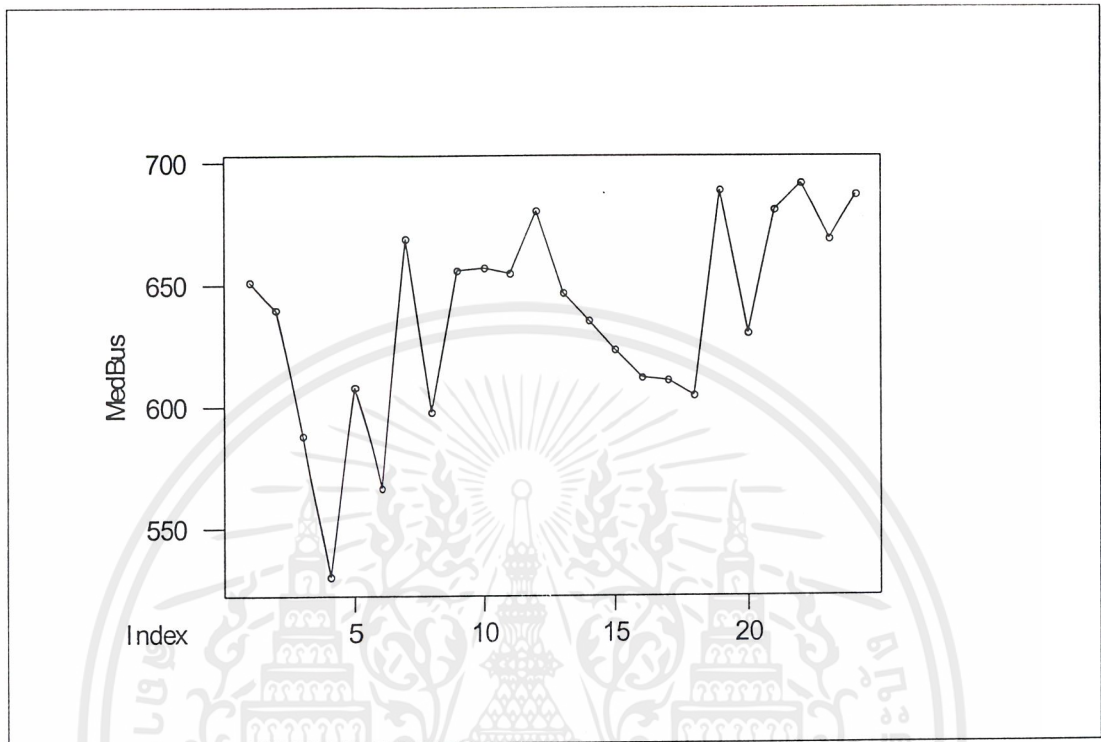
สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็กด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เงื่อนไขการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง	13.92	เมื่อกำหนดเงื่อนไขการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	564.83	เมื่อกำหนดค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.840$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซและเจนกินส์	397.44	ตัวแบบ MA (2)

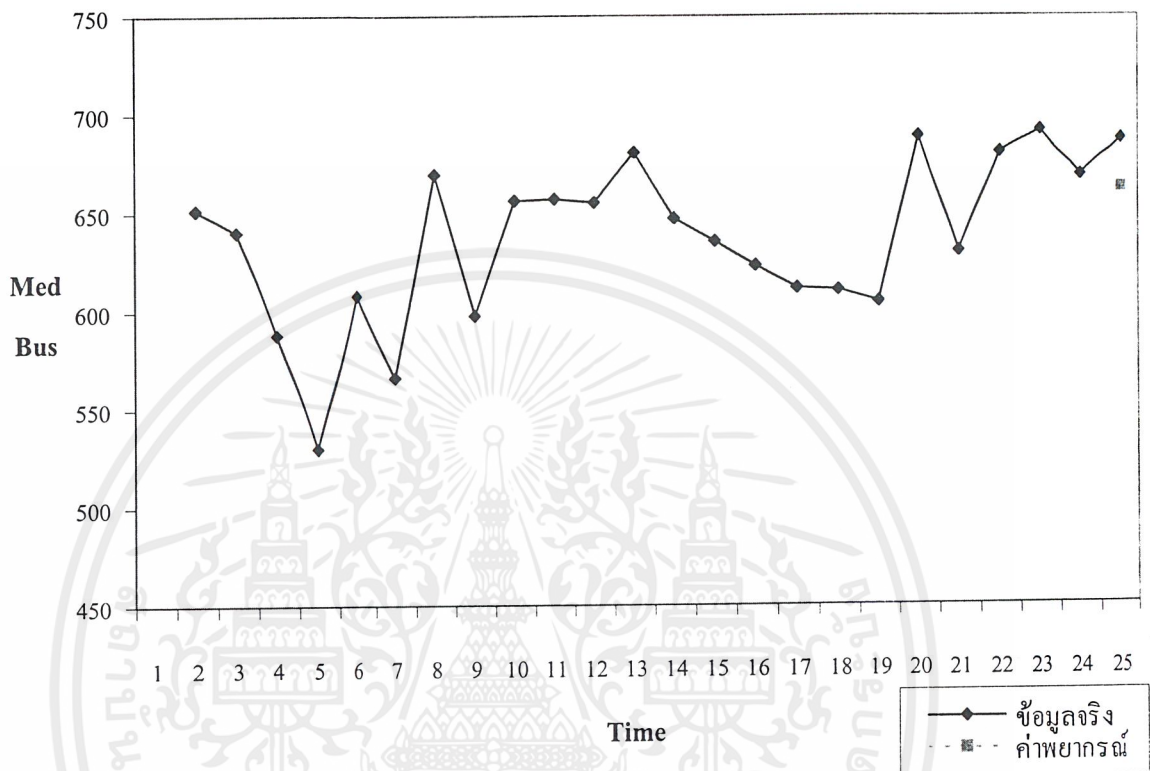
จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่เหมาะสมจาก 3 วิธีนี้ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก คือ วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 13.92

#### 4.2.3 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง



รูปที่ 49 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

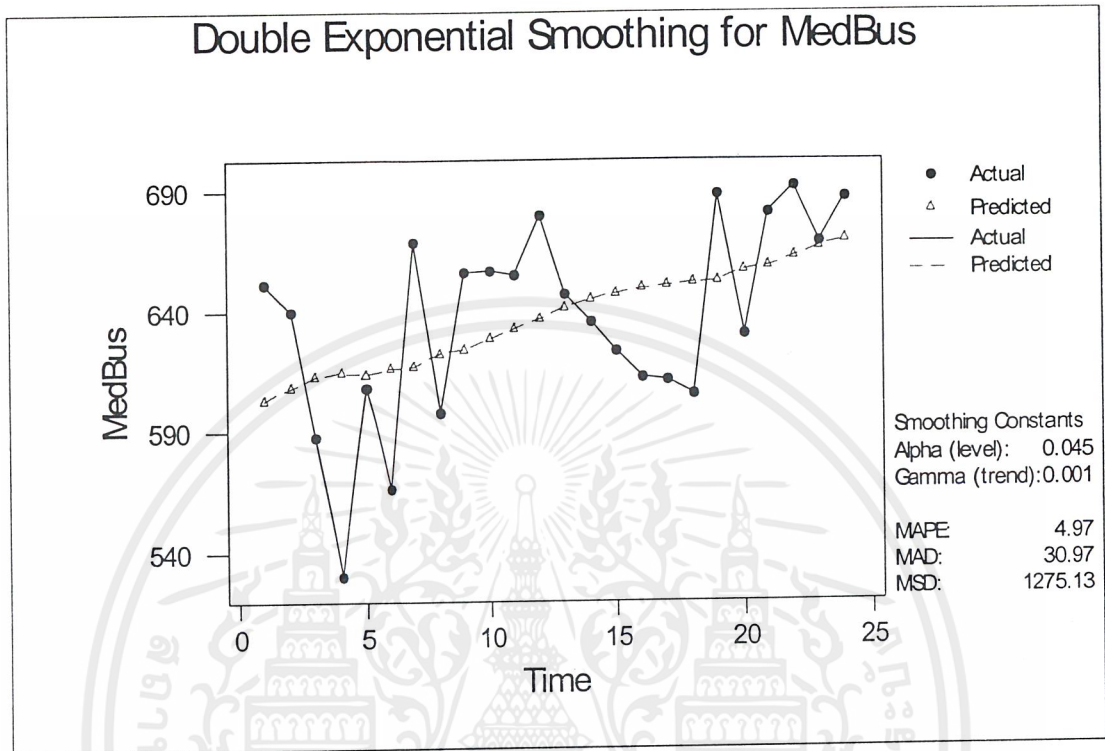
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 50 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 610.041

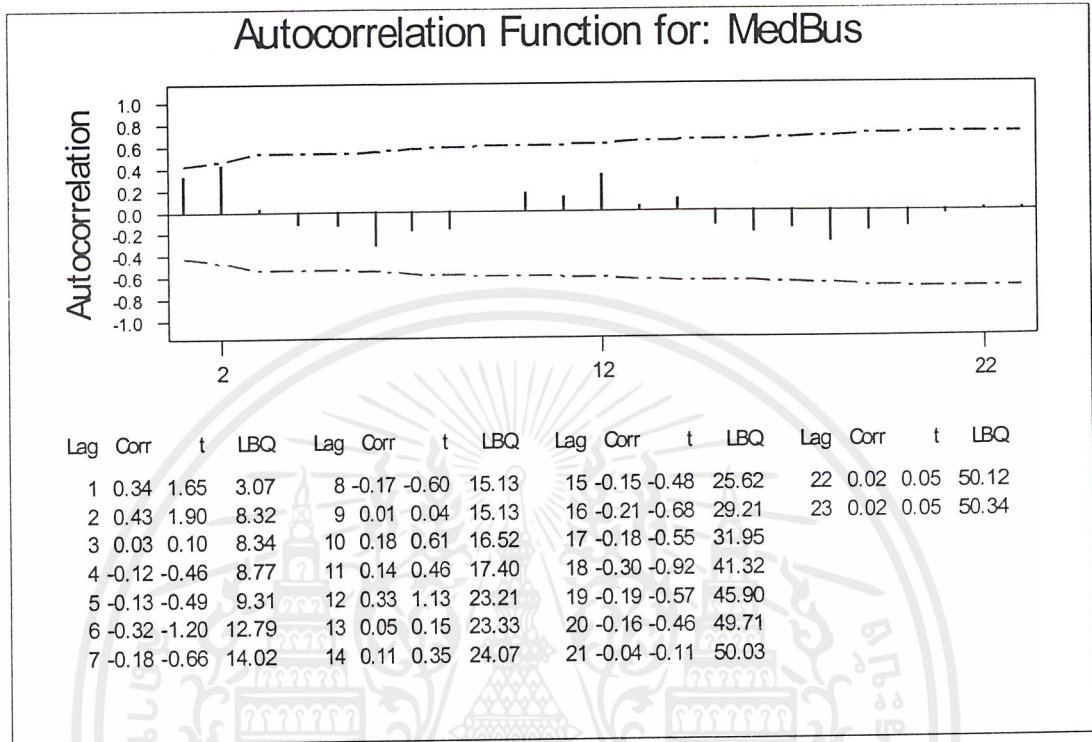
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



