

การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเทคนิค
การทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล

FORECASTING USING SUBSCRIBERS IN MOBILE SWITCHING CENTER
BY EXPONENTIAL SMOOTHING METHODS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1987-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเทคนิค
การทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล

FORECASTING USING SUBSCRIBERS IN MOBILE SWITCHING CENTER
BY EXPONENTIAL SMOOTHING METHODS



ณัฐพรชัย อุ่นซ้อน

NUTTAPORNCHAI OUNSORN

ณ.
ฉ.๒๕๕๖
๒๕๕๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 60907
วัน,เดือน,ปี - 6 ก.ค. 2549

b..... 11531436
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

ISBN 974-15-1987-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**FORECASTING USING SUBSCRIBERS IN MOBILE SWITCHING CENTER
BY EXPONENTIAL SMOOTHING METHODS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2005

ISBN 974-15-1987-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่
นักศึกษา	โดยเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล
รหัสประจำตัว	นายณัฐพรชัย อุ่นซ้อน
ปริญญา	43064643
สาขาวิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
พ.ศ.	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
	ผศ.กิติพงษ์ มะโน

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่าง วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ กับวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ข้อมูลที่ใช้ในวิจัย คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของ บมจ.แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ทั้งหมด 10 เขตพื้นที่ให้บริการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ วิธีพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ วิธีพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ ให้ค่าการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่า การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในทุกเขตพื้นที่ให้บริการที่ทำการพยากรณ์

Thesis Title	Forecasting Using Subscribers in Mobile Switching Center by Exponential Smoothing Methods
Student	Mr.Nuttapornchai Ounsorn
Student ID.	43064643
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communications Engineering
Year	2005
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr.Surasit Ratreer
Thesis Co-Advisor	Assist. Prof.Kitipong Mano

ABSTRACT

The propose of this research was to compare the accuracy in forecasting using subscriber in mobile switching center by Holt-Winters Exponential Smoothing and Linear Least Square error method, and using error measure: MSE as criteria. The time series used in the study are the database of using subscriber in mobile switching center from ADVANCED INFO SERVICE PUBLIC COMPANY LIMITED in 10 service regions. The research instrument was Microsoft EXCEL. The data were analyzed by Holt-Winters Exponential Smoothing forecast, Linear Least Square Error forecast, and Comparison of the forecasts method.

The research finding was as follow:

Holt-Winters Exponential smoothing method produces the best accurate forecast for the using subscribers in mobile swiching center in every service regions than Linear Least Square Error method.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะความกรุณาของท่านอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.กิตติพงศ์ มะโน ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขปัญหา ตลอดจนเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ทุกท่าน และพี่ปริญาโท รุ่น 4 ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำข้อคิดและชี้แนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้ร่วมงาน บมจ.แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส และวิศวกรประจำชุมสายในแต่ละภูมิภาคทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สุดท้ายต้องขอขอบคุณภรรยาของข้าพเจ้า คุณภัทราภรณ์ ประสงค์สุข และลูกน้อยที่อยู่ในครรภ์ ที่เป็นเสมือนคู่คิด คอยเป็นกำลังใจ และดูแลเอาใจใส่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ณัฐพรชัย อุ่นซ้อน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย	6
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 วิธีการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล	8
2.2 วิธีการพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	10
2.3 การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการวางแผนเครือข่าย	11
2.4 ความแม่นยำในการพยากรณ์	13
2.5 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์	15
2.6 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
3.1 ประชากร	22
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	22
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	26
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	28
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	41
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 อภิปรายผล	43
5.3 ข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการวิจัย	51
ภาคผนวก ข ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล	53
ภาคผนวก ค ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	70
ประวัติผู้เขียน	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รูปแบบแผนของการพยากรณ์อนุกรมเวลา	19
4.1 ผลการพยากรณ์ 6 เดือนล่วงหน้า ของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์	29
4.2 ผลการพยากรณ์ 6 เดือนล่วงหน้า ของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	30
4.3 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละเขตพื้นที่ กับค่าผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 6 เดือนของแต่ละวิธีพยากรณ์	32
4.4 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ	39
ข.1 ผลการสร้างสมการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในแต่ละเขตพื้นที่.....	56
ค.1 ผลการสร้างสมการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในแต่ละเขตพื้นที่.....	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าพยากรณ์กับการวางแผนเครือข่าย 11
2.2	ลำดับขั้นการวางแผนเครือข่ายเบื้องต้น 12
2.3	กระบวนการวางแผน 13
2.4	ผังการประเมินสำหรับการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล 20
3.1	ขั้นตอนการสร้างสมการการพยากรณ์ 26
4.1	ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ 29
4.2	ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด 31
4.3	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 34
4.4	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง 34
4.5	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 35
4.6	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 35
4.7	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก 36
4.8	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก 36
4.9	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนบน 37
4.10	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคกลาง 37
4.11	การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน 38

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง	38
ข.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคเหนือตอนบน	60
ข.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคเหนือตอนล่าง.....	61
ข.3 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธี พยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน...62	62
ข.4 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธี พยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง .63	.63
ข.5 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคตะวันออก.....	64
ข.6 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคตะวันตก.....	65
ข.7 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคกลางตอนบน	66
ข.8 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคกลาง.....	67
ข.9 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคใต้ตอนบน	68
ข.10 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตภาคใต้ตอนล่าง	69
ค.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในเขตภาคเหนือตอนบน.....	75
ค.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในเขตภาคเหนือตอนล่าง	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.3 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	77
ก.4 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	78
ก.5 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคตะวันออก	79
ก.6 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคตะวันตก	80
ก.7 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคกลางตอนบน	81
ก.8 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคกลาง	82
ก.9 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคกลาง	83
ก.10 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL โดยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตภาคกลาง	84

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น จะเห็นได้จาก รายงานสรุปยอดผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ณ เดือน มิถุนายน 2545 ประเทศไทยมีจำนวนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งสิ้น 12,081,730 เลขหมาย คิดเป็นอัตราการเติบโต 171.8% และยอดรวมของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกทั้งสิ้น 703,119,310 เลขหมาย คิดเป็นอัตราการเติบโต 29.9% ที่มาของข้อมูล (www.emc-database.com)[Internet] ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของผู้ใช้งานในแต่ละประเทศ (PLMN SSS Planning, 2002 : 8) สรุปได้ดังนี้

- ผลผลิตรวมของประเทศในแต่ละปี
- ภาวะการเติบโตทางเศรษฐกิจ
- เงื่อนไขการแข่งขันทางการค้าในตลาดธุรกิจโทรคมนาคม
- เทคโนโลยีของผู้ให้บริการแต่ละราย
- โครงสร้างการคิดค่าบริการของระบบโทรศัพท์สาธารณะ และโทรศัพท์เคลื่อนที่
- การใช้เทคโนโลยีใหม่

ในภาวะที่การตลาดมีการแข่งขันสูง ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Network Operator) จำเป็นที่จะต้องทราบถึงการเติบโตของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบของตนเอง เพื่อให้สามารถจัดเตรียม เครือข่าย (Network) และบริการ (Service) ต่างๆ ให้สอดคล้องกับจำนวนผู้ใช้งานในระบบ การที่จะทราบจำนวนของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น จำเป็นต้องอาศัยการพยากรณ์ (Forecasting) เข้ามาช่วยในการวางแผน เพื่อช่วยในการตัดสินใจ และคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับ ทรงศิริ แต่สมบัติ (2539 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า การพยากรณ์มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผน และการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานของทุกสาขาอาชีพ และของทุกองค์กรที่มีกิจกรรมในสาขาต่างๆ เช่น ธุรกิจ อุตสาหกรรม เกษตร การเมือง การสาธารณสุข เป็นต้น ไม่ว่าองค์กรนั้นจะเป็นองค์กรขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ องค์กรของรัฐ หรือของเอกชน หากนักวางแผนหรือผู้ตัดสินใจในองค์กรทราบว่าเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ใดจะเกิดขึ้นหรืออาจจะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่งจะทำให้การวางแผนหรือการตัดสินใจในการดำเนินงานเป็นไปได้อย่างถูกต้อง

การวางแผนระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ บมจ.แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ในปัจจุบันบริษัทฯ ได้ใช้วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด ในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ ทั้งนี้จำนวนของผู้ใช้งานฯ จะใช้เป็นค่าตั้งต้นในการวางแผน ดังนั้นความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงมีความสำคัญ ต้องเป็นค่าการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูง หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด การใช้ข้อมูลพยากรณ์ที่มีความแม่นยำต่ำหรือความคลาดเคลื่อนมาก จะเกิดผลเสียสรุปได้ดังนี้

- การพยากรณ์ที่มากเกินไปความจริง (Over Forecast) ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรของระบบต่ำ (Low Utilization) เนื่องจากปริมาณการใช้งานของผู้ใช้บริการน้อยกว่าความจริง ทำให้เกิดการลงทุนโดยที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่

- การพยากรณ์ที่น้อยเกินไปความจริง (Under Forecast) จะส่งผลกระทบต่อมากกว่าการพยากรณ์ที่มากเกินไปความจริง ทั้งนี้เนื่องจากระบบเครือข่ายไม่สามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานที่เกิดขึ้นจริงได้ ส่งผลให้คุณภาพของการให้บริการ และความพึงพอใจของลูกค้าลดลง และอาจส่งผลให้ลูกค้าเปลี่ยนไปใช้ระบบที่มีเครือข่ายดีกว่า ทำให้ผู้ให้บริการสูญเสียรายได้ และส่วนแบ่งทางการตลาด

การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในระยะเริ่มต้นของการวางแผนเครือข่าย พบว่าค่าการพยากรณ์มีความแม่นยำอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ในางานวางแผนได้ เนื่องจากการแข่งขันทางการตลาดยังมีน้อย ลักษณะของข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และคงที่ แต่ในปัจจุบันเมื่อภาวะที่การตลาดมีแข่งขันสูง อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงไม่มีลักษณะของการเพิ่มที่คง หรือลดลงเท่ากันตลอดทุกเดือน เหมือนกับระยะเริ่มต้นของการวางแผน จึงทำให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ฯ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าความแม่นยำลดลง โดยพบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ทั้ง การพยากรณ์ที่มากเกินไปความจริง และน้อยเกินไปความจริง ซึ่งให้ผลแตกต่างกันไปในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในกระบวนการวางแผนเครือข่ายของบริษัทฯ ทั้งด้านการบริหาร และการลงทุน

โดยลักษณะของข้อมูลจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นข้อมูลที่มีลักษณะของแนวโน้ม (Trend) และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล (Seasonal) ซึ่งสามารถสังเกตได้จาก จำนวนผู้ใช้งานที่เพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงปกติในแต่ละเขตพื้นที่ ในช่วงของงานเทศกาล หรืองานประเพณี ดังนั้นการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงต้องอาศัยเทคนิคการพยากรณ์ที่คิดในเรื่องของแนวโน้ม และผลกระทบของฤดูกาลมาใช้งาน เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำ และมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ เป็นวิธี

ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะของแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ทัศนีย์ อินทนู, 2547 : 164), (ธนพร มุฑุตานนท์, 2547 : บทคัดย่อ), (พรภพ แสงทอง, 2543 : 46) และ(รัชนิวรรณ อนุตระกูลชัย, 2539 : บทคัดย่อ)