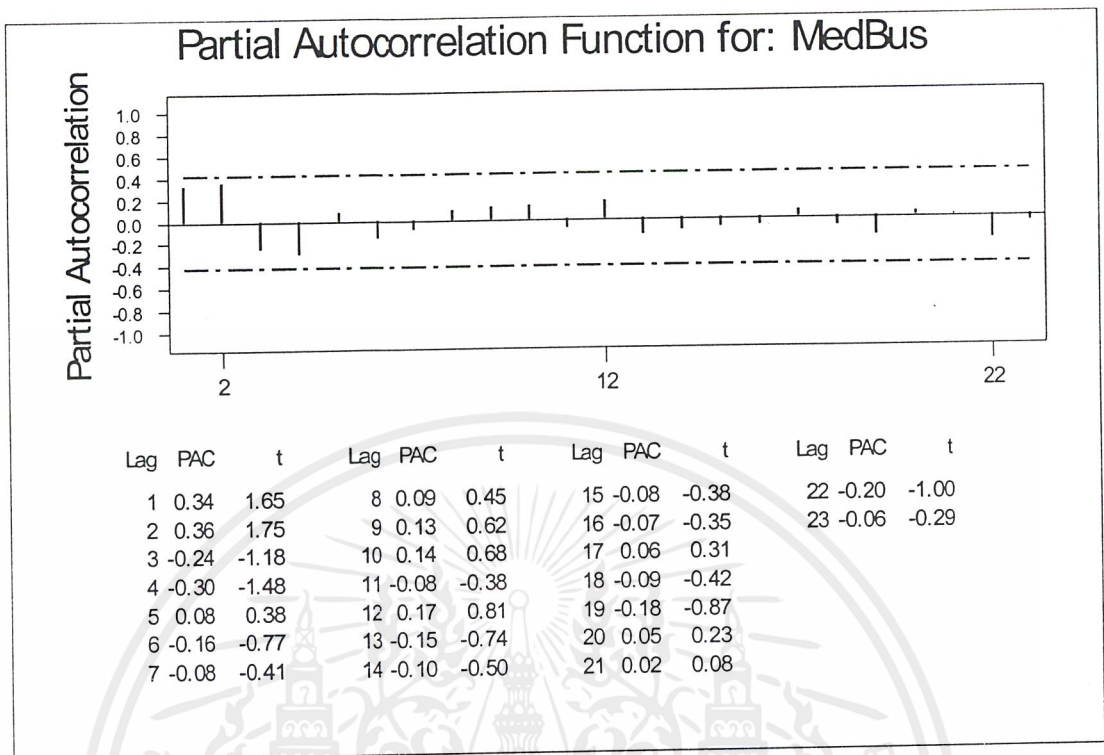
รูปที่ 51 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.045 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 1275.13

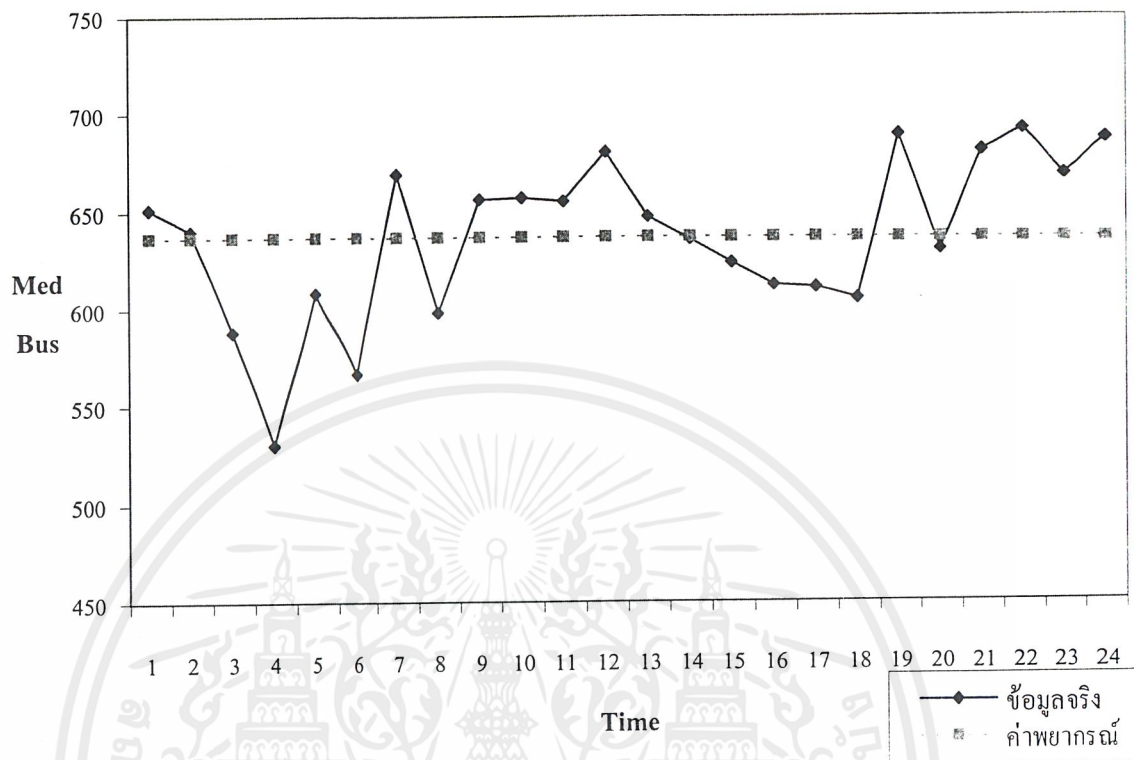
### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 52 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทกิจการขนาดกลาง



รูปที่ 53 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง



รูปที่ 54 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
ตัวแบบ ARIMA (0,0,0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA (0,0,0) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 1704.39

ตัวแบบ ARIMA (0,0,0) มีสมการดังนี้

$$X_t = \mu + a_t$$

ตัวแบบ ARIMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง คือ

$$X_t = 636.628 + a_t$$

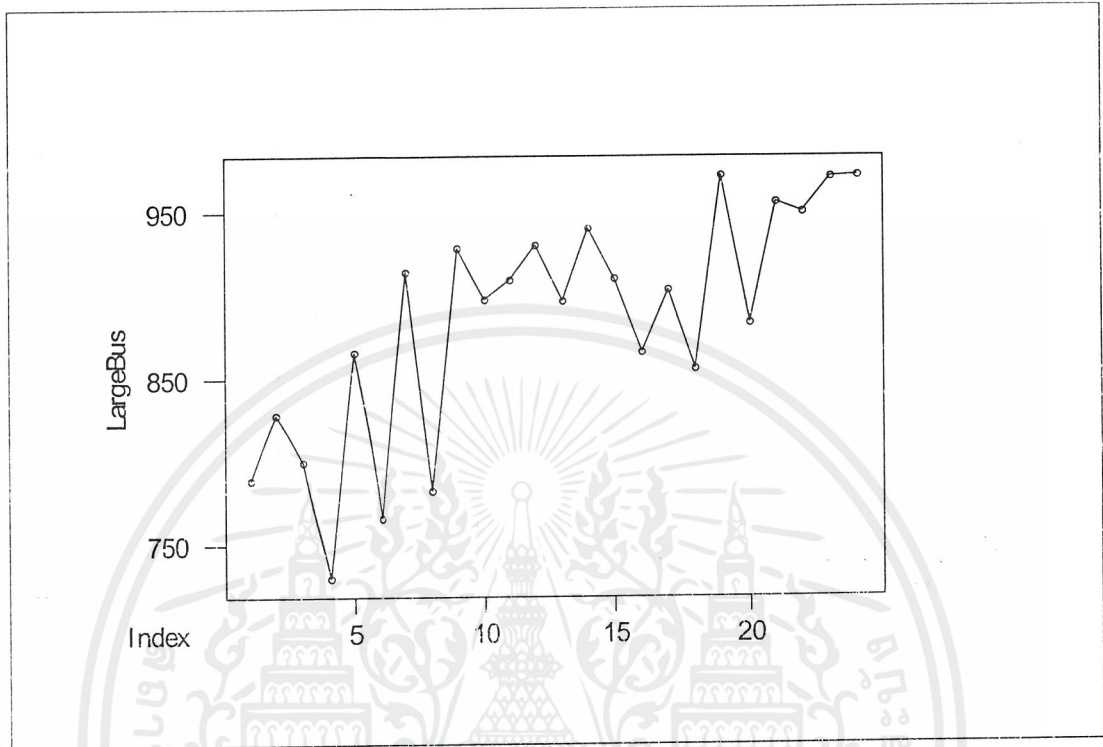
สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลางด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ทอเมอร์เฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	610.041	เมื่อกำหนดทอเมอร์เฉลี่ยเคลื่อนที่ $M = 12$ และ $N = 12$
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	1275.13	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.045$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	1704.39	ตัวแบบ ARIMA (0,0,0)

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่เหมาะสมจาก 3 วิธีนี้ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง คือ วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 610.041

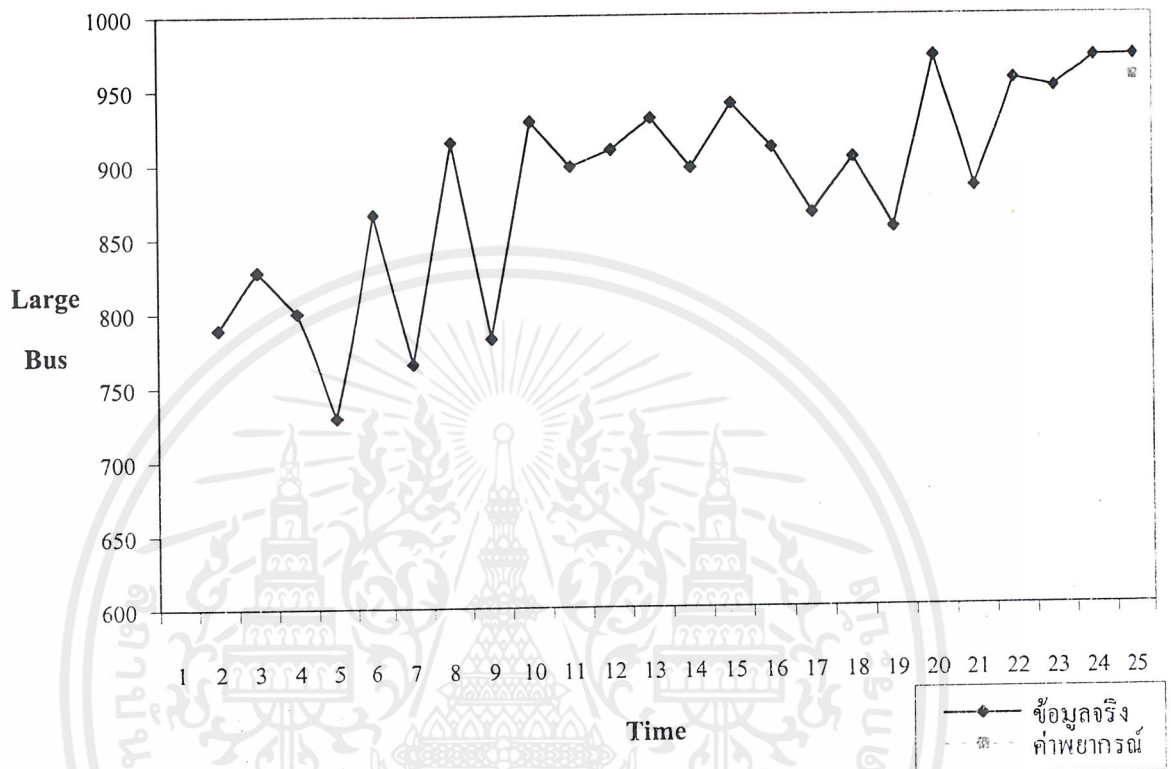
#### 4.2.4 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 55 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

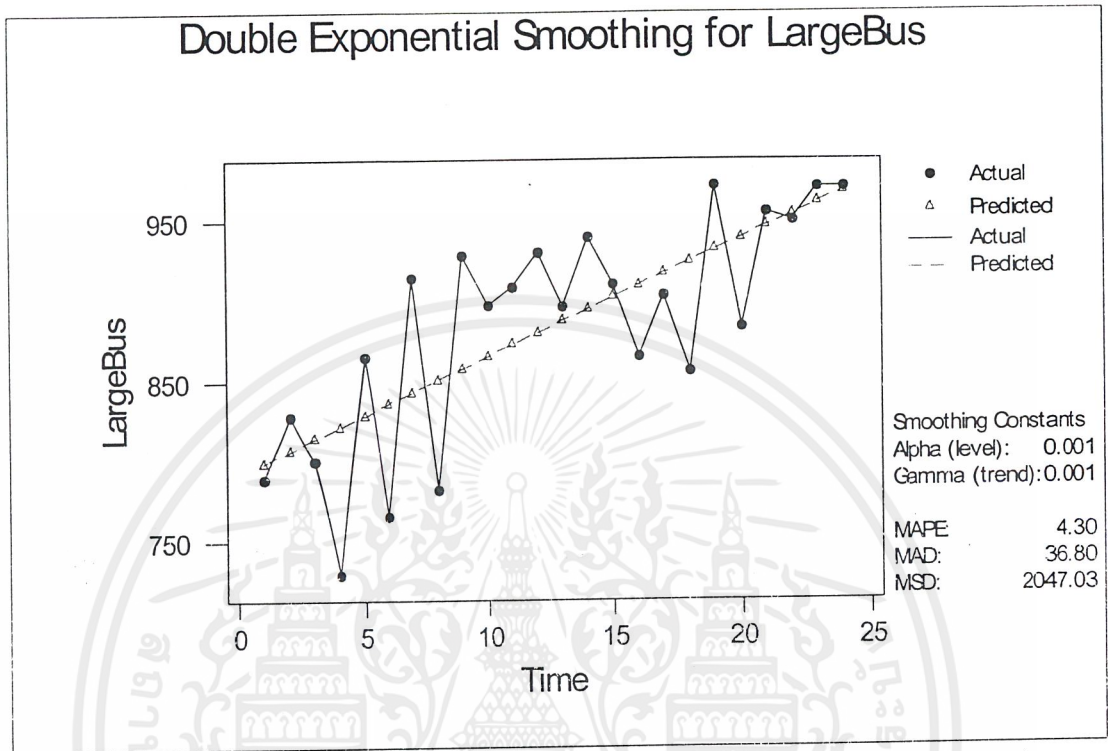
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 56 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ( $MSD$ ) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้  $MSD$  เท่ากับ 203.804

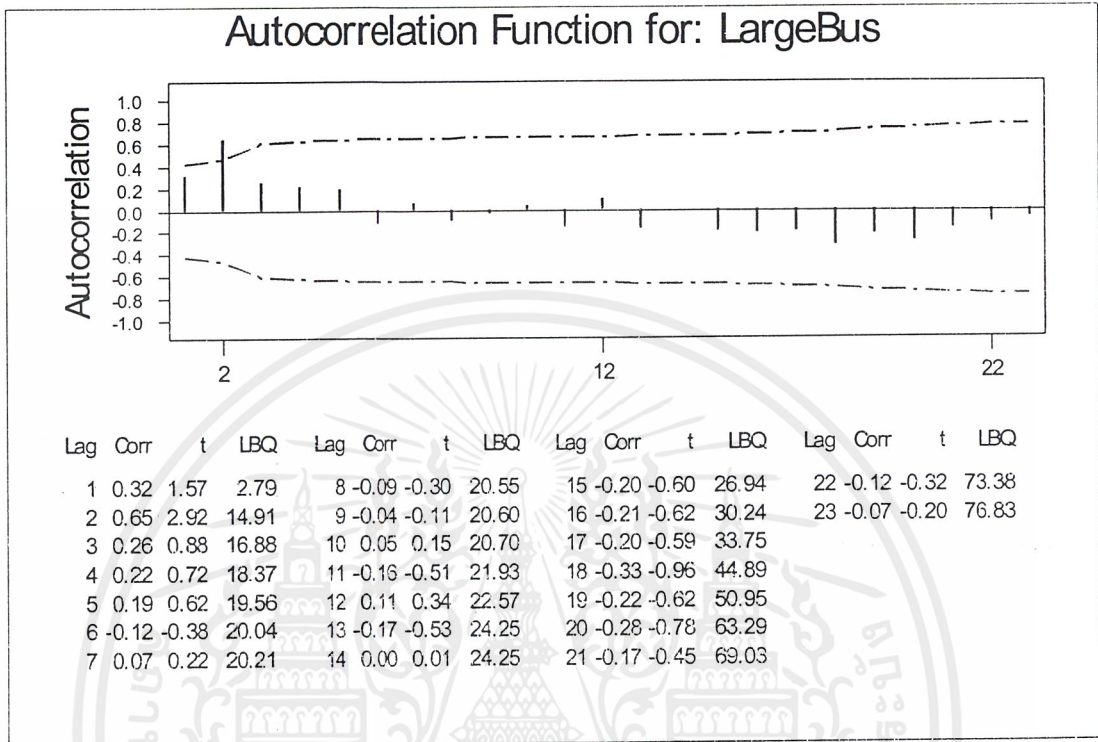
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



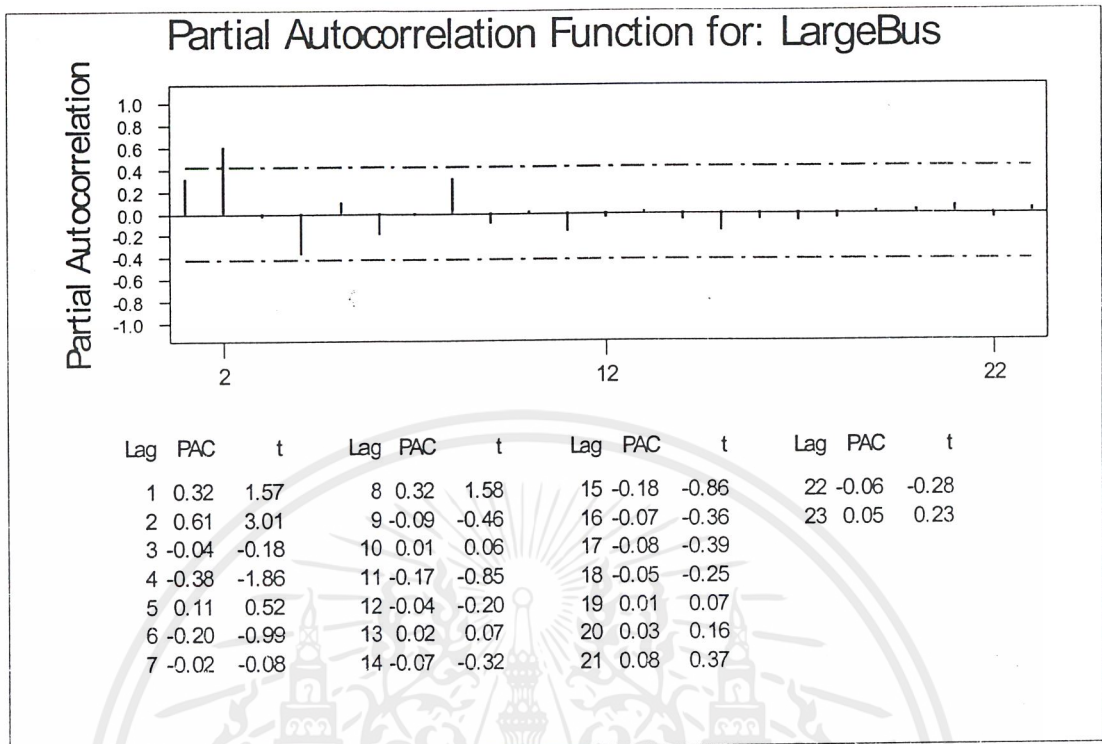
รูปที่ 57 : ผลการวิเคราะห์ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.001 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 2047.03

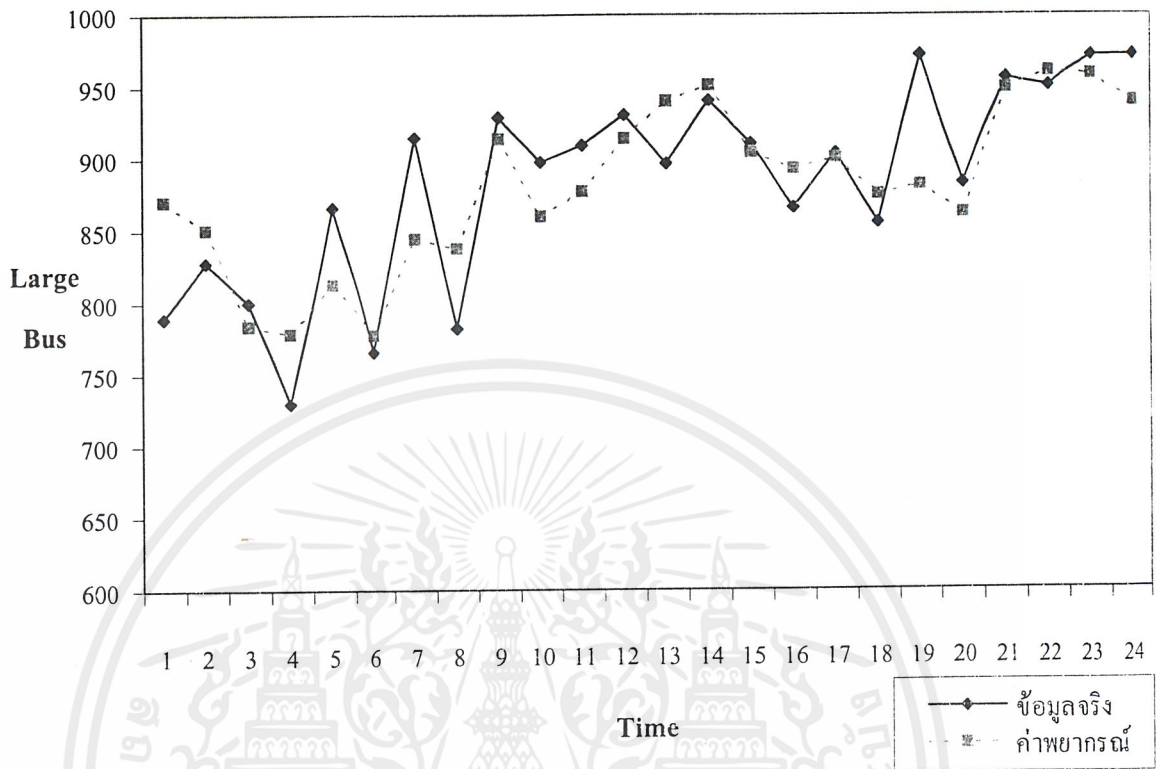
### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 58 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 59 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 60 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
 ตัวแบบ ARMA (1,2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARMA (1,2) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 1838.2  
ตัวแบบ ARMA (1,2) มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)a_t$$

ตัวแบบ ARMA สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ คือ

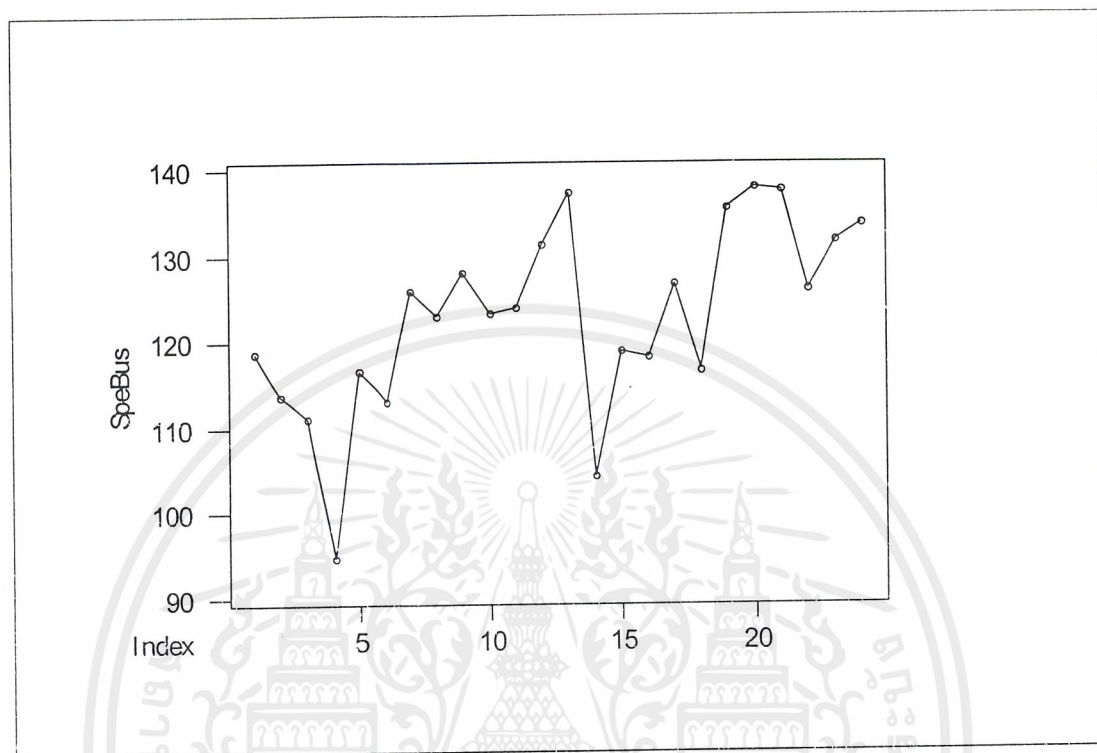
$$(1 - 0.8562B)X_t = 129.205 + (1 - 0.9005B + 0.9184B^2)a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้  
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เงื่อนไขการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	203.804	เมื่อกำหนดเงื่อนไขการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	2047.03	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.001$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	1838.2	ตัวแบบ ARIMA (1,2)