ดังนั้นผู้วิจัยซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกับการวางแผนเครือข่าย และเป็นผู้พยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โดยตรงมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ ซึ่งง่ายต่อการเข้าใจ มาใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ บมจ.แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส เป็นกรณีศึกษา โดยทำการเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่างวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งเป็นวิธีพยากรณ์เดิมที่บริษัทฯ ใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่างวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ กับวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

1.3 สมมติฐานการวิจัย

วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ มีความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL เป็นเครื่องมือในการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้กรอบแนวคิดการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ของแต่ละวิธีพยากรณ์ดังนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดในการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการคำนวณค่าพยากรณ์ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ตามรูปแบบสมการของ Holt et al. (1960) โดยผู้วิจัยเลือกใช้สมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในรูปแบบของการคูณ มีรูปแบบของสมการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (1.1)$$

โดยที่

s = จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

m = ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า $m = 1, 2, \dots$

L_t = ระดับของข้อมูล หาได้จากสมการ

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1.2)$$

b_t = ส่วนของแนวโน้ม หาได้จากสมการ

$$b_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad (1.3)$$

S_t = ส่วนของฤดูกาล หาได้จากสมการ

$$S_t = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1-\delta)S_{t-s} \quad (1.4)$$

1.4.2 กรอบแนวคิดในการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการคำนวณค่าพยากรณ์ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ตามรูปแบบสมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ (2535 : 51) มีรูปแบบของสมการพยากรณ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Y_i = ค่าของข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

$$i = 1, \dots, n$$

Y_c = ค่าแนวโน้ม

ซึ่งจะได้สมการเส้นตรงที่มีค่ากำลังสองน้อยที่สุด ดังนี้

$$Y_c = a + bX \quad (1.5)$$

โดยหาค่าของ a, b ได้จาก

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n xY_i}{\sum_{i=1}^n X^2} \quad (1.6)$$

$$a = \bar{Y}_i \quad (1.7)$$

1.4.3 กรอบแนวคิดในการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ จากค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) อ้างถึงใน Makridakis et al. (1998 : 43) ดังมีสมการดังนี้

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (1.8)$$

โดยที่

โดยที่ Y = ข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการสังเกต

\hat{Y} หรือ F = ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์

t = ช่วงเวลา

e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

n = จำนวนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ e_t หาได้จาก

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (1.9)$$

หรือ

$$e_t = Y_t - F_t \quad (1.10)$$

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากร คือ เขตพื้นที่ให้บริการทั้งหมดของ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำนวน 10 เขตพื้นที่ให้บริการ ได้แก่ ภาคเหนือตอนบน, ภาคเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคกลางตอนบน, ภาคกลาง, ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.2.1 ตัวแปรต้น

1.5.2.1.1 ค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์

1.5.2.1.2 ค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

1.5.2.1.3 ค่าจริงของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

1.5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ในการพยากรณ์ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงการแยกประเภทของระบบเครือข่ายที่ให้บริการ ปริมาณการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการใช้งานซ้ำซ้อนกันของผู้ใช้เลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละเขตพื้นที่

พฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และจำนวนเลขหมายที่ครอบครองในแต่ละบุคคลไม่มีผลต่อการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1. วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ หมายถึง วิธีพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ กับวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด
2. วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด หมายถึง วิธีพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ บมจ.แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
3. ความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ หมายถึง ผลของการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ที่มีค่าการพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด หรือวิธีพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด
4. ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) หมายถึง ค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ จากการคำนวณค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงกับค่าการพยากรณ์
5. ค่าจริง หมายถึง ค่าจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่เก็บ ได้จริงจากฐานข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละชุมสาย (Visitor Location Register: VLR)
6. ค่าการพยากรณ์ หมายถึง ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ได้จากวิธีพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ และวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด
7. ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ หมายถึง ผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีฐานข้อมูลในระบบชุมสาย (Visitor Location Register: VLR) ภายใต้การให้บริการของ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส โดยแบ่งการให้บริการออกเป็น 10 เขตพื้นที่ให้บริการ ได้แก่ ภาคเหนือตอนบน, ภาคเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคกลางตอนบน, ภาคกลาง, ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง
8. ข้อมูลตั้งต้น หมายถึง ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในอดีต ที่ใช้สำหรับสร้างสมการเริ่มต้นของวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์
9. ข้อมูลทดสอบ หมายถึง ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในอดีต ที่ใช้สำหรับทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ของสมการเริ่มต้นที่ได้จากข้อมูลตั้งต้น ของวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์
10. ค่าพารามิเตอร์ หมายถึง ค่าคงที่ในการปรับให้เรียบตามสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้

เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพยากรณ์ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์
- 2.2 วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด
- 2.3 การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการวางแผนเครือข่าย
- 2.4 ความแม่นยำในการพยากรณ์
- 2.5 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์
- 2.6 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์

วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบ (Exponential Smoothing) เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งใช้พยากรณ์ระยะสั้นที่ทันใจ และระยะสั้น รวมถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลจะมีการกำจัดอิทธิพลของความไม่แน่นอนออกไป เพื่อให้เรียบขึ้น ทำให้สามารถพยากรณ์หรือประมาณค่าตัวแปรในอนาคตได้ นอกจากนี้วิธีนี้ยังเป็นวิธีที่แก้ไขข้อเสียของเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เนื่องจากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญแก่ข้อมูลทุกค่าเท่ากันหมด คือ $1/n$ (n = จำนวนข้อมูล) แต่วิธีเอกซ์โพเนนเชียลมีหลักการว่าจะให้ความสำคัญหรือนำหนักแก่ข้อมูลไม่เท่ากัน

วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt et al. : 1960) หรือเรียกว่า Holt-Winter's Method หรือ Triple Exponential Smoothing ซึ่งวิธีของโฮลท์-วินเทอร์เหมาะสำหรับใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาล (Trend-Season Data) ใช้พยากรณ์ระยะสั้นจนถึงระยะปานกลาง ข้อมูลไม่ควรเป็นรายปี เพราะจะทำให้ไม่สามารถแยกอิทธิพลของฤดูกาลได้ ข้อมูลควรอยู่ในรูปของรายเดือน หรือรายสัปดาห์ เป็นต้น

วิธีของโฮลท์-วินเทอร์ ยังคงใช้หลักการของเทคนิคเอกซ์โพเนนเชียลคือให้ความสำคัญแก่ข้อมูลไม่เท่ากัน และมีค่าที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ

α (alpha) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์, $0 \leq \alpha \leq 1$

γ (gamma) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม, $0 \leq \gamma \leq 1$

δ (delta) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล, $0 \leq \delta \leq 1$

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้สมการพยากรณ์ในรูปแบบของการคูณ (Multiplicative Seasonality Model) โดยมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (2.1)$$

โดยที่

s = จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

m = ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า $m = 1, 2, \dots$

L_t = ระดับของข้อมูล หาได้จากสมการ

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.2)$$

b_t = ส่วนของแนวโน้ม หาได้จากสมการ

$$b_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (2.3)$$

S_t = ส่วนของฤดูกาล หาได้จากสมการ

$$S_t = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \delta)S_{t-s} \quad (2.4)$$

การกำหนดค่าเริ่มต้น

ค่าเริ่มต้นจะมี $2 + S$ ค่า คือ ค่าเริ่มต้นของระดับข้อมูล (L) 1 ค่า ค่าเริ่มต้นของแนวโน้ม b อีก 1 ค่า และค่าเริ่มต้นของฤดูกาล s ฤดูกาล (s ค่า) โดยที่

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (2.5)$$

$$b_s = \frac{1}{s} \left(\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{2s} - Y_s}{s} \right) \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนการสอนและการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_1 = Y_1 / L_s, S_2 = Y_2 / L_s, \dots, S_s = Y_s / L_s \quad (2.7)$$

2.2 วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

เป็นวิธีที่หาความสัมพันธ์ระหว่าง แนวโน้มกับ โดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกับการวิเคราะห์ความถดถอย โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นวิธีหาค่า a และ b ที่ทำให้ผลบวกของค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด ในการวิจัยนี้ผู้วิจัย ใช้สมการวิธีพยากรณ์วิธีกำลังสองน้อยที่สุดในรูปแบบสมการเส้นตรง หรือเรียกว่า วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบสมการเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ (2535 : 51-68) มีรูปแบบสมการพยากรณ์ดังนี้

โดยที่ Y_i = ค่าของข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

$$i = 1, \dots, n$$

Y_c = ค่าแนวโน้ม

ซึ่งจะได้สมการเส้นตรงที่มีค่ากำลังสองน้อยที่สุด ดังนี้

$$Y_c = a + bX \quad (2.8)$$

โดยหาค่าของ a, b ได้จาก

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n xY_i}{\sum_{i=1}^n X^2} \quad (2.9)$$

$$a = \overline{Y_i} \quad (2.10)$$

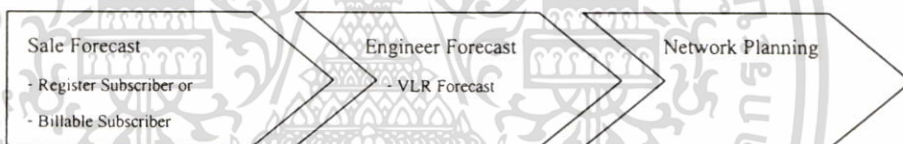
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการวางแผนเครือข่าย

2.3.1 การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

ลักษณะการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีข้อแตกต่างจากการใช้งานโทรศัพท์สาธารณะ หรือแบบมีสาย คือ ในด้านของการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่การใช้งาน ผู้ใช้จึงไม่ได้จำกัดการใช้งานอยู่เฉพาะภายในพื้นที่ที่ตนเองลงทะเบียน แต่สามารถใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ทุกที่ (Roaming) ภายใต้อัตราค่าบริการ (Coverage Area) ซึ่งการพิจารณาจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงไม่สามารถหาได้จากยอดขายทางการตลาด หรือยอดของผู้ลงทะเบียน (Register Subscriber หรือ Billable Subscriber) ในแต่ละพื้นที่การให้บริการได้

ดังนั้นการคำนวณหาจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จากยอดขายทางการตลาด (Sale Forecast) ให้เป็นค่าการพยากรณ์ในความหมายทางวิศวกรรม (Engineer Forecast) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเครือข่าย



รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าพยากรณ์กับการวางแผนเครือข่าย

จากรูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าพยากรณ์กับการวางแผนเครือข่าย ในการได้มาซึ่งค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้พยากรณ์สามารถหาค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากข้อมูลตั้งต้นที่มีอยู่แล้วดังนี้