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่เหมาะสมจาก 3 วิธีนี้ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ คือ วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 203.804

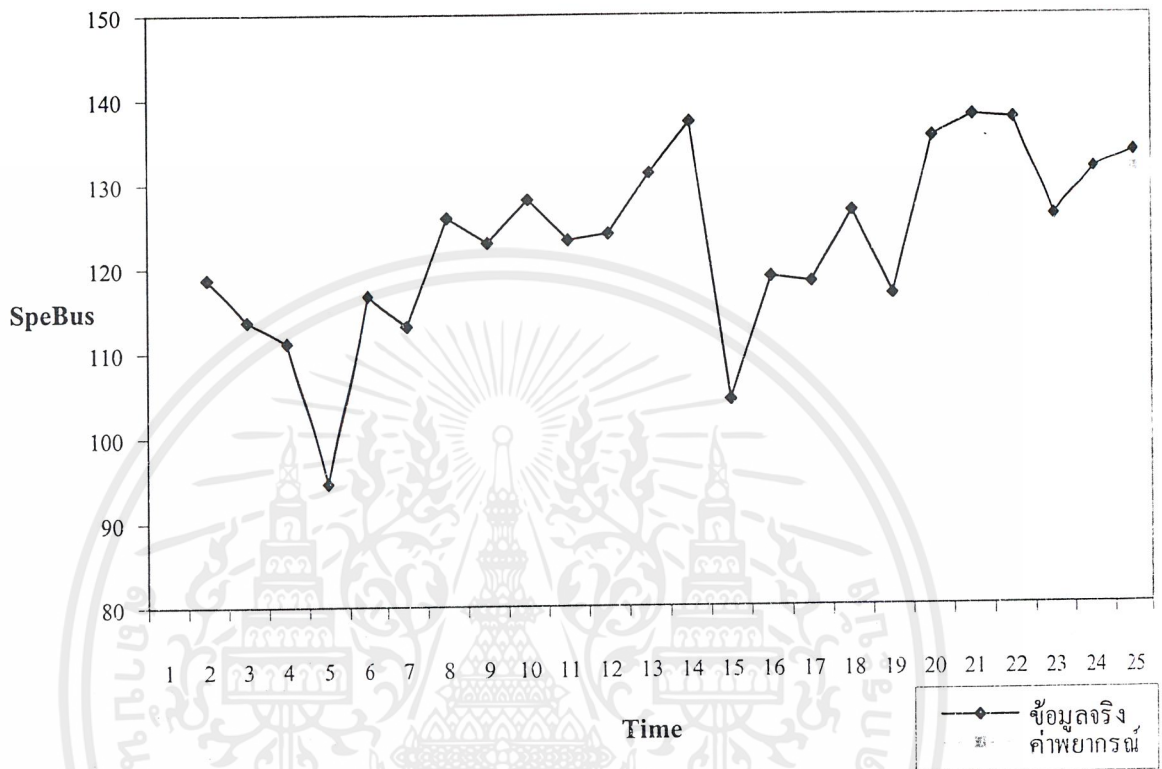
#### 4.2.5 การวิเคราะห์ห่อหุ้มเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 61 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

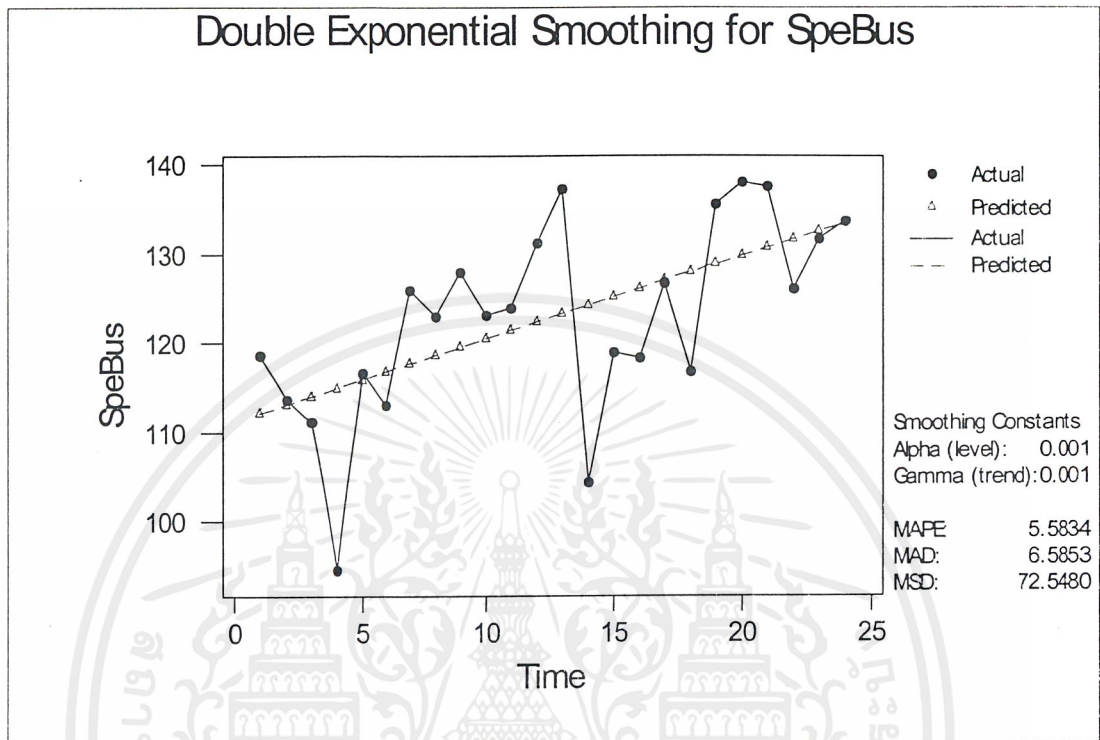
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 62 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Moving Average Smoothing เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 4.537

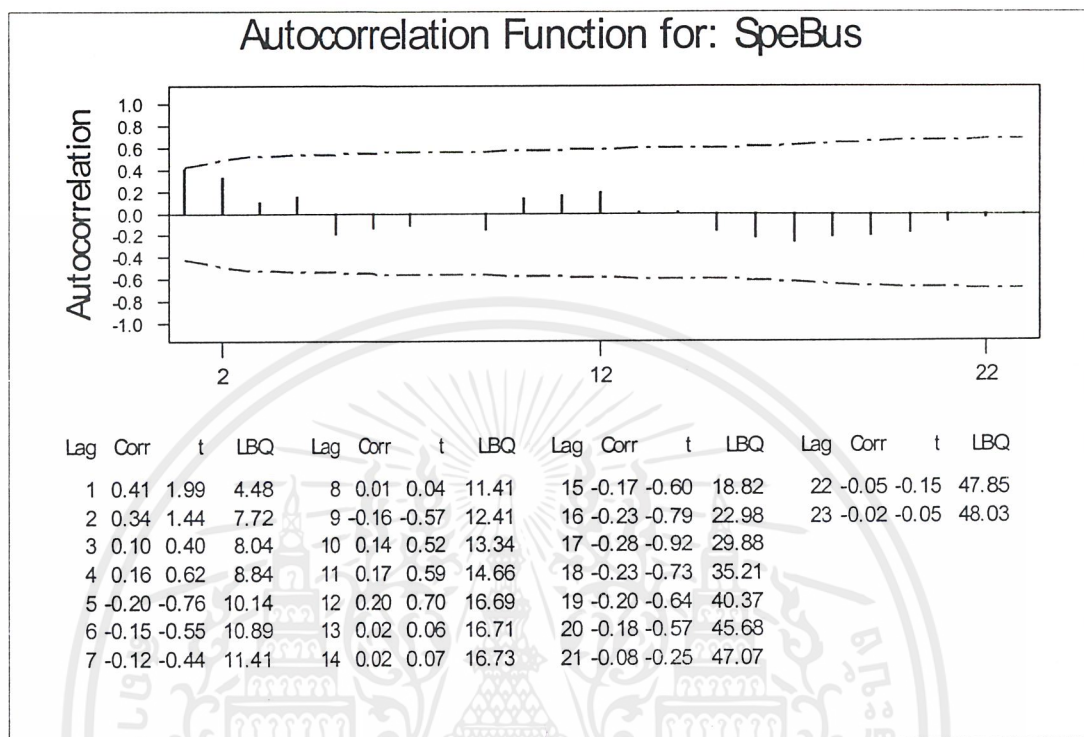
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



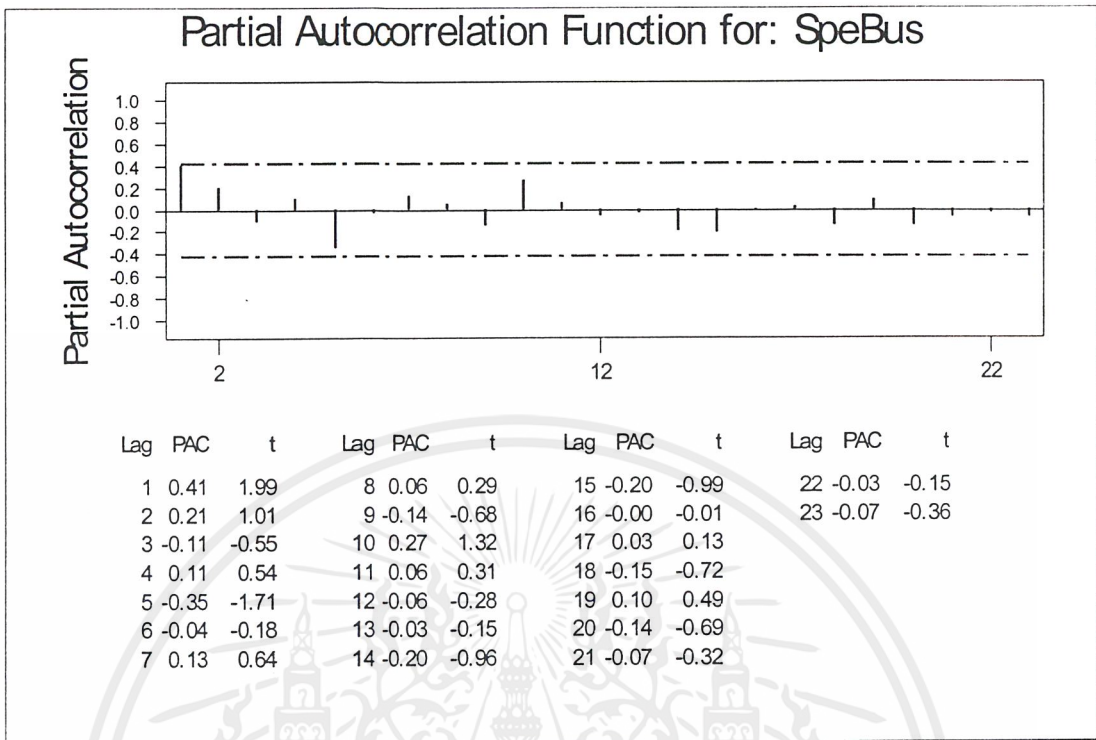
รูปที่ 63 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Double Exponential Smoothing ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.001 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 72.5480