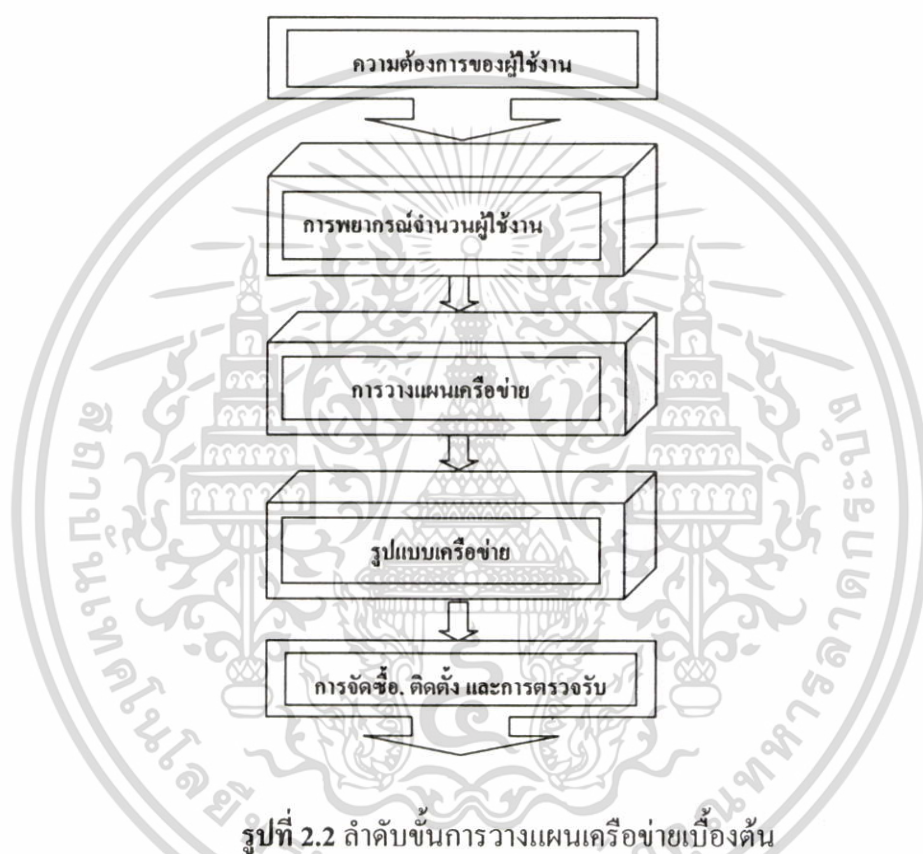
- การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้ข้อมูลจากยอดขายทางการตลาด เป็นข้อมูลตั้งต้นในการพยากรณ์
- การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอดีตเป็นข้อมูลตั้งต้นในการพยากรณ์

การใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอดีตเป็นข้อมูลตั้งต้นในการพยากรณ์ จะทำให้ผู้พยากรณ์สังเกตเห็น ลักษณะของแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ได้ชัดเจนมากกว่า การใช้ข้อมูลจากยอดขายทางการตลาด ที่ไม่ได้สะท้อนค่าจริงของจำนวน

ผู้ใช้งานโทรศัพท์ที่ แต่ทั้งนี้ข้อมูลจากยอดขายทางการตลาดจะช่วยให้ผู้พยากรณ์สามารถวิเคราะห์
ในส่วนของแนวโน้มที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

2.3.2 การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กับการวางแผนเครือข่าย

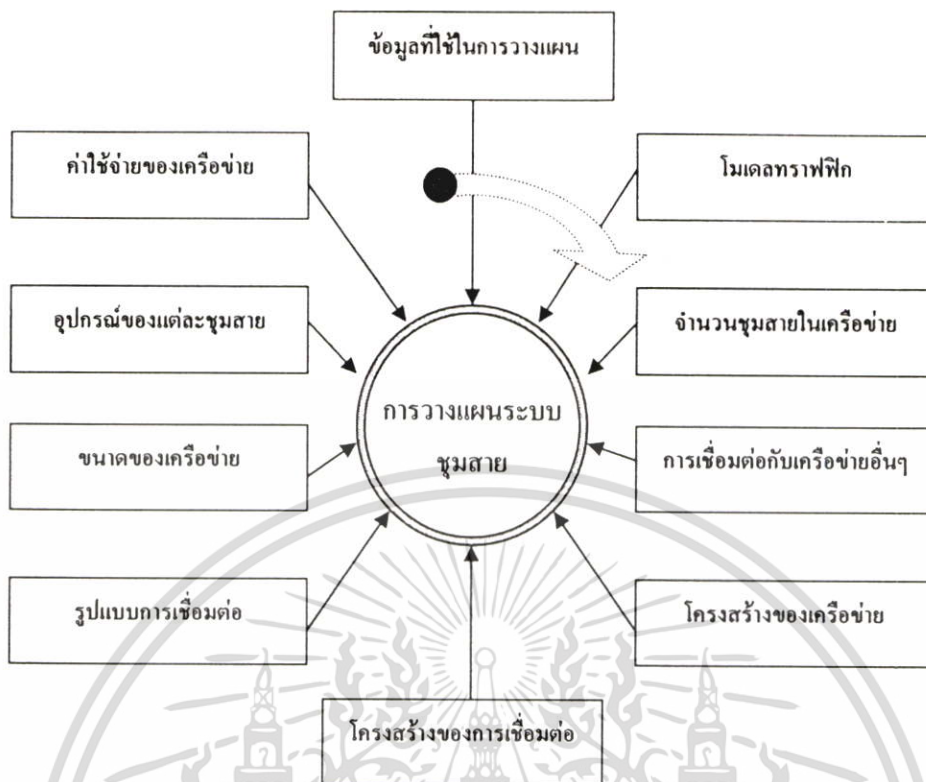
ในการวางแผนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เทคนิคการพยากรณ์ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์
จำนวนผู้ใช้งานในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ ตามลำดับขั้นการวางแผนเครือข่ายเบื้องต้น รูปที่ 2.2



ลำดับขั้นการวางแผนเครือข่ายเบื้องต้น (PLMN SSS Planning, 2002 : 5) มีดังต่อไปนี้

- การศึกษาความต้องการของผู้ใช้บริการ
- การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้บริการ ในแต่ละพื้นที่ให้บริการ
- การวางแผนเครือข่าย
- รูปแบบเครือข่าย ที่ได้จากการวางแผน
- การจัดซื้ออุปกรณ์ชุมสาย, การติดตั้ง และการตรวจรับ/ส่งมอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 กระบวนการวางแผนระบบชุมสาย

จากรูปที่ 2.3 จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผน จะได้ออกมาในรูปของ โครงสร้างของเครือข่าย, จำนวนอุปกรณ์ระบบชุมสาย และงบประมาณในการวางแผนเครือข่าย

2.4 ความแม่นยำในการพยากรณ์

สิ่งสำคัญที่สุดในการพิจารณาเลือกเทคนิควิธีพยากรณ์ คือ ความแม่นยำของค่าพยากรณ์ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายหรือความต้องการให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุด โดยที่

$$\begin{aligned} \text{ความผิดพลาดในการพยากรณ์} &= \text{ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์} \\ &= \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์} \end{aligned}$$

$$\text{ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์} = e_t = Y_t - F_t \text{ หรือ } Y_t - \hat{Y}_t$$

เมื่อ

$$\hat{Y} \text{ หรือ } F = \text{ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์}$$

$$t = \text{คือช่วงเวลา}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

โดยเป้าหมายในการพยากรณ์คือการทำให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำที่สุดสำหรับสถิติที่ใช้วัดความผิดพลาดของการพยากรณ์ ที่ควรพิจารณามีดังนี้

2.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error: ME)

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (2.11)$$

2.4.2 Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (2.12)$$

2.4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (2.13)$$

2.4.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อน (Standard Deviation of Error: SDE)

$$SDE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-1} \quad (2.14)$$

2.4.5 ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อน (Percentage Error: PE_t)

$$PE_t = \left(\frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) 100 = \frac{e_t}{Y_t} \times 100 \quad (2.15)$$

2.4.6 ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Percentage Error: MPE)

$$MPE = \frac{\sum PE_t}{n} \quad (2.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 ร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum |PE_t|}{n} \quad (2.17)$$

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำในค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ได้จากแต่ละวิธีการพยากรณ์

2.5 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์

กัลยา วานิชย์บัญชา (2545 : 393) กล่าวว่า การเลือกเทคนิคการพยากรณ์พิจารณาจาก

1. ระยะเวลาของการพยากรณ์ ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดว่าต้องการพยากรณ์ระยะสั้น ระยะปานกลาง หรือระยะยาว
2. ลักษณะของข้อมูล การเลือกวิธีการพยากรณ์ ควรพิจารณาจากลักษณะ หรือรูปแบบของข้อมูล ข้อมูลบางชุดอาจจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก บางชุดมีแต่ความผันแปรไม่แน่นอน ข้อมูลบางชุดประกอบด้วยอิทธิพลของฤดูกาล และวัฏจักร บางชุดมีแต่แนวโน้ม และความผันแปรที่ไม่แน่นอน หรืออาจมีปัจจัย หรือตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อข้อมูลที่ต้องการศึกษา ซึ่งอาจต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอย และสหสัมพันธ์
3. ค่าใช้จ่าย การพิจารณาเลือกเทคนิคการพยากรณ์จะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายด้วย เนื่องจากแต่ละวิธีจะต้องมีจำนวนข้อมูลที่วิเคราะห์แตกต่างกัน ถ้าใช้ข้อมูลมากจะยิ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก นอกจากนั้นถ้าเลือกใช้การวิเคราะห์ความถดถอย และสหสัมพันธ์จะต้องหาข้อมูลของตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรที่จะพยากรณ์ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการหาข้อมูลตัวแปรอิสระเหล่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าตัวแปรอิสระเป็นข้อมูลภายนอกองค์กร ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น
4. ความถูกต้อง สิ่งที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาเลือกเทคนิคการพยากรณ์ คือ ความถูกต้องของค่าพยากรณ์ นั่นคือต้องการให้ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุด

ทรงศิริ แต่สมบัติ (2539 : 11) การเลือกวิธีการพยากรณ์แต่ละวิธีผู้พยากรณ์จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่

1. ช่วงเวลาของการพยากรณ์ แต่ละวิธีเหมาะกับการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นระยะใกล้ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เวลาที่ใช้ในการทำการพยากรณ์ แต่ละวิธีจะใช้เวลาทั้งการหารูปแบบและการวิเคราะห์ที่ต่างกัน ในหน่วยงานที่ต้องพยากรณ์เหตุการณ์หลายเหตุการณ์เช่น ยอดขายสินค้าหลายๆประเภท การใช้วิธีการพยากรณ์ที่ยู่ยากจะใช้เวลามากกว่า จนทำให้ผลการพยากรณ์ที่ได้ไม่ทันสมัยสำหรับการนำไปใช้

3. ลักษณะของข้อมูลที่มี และจำนวนข้อมูลที่มี ผู้พยากรณ์จำเป็นที่จะต้องทราบว่า จะต้องหาข้อมูลที่สนใจได้จากแหล่งใด ข้อมูลที่หาได้มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ข้อมูลมีจำนวนมากน้อยเพียงใด ข้อมูลมาจากแหล่งใด มีลักษณะการเคลื่อนไหวอย่างไร และมีหน่วยวัดอย่างไร ความเข้าใจข้อมูลจะทำให้เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

4. ความถูกต้องของการพยากรณ์ แต่ละวิธีการพยากรณ์จะให้ความถูกต้องของค่าพยากรณ์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้วิจัยท่านใดที่ชี้ชัดว่าวิธีพยากรณ์ใดจะให้ค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาทุกลักษณะ

5. ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ การพยากรณ์จะมีค่าใช้จ่ายที่ครอบคลุมตั้งแต่การหาตัวแปรที่เหมาะสมที่จะนำมาศึกษา หาข้อมูล เก็บข้อมูล และการดำเนินการพยากรณ์ตั้งแต่การสร้างรูปแบบ จนถึงหาค่าพยากรณ์จากสมการพยากรณ์

6. ข้อจำกัดของแต่ละวิธี วิธีการพยากรณ์บางวิธี เช่น วิธีของบ็อก และเจนกินส์ การวิเคราะห์การถดถอย เป็นต้น จะให้ค่าพยากรณ์ทั้งที่เป็นแบบจุด และแบบช่วง ส่วนบางวิธีให้ค่าพยากรณ์ที่เป็นแบบจุด เช่น วิธีแยกส่วนประกอบ เป็นต้น

7. ความยากง่ายของการพยากรณ์ ในกรณีที่ผู้พยากรณ์ไม่ได้เป็นผู้บริหารขององค์กรหรือผู้ใช้ค่าพยากรณ์ ผู้พยากรณ์จะต้องอธิบายให้ผู้บริหารหรือผู้ใช้ค่าพยากรณ์เข้าใจหลักการของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ หากวิธีการพยากรณ์มีความยุ่งยากซับซ้อน หรือเน้นวิชาการมากเกินไป ผู้บริหารหรือผู้ใช้ค่าพยากรณ์อาจจะไม่ใช้เพราะไม่แน่ใจกับค่าพยากรณ์ที่ได้ ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้ควรเป็นวิธีที่ไม่ยากนักต่อความเข้าใจ และให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง

8. โปรแกรมสำเร็จรูป วิธีการพยากรณ์ที่มีการคำนวณที่ยุ่งยาก และใช้เวลาถึงแม้จะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง ผู้พยากรณ์อาจไม่เลือกใช้หากไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณและวิเคราะห์

โดยสรุป ในการพิจารณาเลือกเทคนิคการพยากรณ์ ผู้พยากรณ์ควรพิจารณาดังนี้

1. จำนวนของข้อมูล และลักษณะของข้อมูล
2. ระยะเวลาของการพยากรณ์
3. ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์
4. ความถูกต้องของเทคนิคพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ดังนี้

ธนพร มุฑุตานนท์ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเลือกเทคนิคการพยากรณ์โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้อง โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ใช้ตัวแปรคัมมี วิธีสัดส่วนกับแนวโน้ม วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ ผลการวิจัยพบว่า สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาลรวมกันเป็นแบบบวก วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกลักษณะ ยกเว้นในกรณีในช่วงเวลาการพยากรณ์เป็นระยะสั้น และขนาดอนุกรมเวลาเป็น 60 เดือน วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้อง ได้แก่ ความแปรปรวน ขนาดของอนุกรมเวลา และช่วงเวลาการพยากรณ์ สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาลรวมกันเป็นแบบคูณ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกลักษณะ

นฤมล ซึ่งเถียรตระกูล และสมชาติ จิรวิภากร (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและนำเสนอบทความวิจัยวิธีการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการเฉลี่ยน้ำหนักของข้อมูลแต่ละค่าเท่าๆ กัน (Average method) และเทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing method) มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์เป็นข้อมูลการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ถึงปี 2543 การเลือกวิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับข้อมูลจะทำได้โดยการหาความคลาดเคลื่อน ของแต่ละวิธีแล้วนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกัน เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แล้วนำเทคนิคการพยากรณ์นั้นมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในอนาคต ผลการวิจัยพบว่าวิธีของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าซึ่งทั้งสองวิธีที่นิยมใช้ และสามารถศึกษาได้ง่ายเพื่อนำหลักการไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับเริ่มต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับข้อมูลแนวโน้ม (Trend) และอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonality) ซึ่งเหมาะสมกับวิธี Exponential Smoothing Method

พรภพ แสงทอง (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการพยากรณ์เชิงปริมาณ จากการศึกษาพบว่า ในการพยากรณ์ระยะสั้นวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ แบบบวก จะเหมาะสมกับอนุกรมเวลาขนาด 3 และ 4 ปี และสำหรับอนุกรมเวลาขนาด 9 ปี วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ใช้ตัวแปรคัมมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีและค่าความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์แบบอโค วิธี Census II และวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบคูณ ในการพยากรณ์ระยะกลาง วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบคูณ จะเหมาะสมกับอนุกรมเวลาขนาด 3 และ 4 ปี ตามลำดับ สำหรับอนุกรมเวลาขนาด 5 ปี วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมี 2 วิธี ได้แก่ วิธี Census II และวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบคูณ

รัชนิวรรณ อนุตระกูลชัย (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ด้วยค่าวัดความถูกต้อง 3 ค่า ได้แก่ MAPE (Mean Absolute Percentage Error) MAD (Mean Absolute Deviation) และ MSE (Mean Square Error) โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนที่มีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน 4 ลักษณะ ลักษณะละ 15 อนุกรมเวลา ผลการศึกษาพบว่าโดยส่วนใหญ่ค่าวัดความถูกต้องทั้ง 3 ค่า ให้ผลสรุปที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล คือ วิธีนิพหนึ่ง และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแต่ไม่มีฤดูกาล คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีฤดูกาล คือวิธีโฮลท์และวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ วิธีโฮลท์และวินเทอร์

อังกราวรรณ ทองไสย (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลระหว่างพยากรณ์ด้วยวิธีของเบย์ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์ร่วม ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ได้แก่ ปริมาณการยืมหนังสือภาษาไทย และหนังสือภาษาอังกฤษ คือวิธีการพยากรณ์ร่วมสำหรับข้อมูลขนาดเล็ก ซึ่งได้จากการรวมกันของวิธี HWS กับวิธี REG โดยให้น้ำหนักแบบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และวิทยานิพนธ์ คือ วิธีการพยากรณ์ร่วมสำหรับข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งได้จากการรวมกันของวิธี HWS กับวิธี REG โดยให้น้ำหนักแบบที่ 1

อรธสิทธิ์ อินทร์น้อย และคณะ (2000 : บทคัดย่อ) ได้นำเสนอถึงวิธีการปรับปรุงจำนวนช่องสัญญาณของสถานีฐานในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ AMPS ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยนำวิธีการพยากรณ์แบบกำลังสองน้อยที่สุดมาใช้หาปริมาณการใช้งานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอนาคต หลักการสำคัญของวิธีการนี้คือการนำเสนอสมการของเส้นแนวโน้มจากปริมาณการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอดีต ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากเส้นแนวโน้มของปริมาณการใช้งานคือนำมาใช้เตรียมช่องสัญญาณให้เหมาะสมกับปริมาณการใช้งานที่จะเกิดขึ้นจริง สรุปผล ในการปรับปรุงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีสถานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ AMPS โดยการประยุกต์วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดมาใช้ จะทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้งานที่เกิดขึ้นในอนาคตของแต่ละสถานีสถาน และยังสามารถทราบถึงจำนวนของช่องสัญญาณที่จะต้องเพิ่มหรือลด ในแต่ละเซ็กเตอร์ให้สัมพันธ์กับปริมาณการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้บริการ ใช้ได้โดยไม่เกิดการบล็อกทั้งหมดทั้งสามารถ วางแผนในการเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณของสถานีสถาน, วงจรสวิทช์ในชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และวงจรเชื่อมโยงกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นได้อีกด้วย

Makridakis et al. (1998 : 71) ได้สรุปแบบแผนของการพยากรณ์อนุกรมเวลา ดังตารางที่ 2.1 และผังการประเมินสำหรับการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ดังรูปที่ 2.4

ตารางที่ 2.1 รูปแบบแผนของการพยากรณ์อนุกรมเวลา

	Observed Values						Forecasted Values			
	Y_1	Y_2	Y_3	...	Y_{n-1}	Y_n				
Period t	1	2	3	...	n-1	n	n+1	n+2	...	n+m
Estimated values	\hat{Y}_1	\hat{Y}_2	\hat{Y}_3	...	\hat{Y}_{n-1}	\hat{Y}_n	\hat{Y}_{n+1}	\hat{Y}_{n+2}	...	\hat{Y}_{n+m}
or	F_1	F_2	F_3	...	F_{n-1}	F_n	F_{n+1}	F_{n+2}	...	F_{n+m}
Error	e_1	e_2	e_3	...	e_{n-1}	e_n				

↑
Present

โดยที่ Y = ข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการสังเกต
 \hat{Y} หรือ F = ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์
 t = ช่วงเวลา
 e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์
 n = จำนวนข้อมูล

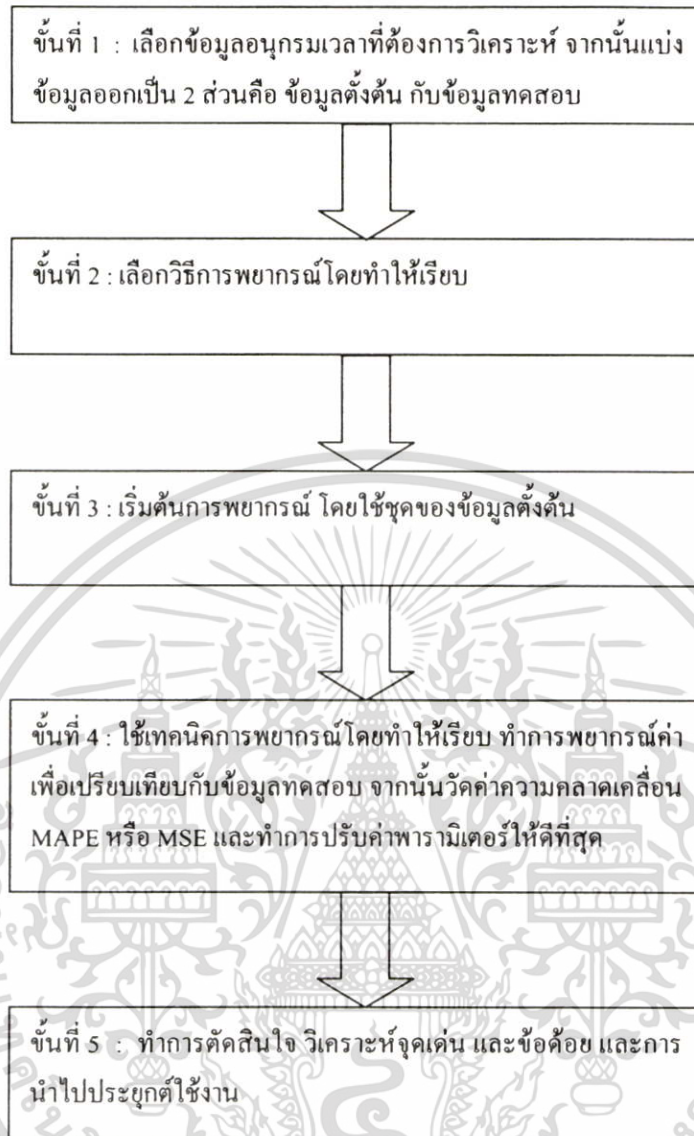
ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ e_t หาได้จาก

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \tag{2.18}$$

หรือ

$$e_t = Y_t - F_t \tag{2.19}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ฟังก์ชันประเมินสำหรับการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล