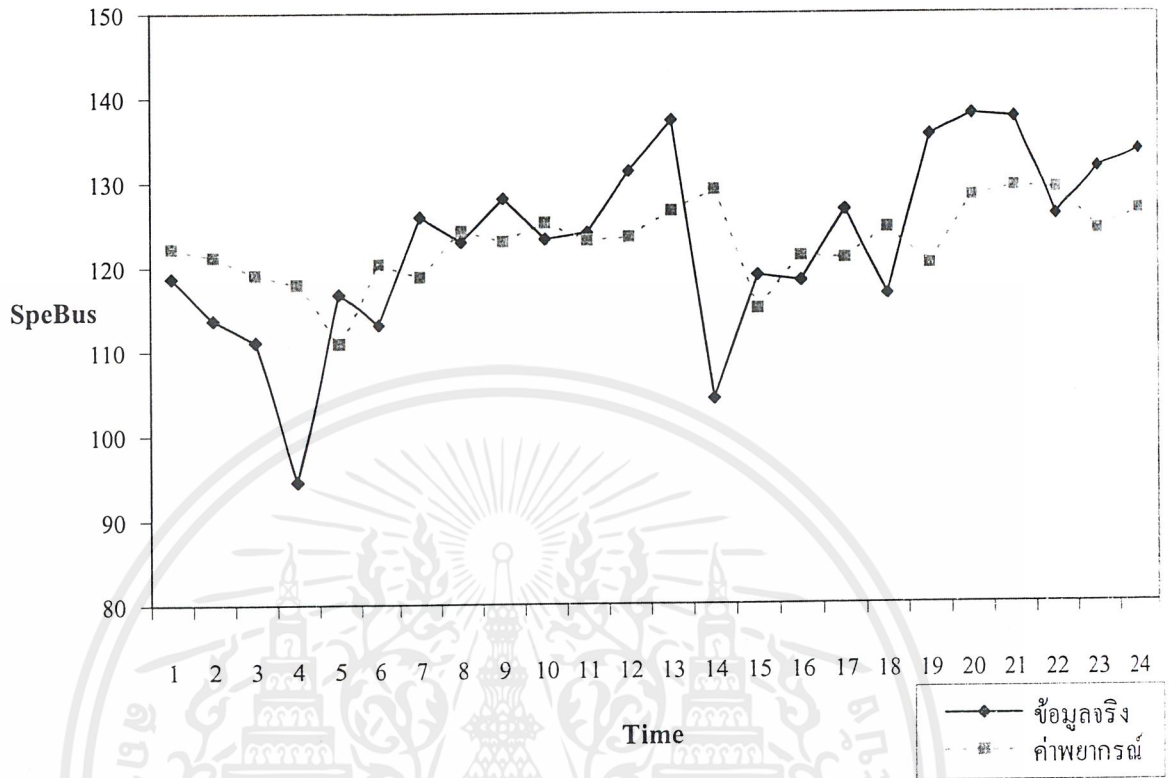
### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 64 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 65 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กัน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง



รูปที่ 66 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544  
 ตัวแบบ AR (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ AR (1) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 102.87

ตัวแบบ AR (1) มีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + a_t$$

ตัวแบบ AR สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง คือ

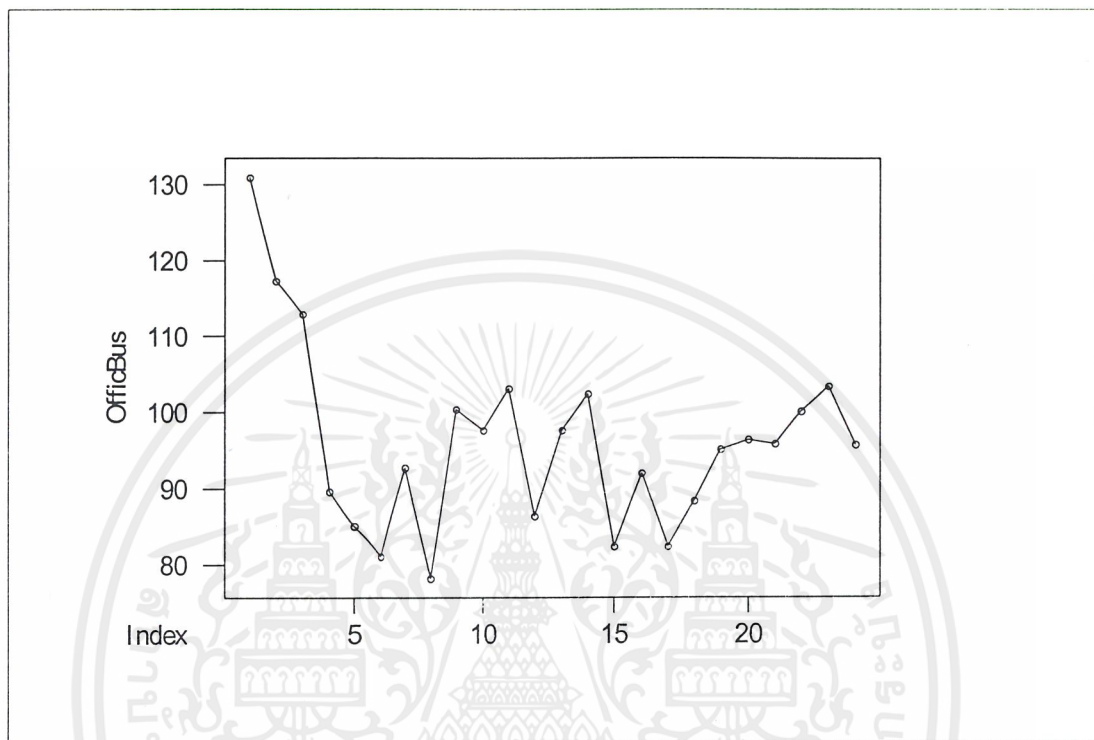
$$(1 - 0.428B)X_t = 70.376 + a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่างด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้  
ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เทอมการเฉลี่ย ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	4.537	เมื่อกำหนดเทอมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ M = 12 และ N = 12
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	72.5480	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.001$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	102.87	ตัวแบบ AR (1)

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่เหมาะสมจาก 3 วิธีนี้ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง คือ วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 4.537

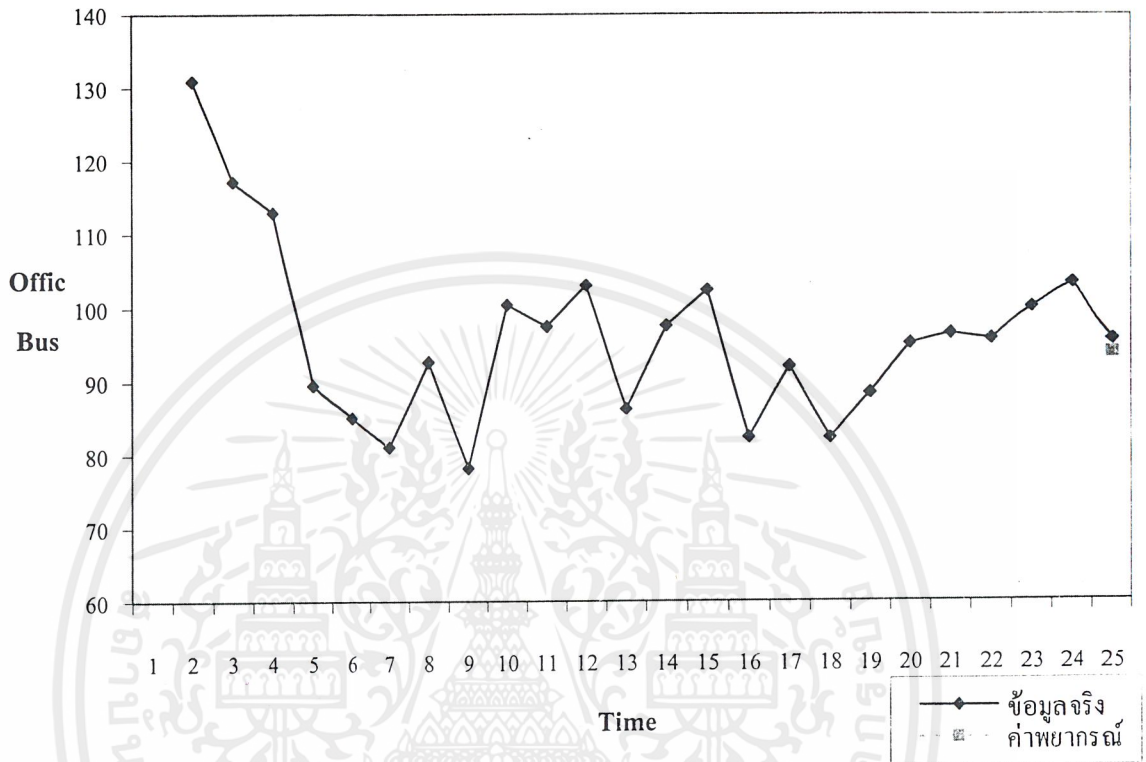
#### 4.2.6 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร



รูปที่ 67 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

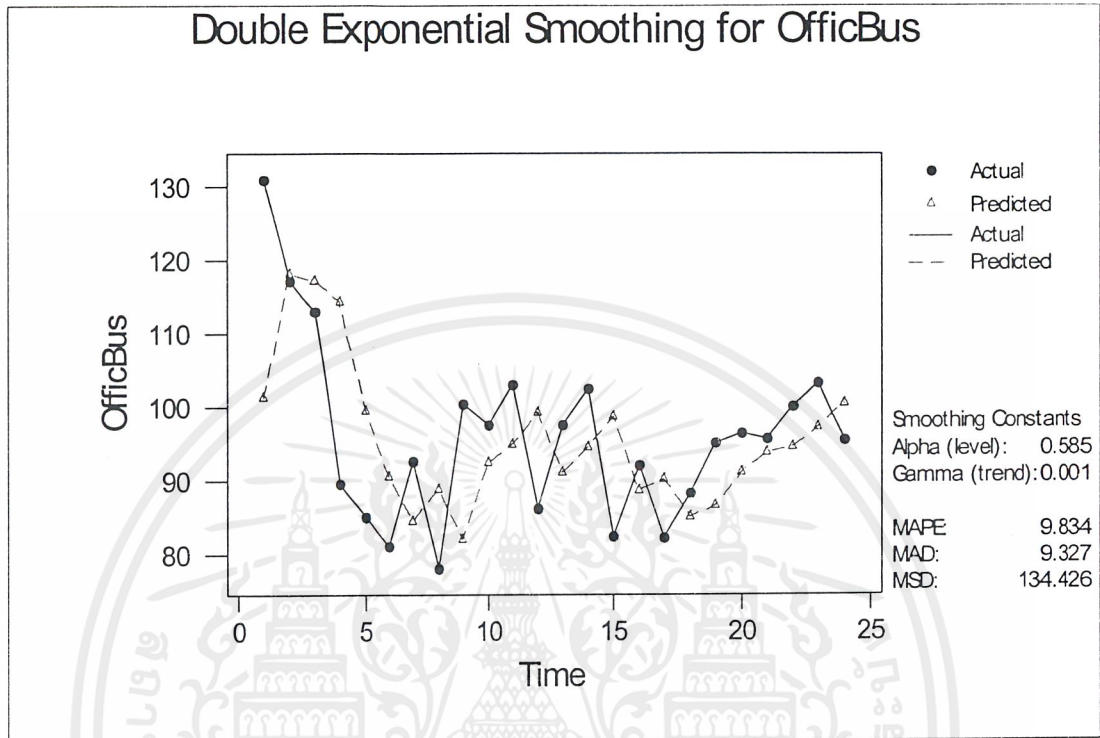
### 1. วิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง (Double Moving Average)



รูปที่ 68 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี **Double Moving Average Smoothing** เมื่อ  $M = 12$  และ  $N = 12$  ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่หนึ่ง ( $M$ ) และเทอมการเคลื่อนที่ครั้งที่สอง ( $N$ ) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 12 และ 12 ซึ่งจะได้ MSD เท่ากับ 3.215

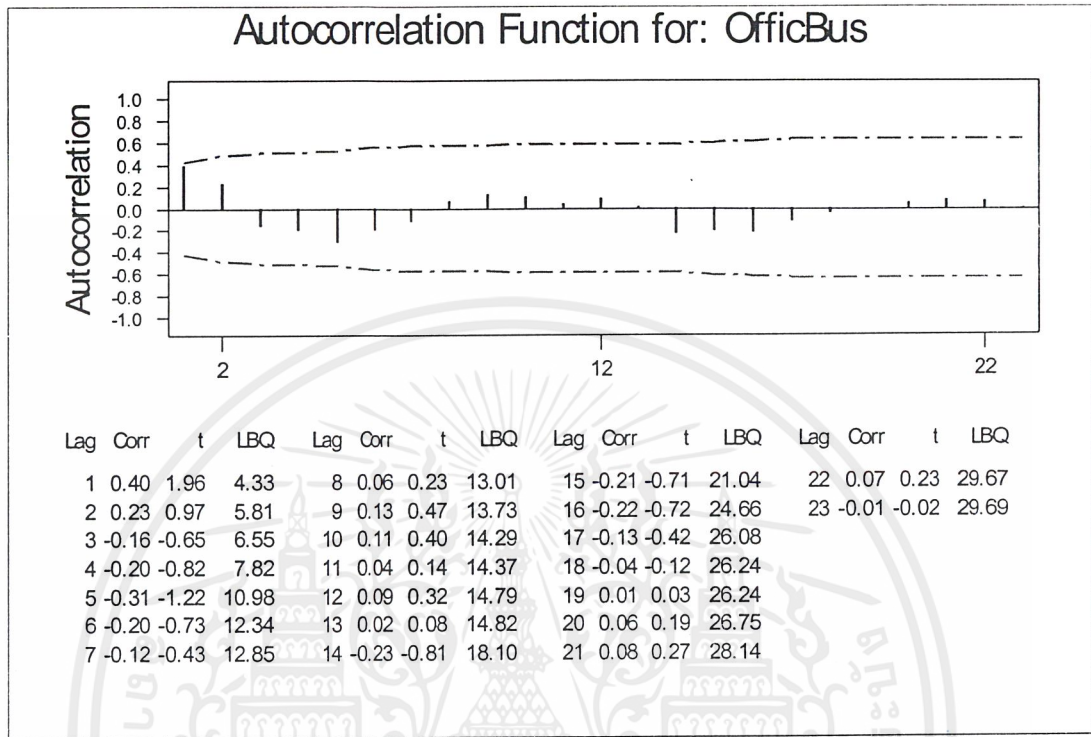
## 2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



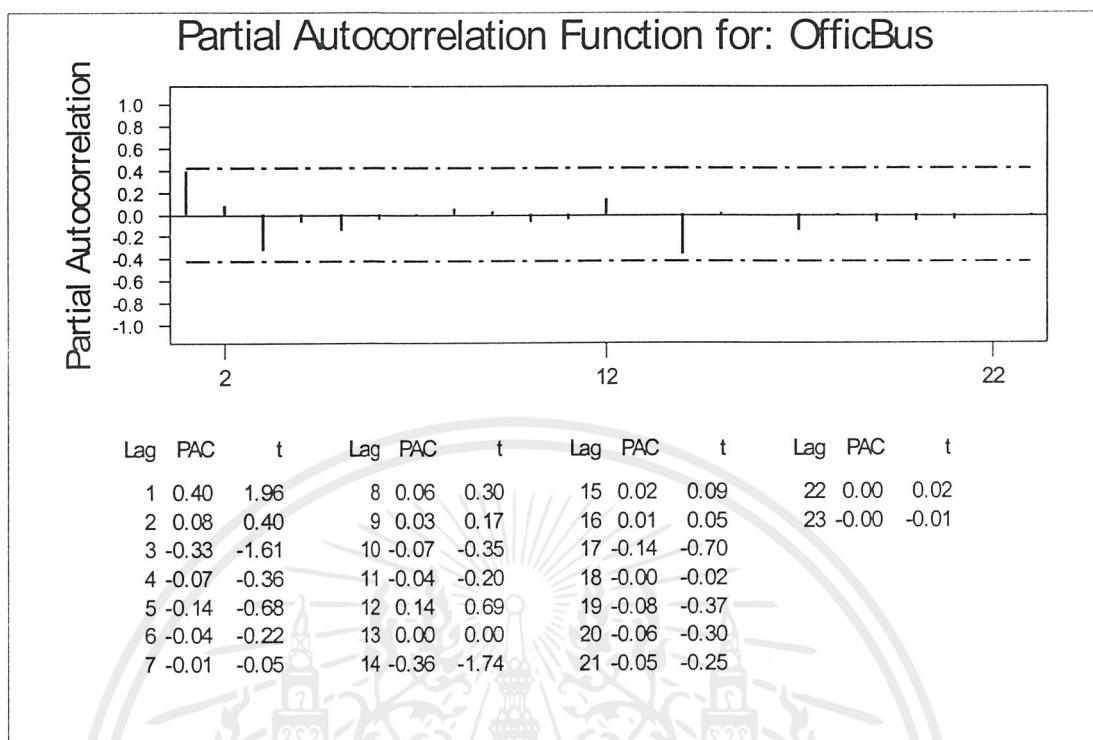
รูปที่ 69 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.585 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เท่ากับ 134.426

### 3. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)

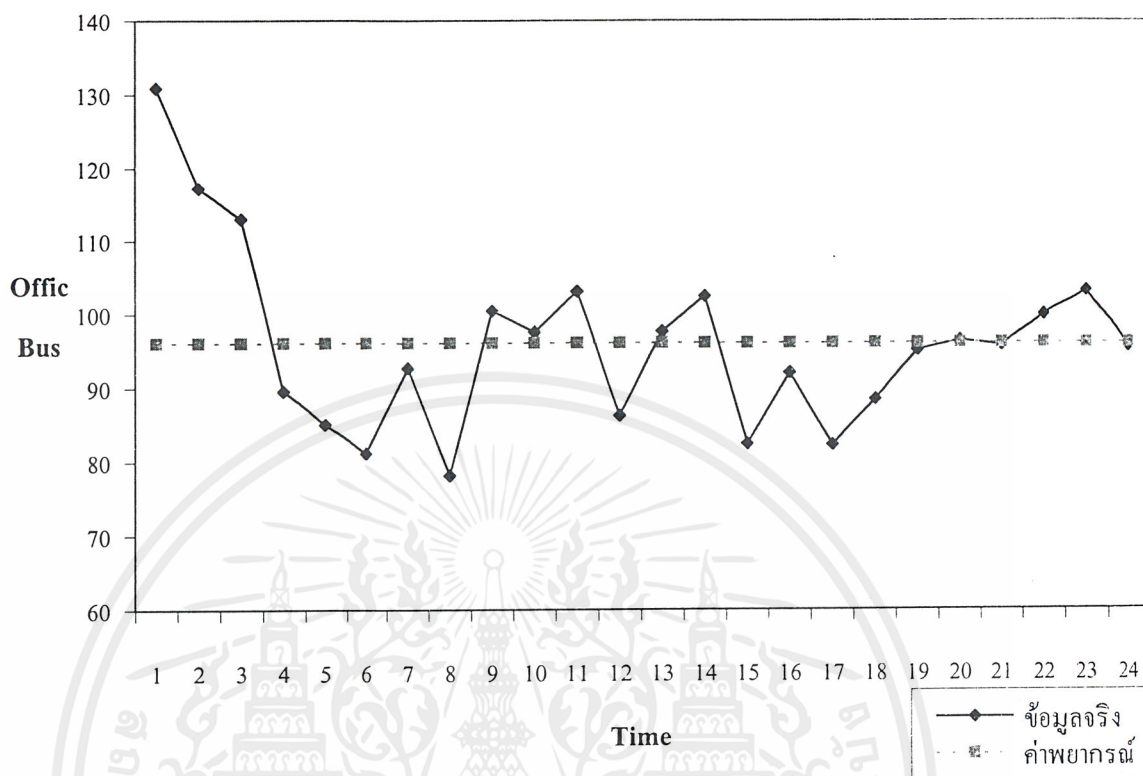


รูปที่ 70 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร



รูปที่ 71 : ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 72 : ผลการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 ตัวแบบ ARIMA (0,0,0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA (0,0,0) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) เท่ากับ 146.08

ตัวแบบ ARIMA (0,0,0) มีสมการดังนี้

$$X_t = \mu + a_t$$

ตัวแบบ ARIMA (0,0,0) สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร คือ

$$X_t = 96.054 + a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไรด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	เงื่อนไข ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซ้ำสองครั้ง	3.215	เมื่อกำหนดเงื่อนไขค่าคงที่หรือตัวแบบ $M = 12$ และ $N = 12$
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง	134.426	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.585$ และ $\gamma = 0.001$
3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ บอซซ์และเจนกินส์	96.054	ตัวแบบ ARIMA (0,0,0)

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่เหมาะสมจาก 3 วิธีนี้ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร คือ วิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดเท่ากับ 3.215

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

วิธีพยากรณ์เชิงสถิติที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าใน กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จากการใช้วิธีพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีเคลื่อนที่ครั้งที่ซ้ำสองครั้ง วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และวิธีของบอกซ์และเจนกินส์ การเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ทั้งสามวิธีใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จากการศึกษาพบว่า วิธีของบอกซ์และเจนกินส์ เหมาะสำหรับพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เมื่อมีข้อมูล 60 ค่า และวิธีเคลื่อนที่ครั้งที่ซ้ำสองครั้งเหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณไฟฟ้า เมื่อมีข้อมูล 24 ค่าทุกประเภทของการใช้ไฟฟ้า ดังนี้

ตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสม สำหรับการอธิบายและพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

1. ประเภทบ้านอยู่อาศัย

พยากรณ์โดยวิธีของบอกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> คือ

$$(1 - 0.7189B)X_t = 24.15 + (1 - 0.8497B^{12})a_t$$

2. ประเภทกิจการขนาดเล็ก

พยากรณ์โดยวิธีของบอกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> คือ

$$(1 - 0.7835B)X_t = 26.228 + (1 - 0.6835B^{12})a_t$$

3. ประเภทกิจการขนาดกลาง

พยากรณ์โดยวิธีของบอกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARIMA (1,1,0)(0,0,1)<sub>12</sub> คือ

$$(1 - B)(1 + 0.5075B)X_t = -2.439 + (1 + 0.8182B^{12})a_t$$

4. ประเภทกิจการขนาดใหญ่

พยากรณ์โดยวิธีของบอกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARIMA (0,1,2)(0,0,1)<sub>12</sub> คือ

$$(1 - B)X_t = 4.085 + (1 - 0.8227B + 0.5333B^2)(1 + 0.7958B^{12})a_t$$

5. ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง

พยากรณ์โดยวิธีของบอกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARMA (1,0)(1,0)<sub>12</sub> คือ

$$(1 - 0.436B)X_t = 4.156 + (1 - 0.9401B^{12})a_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