Ralph D. Snyder *et. al.* (2003 : 1-26) ได้ทำการวิจัยครั้งนี้ เทคนิคการพยากรณ์โดยทำให้เรียบ (Exponential smoothing) มักถูกใช้บ่อยในการพยากรณ์เวลาความต้องการการสั่งซื้อในการควบคุมสินค้าคงคลัง ในการวิจัยนี้ได้เสนอ สมการสำหรับคำนวณหาค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของเวลาความต้องการการสั่งซื้อ โดยใช้กับเทคนิคการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบต่างๆ ซึ่งสมการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าค่าความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ขึ้นอยู่กับแนวโน้ม และผลกระทบของฤดูกาล ด้วยเหตุนี้สมการดังกล่าวจึงเหมาะสมในการนำไปใช้ในการปรับจำนวนสินค้าคงคลังให้มีการเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้ม หรือผลกระทบของฤดูกาล โดยตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ ใช้ยอดขายรายสัปดาห์นำมาใช้ในการพิจารณาจำนวนสินค้าคงคลังภายใต้การประมาณยอดขายสูงสุดของแต่ละช่วงเวลา ผลการวิจัยพบว่า การใช้สมการเทคนิคการพยากรณ์โดยทำให้เรียบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Exponential Smoothing) ที่มีการคิดค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของการเกิดแนวโน้ม และผลกระทบของฤดูกาลสามารถช่วยในการจัดการสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพได้

Viktoria Chlot. (2004 : Abstract) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการใช้เทคนิคการพยากรณ์ นีฟแบบที่ 1, นีฟแบบที่ 2 , การวิเคราะห์สมการการถดถอย, การวิเคราะห์แนวโน้ม 6 วิธี, การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล 4 วิธี และอาร์มาโมเดล ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่มายัง Etosha National Park โดยวัดความถูกต้องของแต่ละวิธีด้วยค่า RMSE ผลการวิจัยพบว่า การพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบโซลท์และวินเทอร์ ให้ค่าการพยากรณ์ที่ถูกต้องมากที่สุด

Vincent Cho. (2003 : 323-320) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการใช้เทคนิคการพยากรณ์ 3 แบบเพื่อพยากรณ์ จำนวนนักท่องเที่ยวผู้มาเยือนประเทศ ฮองกง โดยใช้การพยากรณ์โดยทำให้เรียบ , แบบ ARIMA และ แบบ (Artificial Neural Networks : ANN) โดยเทคนิคการทำให้เรียบ และ ARIMA จะใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลา เพื่อหาจำนวนนักท่องเที่ยวผู้มาเยือนจากประเทศต่างๆ มายังประเทศฮ่องกง ส่วนวิธีที่ 3 ANN จะใช้การพิสูจน์จากคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่าวิธีการที่ดีที่สุดในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวผู้มาเยือนประเทศฮ่องกงคือวิธีการของ ANN ส่วนวิธีการที่เหลือไม่สามารถพยากรณ์ได้อย่างชัดเจน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีพยากรณ์ โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ ทั้งงานวิจัยในประเทศไทย และต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่าวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ เหมาะสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะของแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ส่วนการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบกำลังสองน้อยที่สุด เหมาะสำหรับการพยากรณ์ที่มีลักษณะของแนวโน้ม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่าง วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ กับวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากร

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากร

ประชากร คือ เขตพื้นที่ให้บริการทั้งหมดของ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำนวน 10 เขตพื้นที่ให้บริการ ได้แก่ ภาคเหนือตอนบน, ภาคเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคกลางตอนบน, ภาคกลาง, ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1 สมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สร้างลงในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ตามรูปแบบของสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ของ Holt et al. (1960)

2 สมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สร้างลงในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ตามรูปแบบของสมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ (2535 : 51)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL

การสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ลงบนโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL มีขั้นตอนการสร้างสมการดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องของวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในรูปแบบของการคูณ ตามทฤษฎีของ Holt et al. (1960) โดยมีสมการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

สมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในรูปแบบของการคูณ มีสมการดังนี้

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (3.1)$$

โดยที่

s = จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

m = ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า $m = 1, 2, \dots$

L_t = ระดับของข้อมูล หาได้จากสมการ

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.2)$$

b_t = ส่วนของแนวโน้ม หาได้จากสมการ

$$b_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad (3.3)$$

S_t = ส่วนของฤดูกาล หาได้จากสมการ

$$S_t = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1-\delta)S_{t-s} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าเริ่มต้นค่าเริ่มต้นจะมี $2 + S$ ค่า คือ ค่าเริ่มต้นของระดับข้อมูล (L) 1 ค่า ค่าเริ่มต้นของแนวโน้ม b อีก 1 ค่า และค่าเริ่มต้นของฤดูกาล s ฤดูกาล (s ค่า) โดยที่

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (3.5)$$

$$b_s = \frac{1}{s} \left(\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{2s} - Y_s}{s} \right) \quad (3.6)$$

$$S_1 = Y_1 / L_s, S_2 = Y_2 / L_s, \dots, S_s = Y_s / L_s \quad (3.7)$$

2. จากสมการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในข้อ 1 นำมาสร้างสมการพยากรณ์ตามรูปแบบการคำนวณของโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL

3. นำสมการพยากรณ์ที่สร้างลงบน โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ที่ได้ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

4. นำสมการที่สร้างเสร็จแล้วมาหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (รายละเอียดการสร้าง และค่าพารามิเตอร์แสดงใน ภาคผนวก ข.)

4.1 ทำการเลือกชุดของข้อมูลจำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามอัตราส่วน 70 : 30 คือ

- ข้อมูลตั้งต้น (Initialization Set) คิดเป็นร้อยละ 70 ของข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตที่เก็บมาได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2545 ถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ.2546

- ข้อมูลทดสอบ (Test Set) คิดเป็นร้อยละ 30 ของข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตที่เก็บมาได้ ใช้ในการทดสอบค่าความแม่นยำของสมการพยากรณ์ที่ได้จากชุดข้อมูลตั้งต้น ซึ่งจะเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน ปี พ.ศ.2546 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2546

4.2 นำข้อมูลตั้งต้นมาทำการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ล่วงหน้าตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2546 ถึง เดือน ธันวาคม 2546 โดยในการพยากรณ์จากข้อมูลตั้งต้นในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจะทำการปรับพารามิเตอร์ในสมการเพื่อให้ได้ค่าการพยากรณ์ล่วงหน้า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลทดสอบ จะให้ค่า MSE ที่มีค่าน้อยที่สุด

4.3 เลือกสมการพยากรณ์ที่ทำให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด มาใช้เป็นสมการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำผลการพยากรณ์ที่ปรับพารามิเตอร์แล้ว ในข้อ 4.2-4.3 ให้อาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และทำการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละเขตพื้นที่ ให้บริการ 6 เดือนล่วงหน้า เพื่อนำผลค่าการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบ ความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ต่อไป

3.2.2 การสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธี พยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL

การสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบ เส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ลงใน โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ผู้วิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องของวิธีพยากรณ์โดยใช้ การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ (2535 : 51) ดังมีสมการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

$$Y_c = a + bX \quad (3.8)$$

โดยหาค่าของ a, b ได้จาก

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2} \quad (3.9)$$

$$a = \bar{Y}_i \quad (3.10)$$

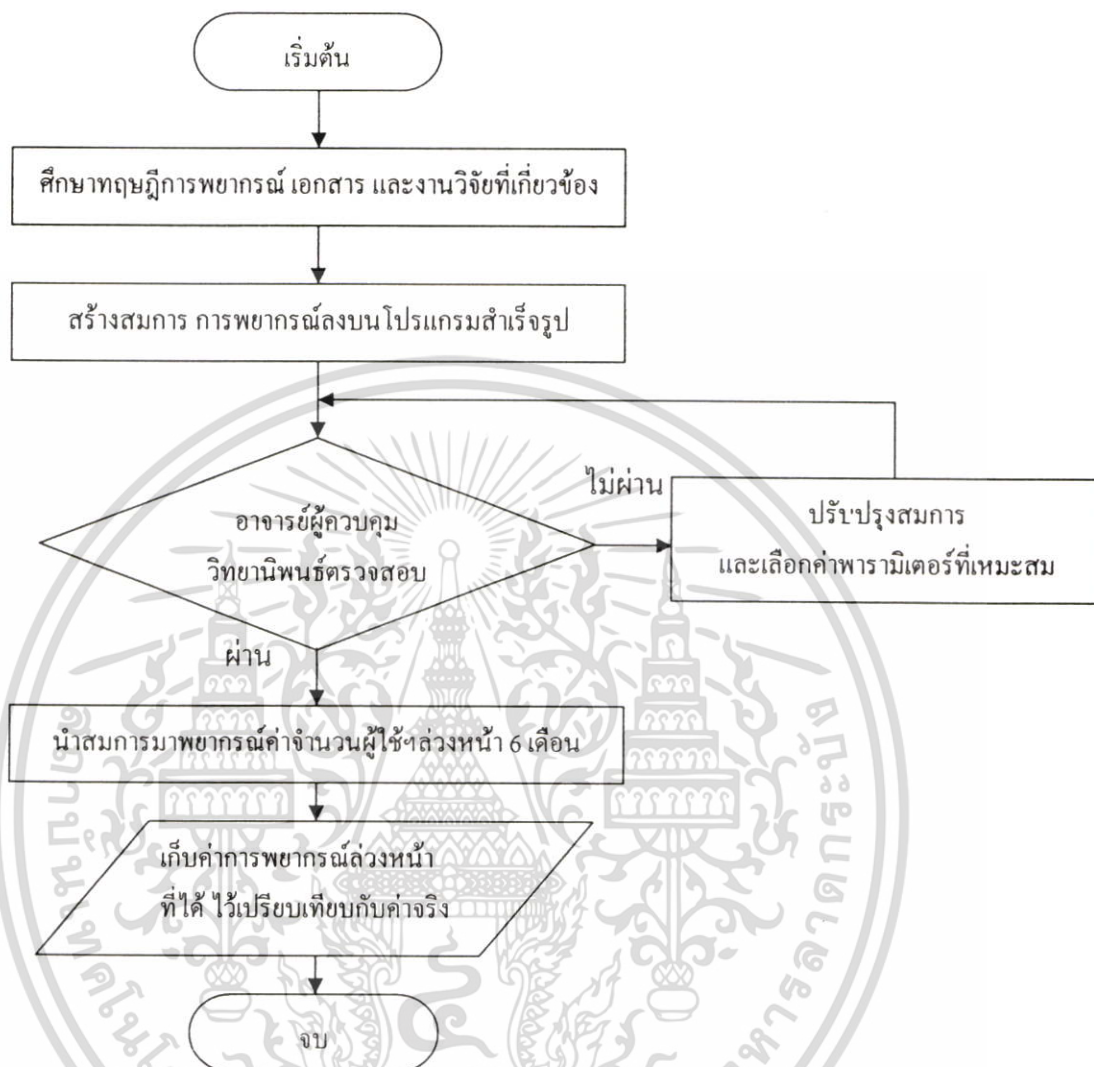
2. จากสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลัง สองน้อยที่สุด ในข้อ 1 นำมาสร้างสมการพยากรณ์ตามรูปแบบการคำนวณของ โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL (รายละเอียดการสร้าง และรูปแบบสมการแสดงใน ภาคผนวก ค.)