พยากรณ์โดยวิธีของบอซซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARMA (2,2) คือ

$$(1 - 1.5817B + 0.8073B^2)X_t = 24.6121 + (1 - 1.4019B + 0.9614B^2)a_t$$

ตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสม สำหรับการอธิบายและพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

1. ประเภทบ้านอยู่อาศัย

พยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่คือ  $M = 12$  และ  $N = 12$  มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

2. ประเภทกิจการขนาดเล็ก

พยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่คือ  $M = 12$  และ  $N = 12$  มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

3. ประเภทกิจการขนาดกลาง

พยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่คือ  $M = 12$  และ  $N = 12$  มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

4. ประเภทกิจการขนาดใหญ่

พยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่คือ  $M = 12$  และ  $N = 12$  มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

5. ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง

พยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่คือ  $M = 12$  และ  $N = 12$  มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

6. ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

พยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบแบบเคลื่อนที่คู่ที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดเทอมการเคลื่อนที่คู่ที่คือ  $M = 12$  และ  $N = 12$  มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการใช้ข้อมูลสองขนาด (60 เดือนและ 24 เดือน) ในการหาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ในครั้งนี้เมื่อใช้ข้อมูลขนาดเล็ก วิธีที่เหมาะสมคือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง เมื่อเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 12 ค่า จะได้ค่าพยากรณ์สำหรับเวลาต่างๆ ค่าเดียวกันไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ซึ่งอาจจะทำให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีพยากรณ์ที่ได้จากการใช้ข้อมูลมาก และควรจะได้ใช้วิธีพยากรณ์อื่นๆ ที่มีฤดูกาลเกี่ยวข้องด้วย เพื่อที่อาจจะทำให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลง เช่น วิธีปรับเรียบแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เป็นต้น





# ภาคผนวก ก

ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล  
ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2539 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ตารางที่ 15 : ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง
1	503.55	21	662.88	41	478.04
2	525.2	22	593.91	42	490.01
3	502.56	23	595.39	43	616.26
4	431.93	24	573.44	44	639.48
5	418.51	25	537	45	634.17
6	480.87	26	545.57	46	589.58
7	560.17	27	502.31	47	571.85
8	623.94	28	452.94	48	617.42
9	635.29	29	460.31	49	571.69
10	609.32	30	486.35	50	564.31
11	588.89	31	586.13	51	540.24
12	586.88	32	607.44	52	568.84
13	530.36	33	534.61	53	552.69
14	554.75	34	543.65	54	563.72
15	531.7	35	579.21	55	610.4
16	533.4	36	588.29	56	751.01
17	545.9	37	560.5	57	668.58
18	553.77	38	533.56	58	625.76
19	613.7	39	497.33	59	635.93
20	690.15	40	430.38	60	634.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 : ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดเล็ก ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	คาบเวลา	ข้อมูลจริง	คาบเวลา	ข้อมูลจริง
1	376.82	21	408.35	41	330.17
2	389.13	22	373.86	42	325.3
3	372.21	23	369.28	43	392.66
4	329.97	24	360.03	44	386
5	335.35	25	351.03	45	398.97
6	356.36	26	345.85	46	381.72
7	407.57	27	327.78	47	372.97
8	416.33	28	296.53	48	396.85
9	432.81	29	310.55	49	379.23
10	420.55	30	312.47	50	368.68
11	407.16	31	367.06	51	360.39
12	407	32	361.07	52	374.23
13	370.59	33	344.33	53	367.66
14	378.99	34	350.92	54	370.21
15	358.69	35	367.13	55	400.54
16	356.55	36	369.16	56	440
17	365.63	37	362.45	57	424.8
18	361.1	38	349.01	58	403.54
19	391.55	39	329.19	59	413.57
20	404.82	40	291.51	60	414.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 : ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดกลาง ตั้งแต่เดือน  
กันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง
1	781.05	21	661.75	41	608.07
2	771.92	22	616.6	42	566.26
3	749.6	23	614.86	43	669.11
4	705.63	24	605.12	44	597.82
5	696.37	25	589.62	45	656
6	656.47	26	586.23	46	656.81
7	790.14	27	577.41	47	654.81
8	693.4	28	533.44	48	680.12
9	782.9	29	562.43	49	646.88
10	771.58	30	532.03	50	635.36
11	739.41	31	638.21	51	623.31
12	725.6	32	559.99	52	611.9
13	652.17	33	607.08	53	610.73
14	656.29	34	630.36	54	604.87
15	618.16	35	638.69	55	688.74
16	599.95	36	622.79	56	630.29
17	587.8	37	651.2	57	680.76
18	582.44	38	640.13	58	691.76
19	656.51	39	587.96	59	668.94
20	587.44	40	530.06	60	687.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 : ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง
1	779.94	21	801.56	41	865.81
2	788.74	22	797.21	42	765.46
3	772.73	23	790.69	43	914.7
4	727.22	24	776.6	44	782.11
5	761.12	25	752.09	45	928.63
6	746.06	26	773.2	46	897.65
7	849.12	27	729.38	47	908.99
8	741.41	28	696.05	48	930.24
9	873.78	29	719.81	49	896.52
10	843.32	30	681.74	50	940.1
11	839.47	31	801.58	51	910.41
12	839	32	709.31	52	865.88
13	809.06	33	786.02	53	903.65
14	839.66	34	767.87	54	855.82
15	788.97	35	806.55	55	971.95
16	759.13	36	807.43	56	883.39
17	738.19	37	789.05	57	956.18
18	733.09	38	827.76	58	950.47
19	841.16	39	799.92	59	971.26
20	750.05	40	729.44	60	971.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 : ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งแต่เดือน  
กันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง	คาบเวลา	ข้อมูล จริง
1	109.59	21	126.39	41	116.68
2	114.74	22	116.31	42	113.08
3	105.87	23	119.05	43	125.89
4	96.68	24	114.17	44	122.94
5	103.42	25	112.22	45	128.03
6	103.89	26	112.5	46	123.23
7	115.64	27	104.15	47	124
8	116.95	28	100.1	48	131.25
9	125.79	29	109.31	49	137.26
10	117.13	30	100	50	104.32
11	116.47	31	122.69	51	118.92
12	117.02	32	117.52	52	118.26
13	104.51	33	115.99	53	126.74
14	115.81	34	116.3	54	116.71
15	104.55	35	118.77	55	135.58
16	108.5	36	127.27	56	138.04
17	117.62	37	118.68	57	137.66
18	107.05	38	113.66	58	126.12
19	124.35	39	111.1	59	131.79
20	119.76	40	94.58	60	133.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 : ข้อมูลรายเดือนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทส่วนราชการและองค์กรที่ไม่  
แสวงหากำไรตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	คาบเวลา	ข้อมูลจริง	คาบเวลา	ข้อมูลจริง
1	129.69	21	122.78	41	85.06
2	130.11	22	133.37	42	81.09
3	118.25	23	141.71	43	92.64
4	85.07	24	90.23	44	78.14
5	127.9	25	117.67	45	100.41
6	76.51	26	134.84	46	97.5
7	137.16	27	90.63	47	103.02
8	108.37	28	93.08	48	86.22
9	129.83	29	89.93	49	97.58
10	133.16	30	95.39	50	102.36
11	137.08	31	117.41	51	82.33
12	132.59	32	103.41	52	91.99
13	127.18	33	125.98	53	82.25
14	114.89	34	122.88	54	88.35
15	124.44	35	132.94	55	95.05
16	105.29	36	129.27	56	96.4
17	107.34	37	130.88	57	95.69
18	105.67	38	117.17	58	99.93
19	116.62	39	112.97	59	103.23
20	110.89	40	89.54	60	95.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีต่างๆ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 ถึง  
เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

ตารางที่ 21 : ข้อมูลจริง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง ค่าพยากรณ์ เฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	503.55	*	*	*	*
2	525.2	*	*	*	*
3	502.56	*	*	*	*
4	431.93	*	*	*	*
5	418.51	*	*	*	*
6	480.87	*	*	*	*
7	560.17	*	*	*	*
8	623.94	*	*	*	*
9	635.29	*	*	*	*
10	609.32	*	*	*	*
11	588.89	*	*	*	*
12	586.88	538.926	*	*	*
13	530.36	541.16	*	*	*
14	554.75	543.622	*	*	*
15	531.7	546.051	*	*	*
16	533.4	554.507	*	*	*
17	545.9	565.122	*	*	*
18	553.77	571.198	*	*	*
19	613.7	575.658	*	*	*
20	690.15	581.176	*	*	*
21	662.88	583.475	*	*	*
22	593.91	582.191	*	*	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 21 (ต่อ)

กาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	595.39	582.732	563.818	*	*
24	573.44	581.612	567.375	605.085	-31.645
25	537	582.166	570.793	598.44	-61.44
26	545.57	581.401	573.941	595.607	-50.037
27	502.31	578.952	576.682	590.217	-87.907
28	452.94	572.247	578.161	581.634	-128.694
29	460.31	565.114	578.16	565.258	-104.948
30	486.35	559.496	577.185	549.696	-63.346
31	586.13	557.198	575.647	538.591	47.539
32	607.44	550.306	573.074	535.395	72.045
33	534.61	539.617	569.419	523.398	11.212
34	543.65	535.428	565.522	504.396	39.254
35	579.21	534.08	561.468	499.861	79.349
36	588.29	535.318	557.61	501.712	86.578
37	560.5	537.276	553.869	508.971	51.529
38	533.56	536.275	550.109	517.666	15.894
39	497.33	535.86	546.518	519.926	-22.596
40	430.38	533.98	543.329	523.264	-92.884
41	478.04	535.458	540.858	522.931	-44.891
42	490.01	535.763	538.88	529.075	-39.065
43	616.26	538.273	537.303	532.079	84.181
44	639.48	540.943	536.523	539.419	100.061
45	634.17	549.24	537.324	546.168	88.002
46	589.58	553.068	538.794	563.323	26.257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 21 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	571.85	552.454	540.326	569.935	1.915
48	617.42	554.882	541.956	566.788	50.632
49	571.69	555.814	543.501	570.158	1.532
50	564.31	558.377	545.343	570.366	-6.056
51	540.24	561.953	547.517	573.782	-33.542
52	568.84	573.491	550.81	579.012	-10.172
53	552.69	579.712	554.497	600.297	-47.607
54	563.72	585.854	558.672	609.512	-45.792
55	610.4	585.366	562.596	617.978	-7.578
56	751.01	594.66	567.072	612.276	138.734
57	668.58	597.528	571.096	627.264	41.316
58	625.76	600.542	575.053	628.766	-3.006
59	635.93	605.883	579.505	630.668	5.262
60	634.83	607.333	583.876	637.057	-2.227

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 : ข้อมูลจริง ค่าปรับเทียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทบ้านอยู่อาศัยด้วยวิธีปรับเทียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเทียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	503.55	503.879	525.5	-21.95
2	525.2	524.899	505.15	20.05
3	502.56	502.914	526.189	-23.629
4	431.93	433.014	504.181	-72.251
5	418.51	418.745	434.209	-15.699
6	480.87	479.956	419.926	60.944
7	560.17	558.985	481.196	78.974
8	623.94	622.985	560.303	63.637
9	635.29	635.126	624.366	10.924
10	609.32	609.728	636.518	-27.198
11	588.89	589.223	611.093	-22.203
12	586.88	586.935	590.566	-3.686
13	530.36	531.229	588.274	-57.914
14	554.75	554.416	532.511	22.239
15	531.7	532.06	555.721	-24.021
16	533.4	533.399	533.341	0.059
17	545.9	545.732	534.68	11.22
18	553.77	553.669	547.023	6.747
19	613.7	612.819	554.967	58.733
20	690.15	689.01	614.175	75.975
21	662.88	663.293	690.441	-27.561
22	593.91	594.972	664.697	-70.787