3. นำสมการพยากรณ์ที่สร้างลงบน โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ที่ได้ ให้อาจารย์ผู้ ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

4. นำสมการพยากรณ์ที่ปรับปรุงแล้ว ทำการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์ เคลื่อน ที่ในแต่ละเขตพื้นที่ ให้บริการ 6 เดือนล่วงหน้า เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบ ความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างสมการการพยากรณ์ทั้งสองแบบ สรุปขั้นตอนการสร้างได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ใน โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละพื้นที่ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่ประจำชุมสายทำการบันทึก และเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากชุมสายในเขตพื้นที่ให้บริการ และรวบรวมส่งให้ผู้วิจัย ในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2547 เป็นเวลา 6 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมด ไปเปรียบเทียบกับค่าการพยากรณ์ที่ได้ทำการพยากรณ์ไว้ล่วงหน้า จากสมการวิธีพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่างวิธีพยากรณ์โดยการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ กับวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบสมการเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) อ้างใน Makridakis et al. (1998 : 43) ซึ่งหาได้จาก

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (3.11)$$

โดยที่ Y_t = ข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการสังเกต

\hat{Y}_t หรือ F_t = ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์

t = ช่วงเวลา

e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

n = จำนวนข้อมูล

ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ e_t หาได้จาก

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (3.12)$$

หรือ

$$e_t = Y_t - F_t \quad (3.13)$$

จากนั้นพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยพิจารณาวิธีพยากรณ์ที่มีค่าการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด คือ มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE น้อยที่สุด เป็นวิธีพยากรณ์มีความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มากที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่าง วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ กับวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำเสนอเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

ตอนที่ 1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ โดยแบ่งการนำเสนอผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกเป็นผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ และตอนที่ 2 เป็นผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์

ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ที่ได้จากการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ดังแสดงรายละเอียดการคำนวณไว้ในภาคผนวก ข. สามารถสรุปผลพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละเขตพื้นที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการพยากรณ์ 6 เดือนล่วงหน้า ของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์

เขตพื้นที่	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (คน)					
	ม.ค. 2547	ก.พ. 2547	มี.ค. 2547	เม.ย. 2547	พ.ค. 2547	มิ.ย. 2547
ภาคเหนือตอนบน	1,153,713	953,404	966,673	1,206,460	1,010,318	1,070,290
ภาคเหนือตอนล่าง	1,151,267	889,000	912,508	1,142,949	917,722	1,022,574
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	1,404,929	1,266,201	1,289,658	1,713,538	1,358,926	1,390,518
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	1,443,983	1,252,343	1,274,769	1,730,441	1,351,064	1,382,962
ภาคตะวันออก	1,366,773	1,343,698	1,345,116	1,355,989	1,362,137	1,351,839
ภาคตะวันตก	1,319,061	1,248,749	1,274,063	1,416,109	1,275,706	1,268,002
ภาคตะวันตกตอนบน	640,584	640,344	641,984	664,946	652,173	660,306
ภาคภาคกลาง	3,365,134	3,394,290	3,352,753	3,384,001	3,384,718	3,466,279
ภาคใต้ตอนบน	949,433	880,312	883,757	1,048,325	902,872	903,858
ภาคใต้ตอนล่าง	588,068	593,055	605,265	660,758	625,404	639,382

จากตารางที่ 4.1 เมื่อนำผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ ในแต่ละเขตพื้นที่ มาพล็อตกราฟเพื่อให้สามารถสังเกตการเคลื่อนไหวของข้อมูลค่าการพยากรณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยสมการวิธีพยากรณ์ โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโสมท์-วินเทอร์ พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในทุกเขตพื้นที่ มีลักษณะแนวโน้มแบบเส้นตรง และการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัดเจน ในเดือนมกราคม และเดือนเมษายน

อย่างไรก็ตามผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยสมการวิธีพยากรณ์ โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโสมท์-วินเทอร์ ในตอนนี้ ผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ว่า จะมีความแม่นยำมากที่สุด ผู้วิจัยจึงต้องนำค่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 6 เดือนที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง และตรวจสอบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ในการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ขั้นตอนต่อไป

ตอนที่ 1.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

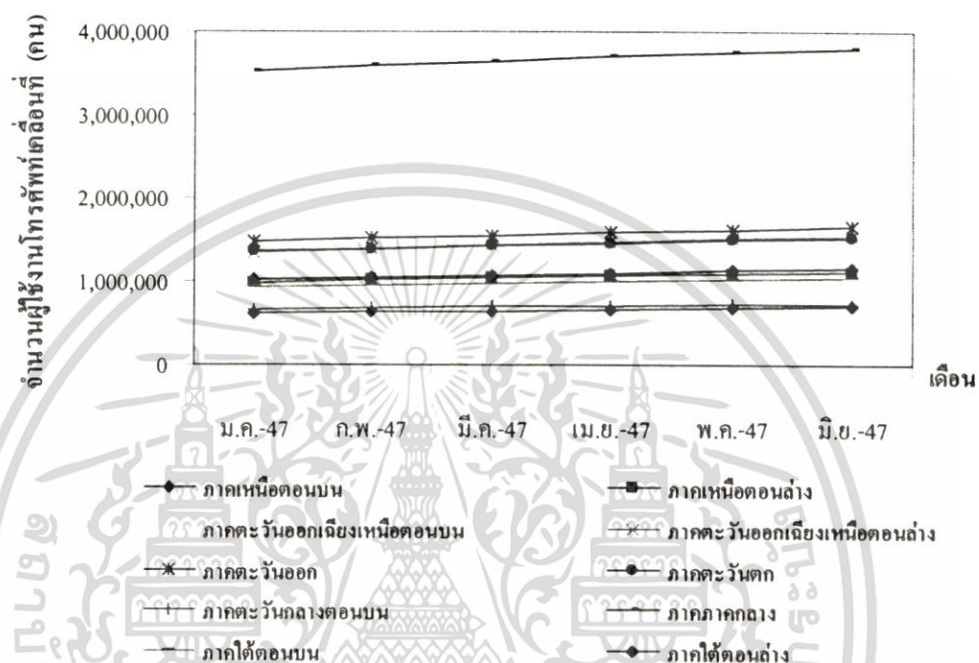
ผู้วิจัยนำเสนอผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่ได้จากการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ดังแสดงรายละเอียดการคำนวณไว้ในภาคผนวก ก. สามารถสรุปผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ในแต่ละเขตพื้นที่ ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการพยากรณ์ 6 เดือนล่วงหน้า ของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

เขตพื้นที่	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (คน)					
	ม.ก. 2547	ก.พ. 2547	มี.ก. 2547	เม.ย. 2547	พ.ค. 2547	มิ.ย. 2547
ภาคเหนือตอนบน	1,027,269	1,052,114	1,076,958	1,101,803	1,126,648	1,151,492
ภาคเหนือตอนล่าง	985,318	1,011,798	1,038,277	1,064,756	1,091,236	1,117,715
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	1,362,461	1,404,321	1,446,181	1,488,042	1,529,902	1,571,762
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	1,351,767	1,391,908	1,432,048	1,472,189	1,512,330	1,552,471
ภาคตะวันออก	1,479,262	1,513,977	1,548,692	1,583,407	1,618,122	1,652,837
ภาคตะวันตก	1,365,718	1,396,861	1,428,004	1,459,147	1,490,290	1,521,433
ภาคตะวันตกตอนบน	670,006	682,500	694,994	707,489	719,983	732,477
ภาคภาคกลาง	3,532,371	3,586,127	3,639,882	3,693,638	3,747,394	3,801,149
ภาคใต้ตอนบน	941,261	962,104	982,948	1,003,791	1,024,635	1,045,478
ภาคใต้ตอนล่าง	615,877	631,538	647,198	662,859	678,520	694,180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 เมื่อนำผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีพยากรณ์ โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในแต่ละเขตพื้นที่ มาพล็อตกราฟเพื่อให้สามารถสังเกตการเคลื่อนไหวของข้อมูลค่าการพยากรณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการพยากรณ์ 6 เดือนล่วงหน้า ของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยสมการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยสมการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในทุกเขตพื้นที่ มีลักษณะแนวโน้มแบบเส้นตรง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดทั้ง 6 เดือนที่ทำการพยากรณ์

อย่างไรก็ตามผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยสมการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในตอนนี้ ผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ว่า จะมีความแม่นยำมากที่สุด ผู้วิจัยจึงต้องนำค่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 6 เดือนที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงทั้ง 6 เดือน และตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย MSE เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ในการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

ผู้วิจัยตรวจสอบผลการเปรียบเทียบพยากรณ์โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกเป็นการพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ทั้งสองวิธี และตอนที่สอง เป็นผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ ด้วยค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ จากการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 2.1 การพล็อตกราฟค่าของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ทั้งสองวิธี

การพล็อตกราฟค่าของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าผลการพยากรณ์ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพของความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงกับค่าผลการพยากรณ์ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

เมื่อนำผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ได้จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี คือวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซโพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ (HWS) และวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (LSE) มาเปรียบเทียบกับค่าจริงในแต่ละเขตพื้นที่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ในแต่ละเขตพื้นที่ กับค่าผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 6 เดือนของแต่ละวิธีพยากรณ์

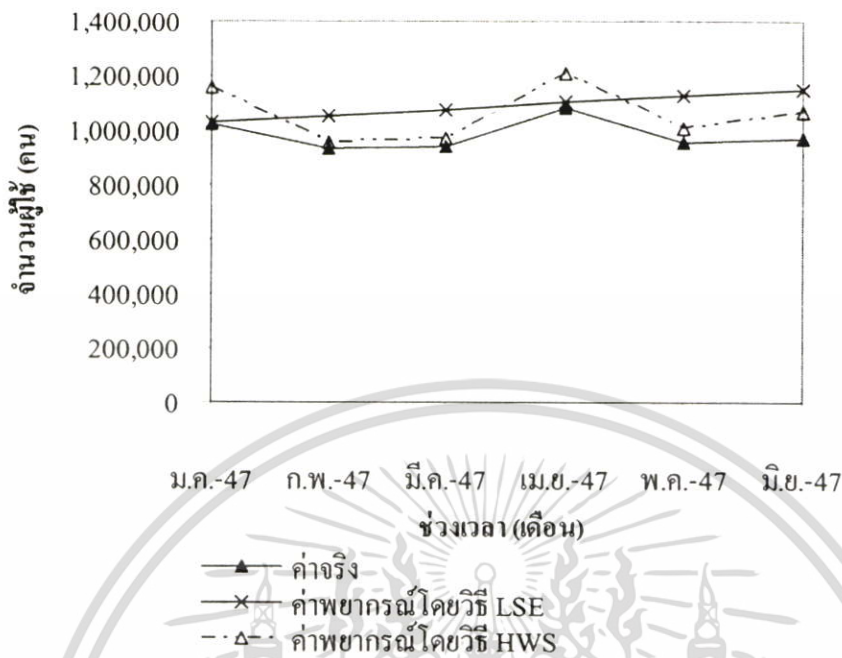
เขตพื้นที่	ข้อมูล	จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (คน)					
		ม.ค. 2547	ก.พ. 2547	มี.ค. 2547	เม.ย. 2547	พ.ค. 2547	มิ.ย. 2547
ภาคเหนือตอนบน	ค่าจริง	1,023,171	930,622	941,054	1,083,351	959,128	973,282
	วิธี HWS	1,153,713	953,404	966,673	1,206,460	1,010,318	1,070,290
	วิธี LSE	1,027,269	1,052,114	1,076,958	1,101,803	1,126,648	1,151,492
ภาคเหนือตอนล่าง	ค่าจริง	1,061,459	897,685	917,146	1,150,015	913,212	927,536
	วิธี HWS	1,151,267	889,000	912,508	1,142,949	917,722	1,022,574
	วิธี LSE	985,318	1,011,798	1,038,277	1,064,756	1,091,236	1,117,715
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	ค่าจริง	1,378,394	1,243,399	1,255,525	1,528,230	1,263,444	1,301,666
	วิธี HWS	1,404,929	1,266,201	1,289,658	1,713,538	1,358,926	1,390,518
	วิธี LSE	1,362,461	1,404,321	1,446,181	1,488,042	1,529,902	1,571,762
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	ค่าจริง	1,418,399	1,218,638	1,229,761	1,507,927	1,262,196	1,285,263
	วิธี HWS	1,443,983	1,252,343	1,274,769	1,730,441	1,351,064	1,382,962
	วิธี LSE	1,351,767	1,391,908	1,432,048	1,472,189	1,512,330	1,552,471

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

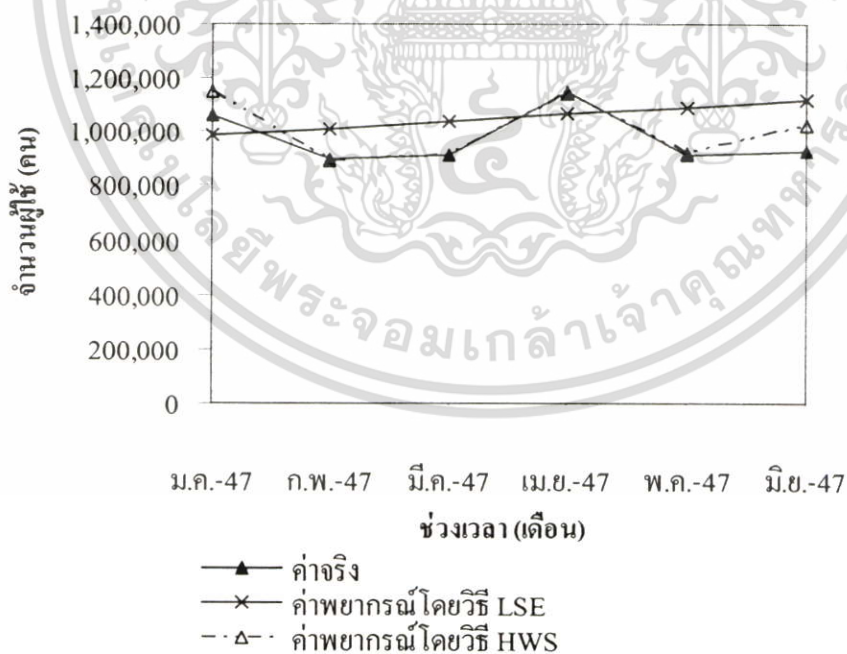
ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เขตพื้นที่	ข้อมูล	จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (คน)					
		ม.ค. 2547	ก.พ. 2547	มี.ค. 2547	เม.ย. 2547	พ.ค. 2547	มิ.ย. 2547
ภาคตะวันออก	ค่าจริง	1,356,945	1,354,452	1,386,085	1,413,331	1,434,956	1,372,898
	วิธี HWS	1,366,773	1,343,698	1,345,116	1,355,989	1,362,137	1,351,839
	วิธี LSE	1,479,262	1,513,977	1,548,692	1,583,407	1,618,122	1,652,837
ภาคตะวันตก	ค่าจริง	1,321,320	1,252,227	1,280,843	1,381,576	1,273,604	1,297,243
	วิธี HWS	1,319,061	1,248,749	1,274,063	1,416,109	1,275,706	1,268,002
	วิธี LSE	1,365,718	1,396,861	1,428,004	1,459,147	1,490,290	1,521,433
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ค่าจริง	643,506	662,811	638,971	643,165	630,518	637,087
	วิธี HWS	640,584	640,344	641,984	664,946	652,173	660,306
	วิธี LSE	670,006	682,500	694,994	707,489	719,983	732,477
ภาคกลาง	ค่าจริง	3,338,097	3,406,058	3,444,758	3,443,116	3,417,847	3,509,673
	วิธี HWS	3,365,134	3,394,290	3,352,753	3,384,001	3,384,718	3,466,279
	วิธี LSE	3,532,371	3,586,127	3,639,882	3,693,638	3,747,394	3,801,149
ภาคใต้ตอนบน	ค่าจริง	953,450	913,015	923,957	1,023,631	952,038	940,781
	วิธี HWS	949,433	880,312	883,757	1,048,325	902,872	903,858
	วิธี LSE	941,261	962,104	982,948	1,003,791	1,024,635	1,045,478
ภาคใต้ตอนล่าง	ค่าจริง	587,972	583,382	587,139	611,511	595,796	601,281
	วิธี HWS	588,068	593,055	605,265	660,758	625,404	639,382
	วิธี LSE	615,877	631,538	647,198	662,859	678,520	694,180

จากตารางที่ 4.3 เมื่อนำผลการเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละเขตพื้นที่ กับค่าผลการพยากรณ์ล่วงหน้าของแต่ละวิธี มาพล็อตกราฟเพื่อให้สามารถสังเกตการเคลื่อนไหวของข้อมูลค่าจริงเมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3 - 4.12