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	595.39	595.404	596.306	-0.916
24	573.44	573.789	596.737	-23.297
25	537	537.571	575.1	-38.1
26	545.57	545.469	538.844	6.726
27	502.31	502.977	546.748	-44.438
28	452.94	453.709	504.212	-51.272
29	460.31	460.229	454.894	5.416
30	486.35	485.976	461.419	24.931
31	586.13	584.646	487.191	98.939
32	607.44	607.118	585.958	21.482
33	534.61	535.718	608.451	-73.841
34	543.65	543.55	536.978	6.672
35	579.21	578.694	544.817	34.393
36	588.29	588.166	579.995	8.295
37	560.5	560.935	589.475	-28.975
38	533.56	533.99	562.215	-28.655
39	497.33	497.899	535.242	-37.912
40	430.38	431.411	499.114	-68.734
41	478.04	477.358	432.559	45.481
42	490.01	489.838	478.55	11.46
43	616.26	614.382	491.042	125.218
44	639.48	639.123	615.709	23.771
45	634.17	634.265	640.474	-6.304
46	589.58	590.27	635.609	-46.029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	571.85	572.146	591.569	-19.719
48	617.42	616.76	573.425	43.995
49	571.69	572.386	618.083	-46.393
50	564.31	564.45	573.663	-9.353
51	540.24	540.622	565.718	-25.478
52	568.84	568.435	541.865	26.975
53	552.69	552.945	569.705	-17.015
54	563.72	563.577	554.198	9.522
55	610.4	609.717	564.839	45.561
56	751.01	748.91	611.023	139.987
57	668.58	669.807	750.355	-81.775
58	625.76	626.441	671.171	-45.411
59	635.93	635.807	627.761	8.169
60	634.83	634.865	637.135	-2.305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 : ข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีเทคนิคบอซซ์และเงินกินดี

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	503.55	520.071	-16.521
2	525.2	524.151	1.049
3	502.56	511.989	-9.429
4	431.93	456.27	-24.34
5	418.51	432.196	-13.686
6	480.87	474.164	6.706
7	560.17	543.357	16.813
8	623.94	604.516	19.424
9	635.29	624.435	10.855
10	609.32	606.535	2.785
11	588.89	584.624	4.266
12	586.88	576.35	10.53
13	530.36	531.325	-0.965
14	554.75	544.101	10.649
15	531.7	529.171	2.529
16	533.4	466.413	66.987
17	545.9	499.378	46.522
18	553.77	569.552	-15.782
19	613.7	604.5	9.2
20	690.15	653.329	36.821
21	662.88	678.977	-16.097
22	593.91	630.372	-36.462

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 23(ต่อ)

กาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	595.39	579.294	16.096
24	573.44	591.13	-17.69
25	537	528.551	8.449
26	545.57	557.606	-12.036
27	502.31	529.282	-26.972
28	452.94	513.708	-60.768
29	460.31	487.799	-27.489
30	486.35	492.149	-5.799
31	586.13	556.986	29.144
32	607.44	657.071	-49.631
33	534.61	602.517	-67.907
34	543.65	508.211	35.439
35	579.21	558.1	21.11
36	588.29	564.108	24.182
37	560.5	553.079	7.421
38	533.56	562.644	-29.084
39	497.33	501.282	-3.952
40	430.38	459.711	-29.331
41	478.04	448.002	30.038
42	490.01	499.89	-9.88
43	616.26	577.375	38.885
44	639.48	625.29	14.19
45	634.17	567.079	67.091
46	589.58	615.433	-25.853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23(ต่อ)

กาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	571.85	608.072	-36.222
48	617.42	581.319	36.101
49	571.69	584.918	-13.228
50	564.31	546.127	18.183
51	540.24	526.492	13.748
52	568.84	474.43	94.41
53	552.69	576.387	-23.697
54	563.72	545.834	17.886
55	610.4	653.732	-43.332
56	751.01	629.898	121.112
57	668.58	712.284	-43.704
58	625.76	618.38	7.38
59	635.93	599.77	36.16
60	634.83	656.635	-21.805

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ARIMA Model

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters		
0	201845	0.100	0.100	456.608
1	155575	0.250	0.155	357.830
2	120061	0.400	0.237	259.115
3	94937	0.550	0.360	163.554
4	82061	0.667	0.510	93.082
5	77553	0.723	0.642	56.710
6	76477	0.727	0.708	45.577
7	76082	0.725	0.746	39.782
8	75903	0.724	0.771	36.061
9	75810	0.723	0.788	33.446
10	75757	0.722	0.801	31.507
11	75725	0.722	0.811	30.018
12	75704	0.721	0.819	28.848
13	75691	0.721	0.825	27.913
14	75683	0.720	0.830	27.157
15	75677	0.720	0.834	26.540
16	75673	0.720	0.837	26.035
17	75671	0.720	0.840	25.619
18	75669	0.719	0.842	25.276
19	75668	0.719	0.844	24.991
20	75667	0.719	0.846	24.755
21	75667	0.719	0.847	24.560
22	75666	0.719	0.848	24.397
23	75666	0.719	0.849	24.262
24	75666	0.719	0.850	24.150

Relative change in each estimate less than 0.0010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Final Estimates of Parameters

Type	Estimate	St. Dev.	t-ratio
AR 1	0.7189	0.0964	7.46
SAR 12	0.8497	0.1110	7.66
Constant	24.150	4.730	5.11
Mean	571.7	112.0	

No. of obs.: 60

Residuals: SS = 71418.2 (backforecasts excluded)

MS = 1253.0 DF = 57

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) chisquare statistic

Lag	12	24	36	48
Chisquare	17.0(DF=10)	26.5(DF=22)	39.6(DF=34)	42.7(DF=46)

Forecasts from period 60

95 Percent Limits

Period	Forecast	Lower	Upper
61	589.148	519.755	658.540
62	577.971	492.509	663.434
63	553.991	461.310	646.673
64	575.759	479.558	671.960
65	560.213	462.243	658.183
66	568.275	469.404	667.147
67	607.000	507.665	706.334
68	725.805	626.232	825.378
69	655.274	555.578	754.970
70	618.538	518.779	718.297
71	626.928	527.136	726.720
72	625.813	526.003	725.622

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีต่างๆ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 ถึง  
เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 : ข้อมูลจริง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง ค่าพยากรณ์ และค่าคลาดเคลื่อน ของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัยด้วยวิธีปรับเรียบแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	560.5	*	*	*	*
2	533.56	*	*	*	*
3	497.33	*	*	*	*
4	430.38	*	*	*	*
5	478.04	*	*	*	*
6	490.01	*	*	*	*
7	616.26	*	*	*	*
8	639.48	*	*	*	*
9	634.17	*	*	*	*
10	589.58	*	*	*	*
11	571.85	*	*	*	*
12	617.42	554.882	*	*	*
13	571.69	555.814	*	*	*
14	564.31	558.377	*	*	*
15	540.24	561.952	*	*	*
16	568.84	573.491	*	*	*
17	552.69	579.712	*	*	*
18	563.72	585.854	*	*	*
19	610.4	585.366	*	*	*
20	751.01	594.66	*	*	*
21	668.58	597.528	*	*	*
22	625.76	600.543	*	*	*
23	635.93	605.883	579.505	*	*
24	634.83	607.333	583.876	637.057	-2.227

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 : ข้อมูลจริง ค่าปรับเทียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้  
ประเภทบ้านอยู่อาศัย ด้วยวิธีปรับเทียบแบบเอกซโปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเทียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	560.5	559.524	511.722	48.778
2	533.56	534.201	565.606	-32.046
3	497.33	498.188	540.251	-42.921
4	430.38	431.856	504.196	-73.816
5	478.04	477.235	437.792	40.248
6	490.01	489.874	483.21	6.8
7	616.26	613.852	495.856	120.404
8	639.48	639.089	619.952	19.528
9	634.17	634.391	645.208	-11.038
10	589.58	590.598	640.499	-50.919
11	571.85	572.346	596.656	-24.806
12	617.42	616.639	578.38	39.04
13	571.69	572.71	622.711	-51.021
14	564.31	564.598	578.732	-14.422
15	540.24	540.847	570.606	-30.366
16	568.84	568.4	546.825	22.015
17	552.69	553.124	574.399	-21.709
18	563.72	563.628	559.103	4.617
19	610.4	609.584	569.611	40.789
20	751.01	748.302	615.607	135.403
21	668.58	670.298	754.458	-85.878
22	625.76	626.772	676.369	-50.609
23	635.93	635.867	632.794	3.136
24	634.83	634.971	641.892	-7.062

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 : ข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัยด้วยวิธีเทคนิคบอกรซ์และเงินกินดี

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	560.5	572.1	-11.602
2	533.56	567.28	-33.723
3	497.33	548.14	-50.811
4	430.38	522.4	-92.018
5	478.04	474.83	3.212
6	490.01	508.69	-18.682
7	616.26	517.2	99.063
8	639.48	606.9	32.578
9	634.17	623.4	10.769
10	589.58	619.63	-30.048
11	571.85	587.95	-16.095
12	617.42	575.35	42.073
13	571.69	607.73	-36.036
14	564.31	575.23	-10.924
15	540.24	569.99	-29.75
16	568.84	552.89	15.953
17	552.69	573.21	-20.519
18	563.72	561.73	1.986
19	610.4	569.57	40.829
20	751.01	602.74	148.272
21	668.58	702.65	-34.067
22	625.76	644.08	-18.317
23	635.93	613.65	22.278
24	634.83	620.88	13.952

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ARIMA Model

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters	
0	94903.0	0.100	523.087
1	77949.4	0.250	436.216
2	65743.2	0.400	349.313
3	58284.5	0.550	262.352
4	55573.6	0.700	175.270
5	55561.4	0.710	169.456
6	55561.3	0.711	169.028

Relative change in each estimate less than 0.0010

Final Estimates of Parameters

Type	Estimate	St. Dev.	t-ratio
AR 1	0.7105	0.1542	4.61
Constant	169.03	10.28	16.44
Mean	583.93	35.52	

No. of obs.: 24

Residuals: SS = 55424.0 (backforecasts excluded)

MS = 2519.3 DF = 22

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) chisquare statistic

Lag	12	24	36	48
Chisquare	6.7(DF=11)	*(DF=*)	*(DF=*)	*(DF=*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Forecasts from period 24

Period	95 Percent Limits		
	Forecast	Lower	Upper
25	620.097	521.700	718.494
26	609.628	488.922	730.334
27	602.190	471.662	732.719
28	596.905	461.688	732.122
29	593.150	455.627	730.673
30	590.482	451.809	729.154
31	588.586	449.336	727.835
32	587.239	447.699	726.779
33	586.282	446.595	725.968
34	585.601	445.841	725.362
35	585.118	445.321	724.916
36	584.775	444.959	724.591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บรรณานุกรม

- ทรงศิริ เต๋ตสมบัติ. 2539. เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ. ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ
- นัฐพร อุดมประเสริฐดี . 2543. ตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและ  
ภาคต่างๆ ของประเทศไทย. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ
- หัทธยา เชื้อววัฒน์กี. เอกสารประกอบการเรียนวิชาอนุกรมเวลาและดัชนี. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ
- Bruce L. Bowerman and Richard T.o'Connell. Times Series Forecasting, Duxbury Press,  
California, 1979.
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright and V.E.McGee, Forecasting: Methods and Applications, 2 nd  
edition, John Wiley and Sons Inc., New York 1983.

## ประวัติผู้จัดทำ

## นายทิมมพร อติศัยเฝ้าพันธุ์

วัน เดือน ปี เกิด : 11 ธันวาคม พ.ศ. 2522  
 สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

## นายรัฐวรุฬ พุ่มพวง

วัน เดือน ปี เกิด : 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2523  
 สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

## นายนิยม จังสถิตย์กุล

วัน เดือน ปี เกิด : 4 ธันวาคม พ.ศ. 2522  
 สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนราชคำริ  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนราชคำริ

## นายสุขชัย กิติโกมลกุล

วัน เดือน ปี เกิด : 26 ตุลาคม 2522  
 สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนวัดนवलนรดิศ  
 การศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนวัดนवलนรดิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้