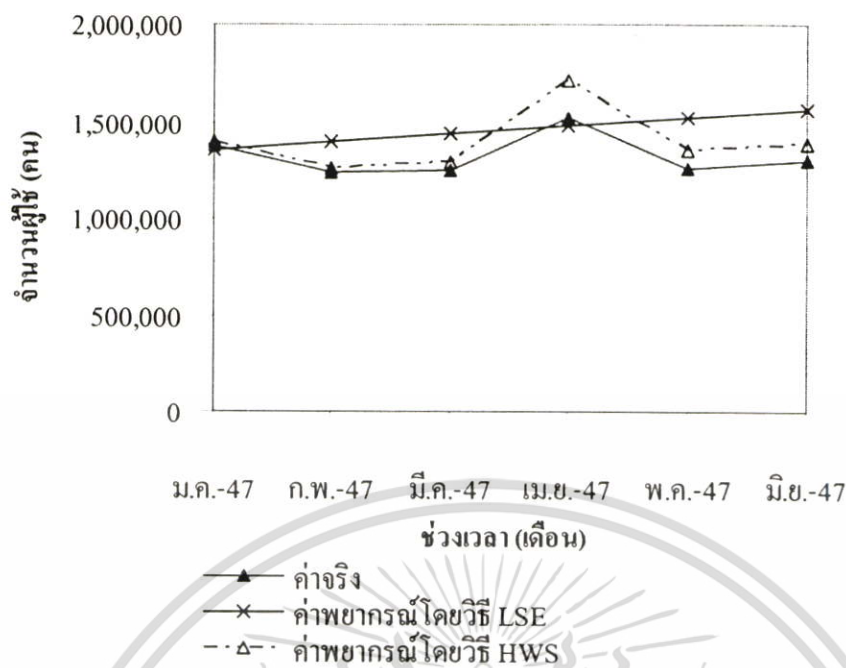


รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

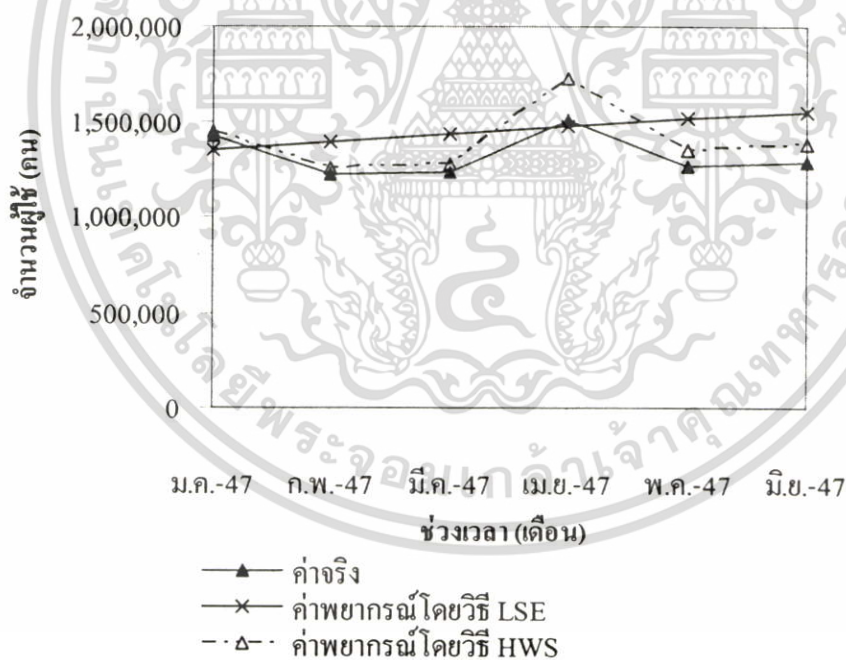


รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

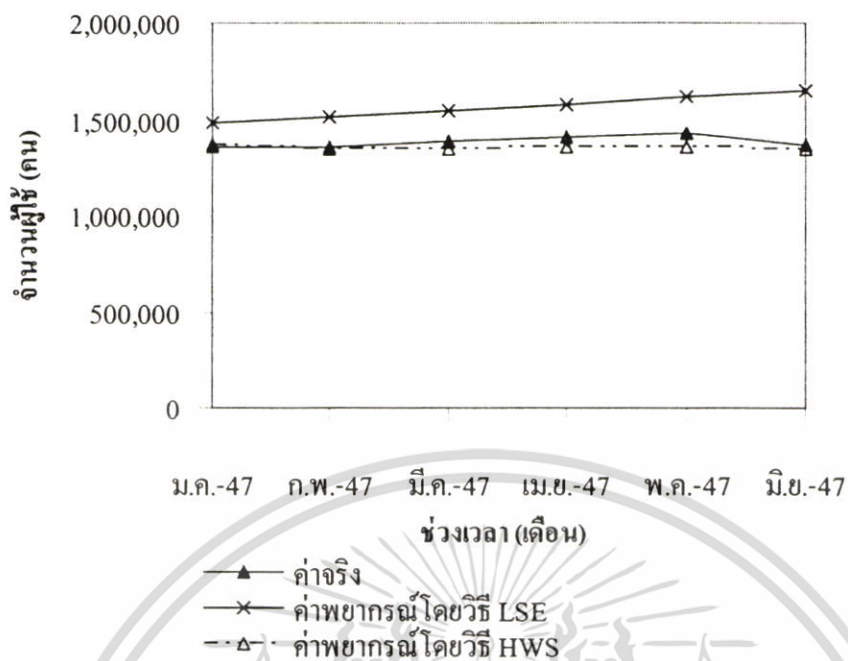


รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

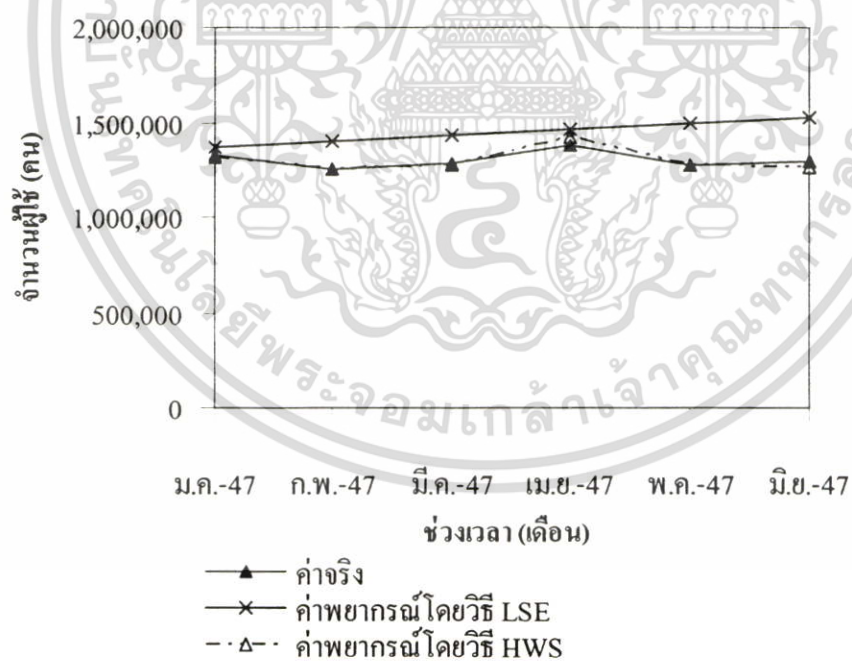


รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

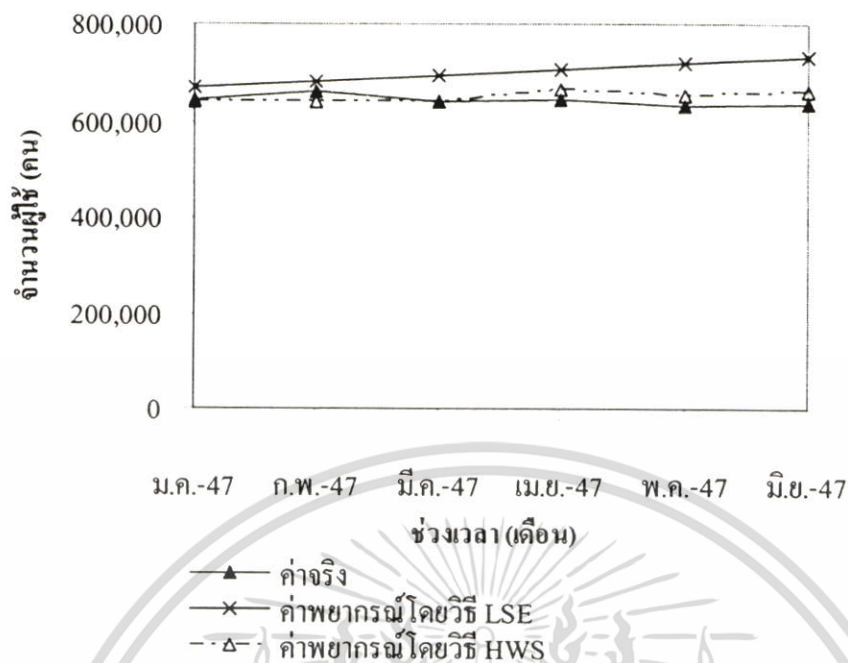


รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

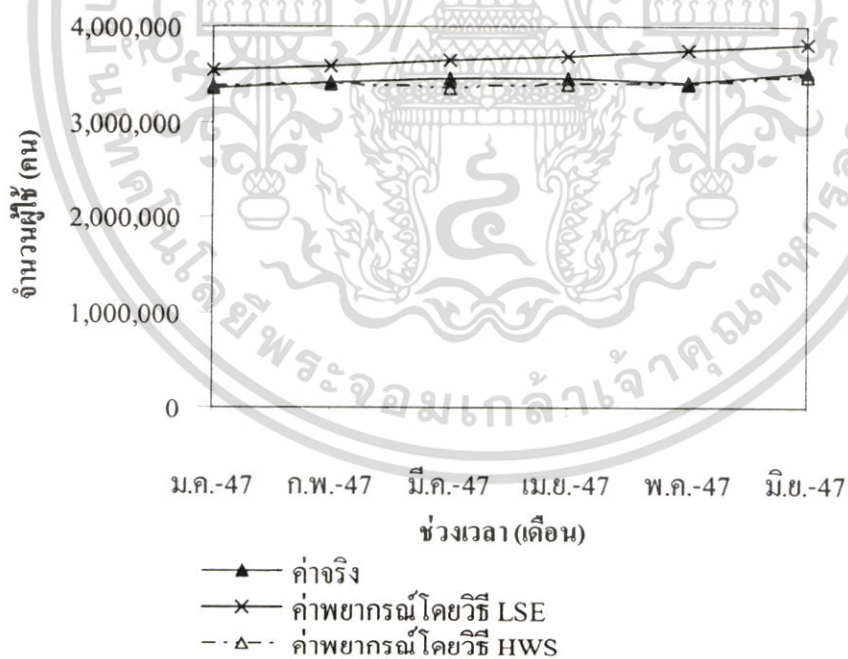


รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

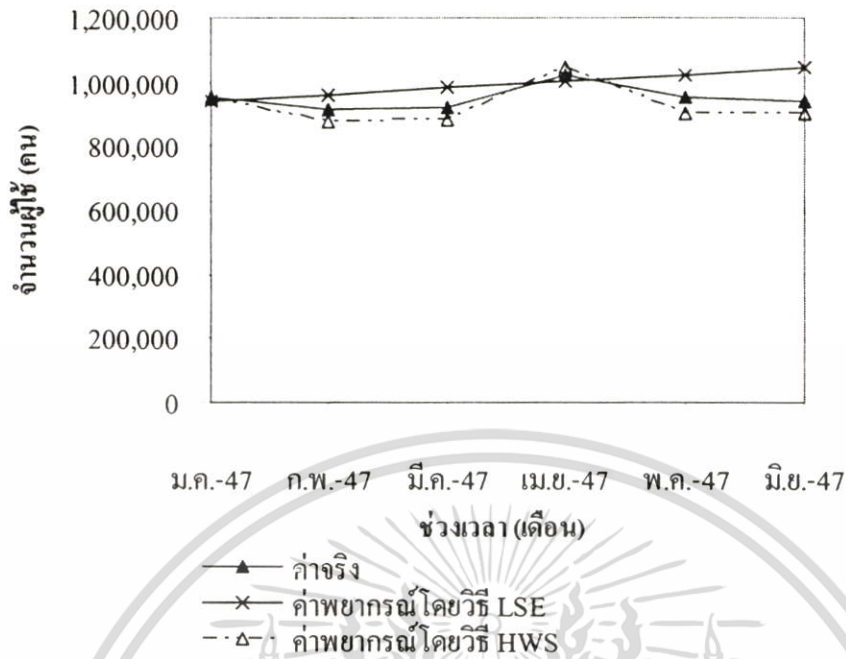


รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนบน

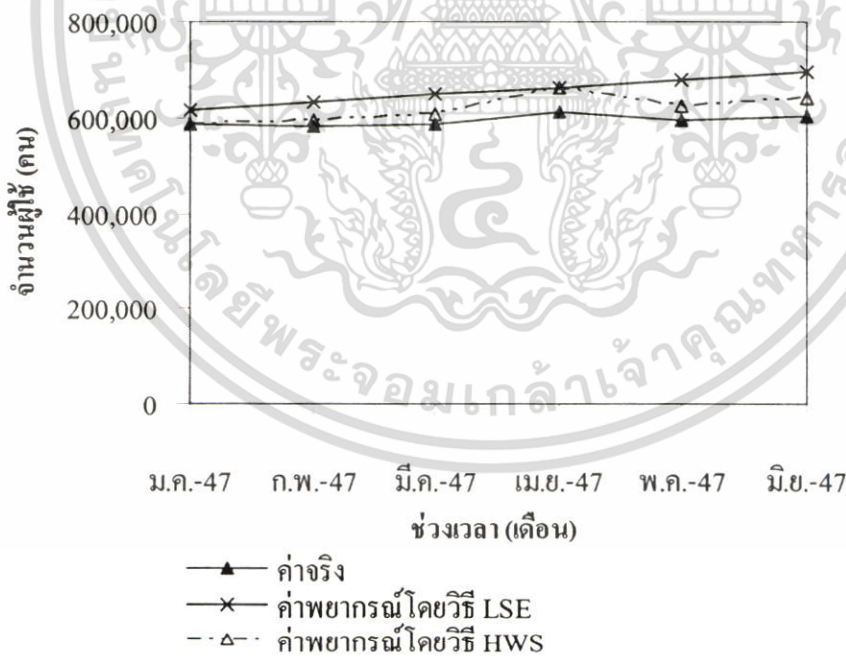


รูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน



รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 - 4.12 เมื่อเปรียบเทียบกราฟค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทั้งสองวิธี จะเห็นได้ว่าวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ มีค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่า อย่างไรก็ตามการสรุปในตอนนี้เป็น การสรุปจากการสังเกตลักษณะการเคลื่อนไหวของค่าพยากรณ์กับค่าที่เกิดขึ้นจริงเท่านั้น ยังไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าวิธีพยากรณ์ใดมีความแม่นยำมากกว่ากัน ดังนั้นจึงต้องตัดสินใจจากผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ในตอนต่อไป

ตอนที่ 2.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

(MSE)

ผลการคำนวณค่าวัดความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ

ลำดับ	พื้นที่	MSE		วิธีพยากรณ์ที่มีค่า MSE น้อยที่สุด
		Holt-Winter	Linear Least Square error	
1	ภาคเหนือตอนบน	7,567,268,603	15,568,200,622	Holt-Winter
2	ภาคเหนือตอนล่าง	2,877,487,795	18,103,559,276	Holt-Winter
3	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	8,956,642,643	34,677,709,980	Holt-Winter
4	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	11,795,255,044	35,104,440,662	Holt-Winter
5	ภาคตะวันออก	1,820,832,492	34,615,302,838	Holt-Winter
6	ภาคตะวันตก	352,523,123	24,629,521,898	Holt-Winter
7	ภาคกลางตอนบน	334,141,310	4,244,868,197	Holt-Winter
8	ภาคกลาง	2,634,941,937	60,760,201,251	Holt-Winter
9	ภาคใต้ตอนบน	1,181,996,351	3,777,281,948	Holt-Winter
10	ภาคใต้ตอนล่าง	862,623,502	4,135,810,950	Holt-Winter

Holt-Winter = วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลท์-วินเทอร์

Linear Least Square error = วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในภาพรวมของผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่พบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือวิธีการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์และวินเทอร์ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบโดยละเอียด พบว่าวิธีการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ ให้ผลของค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในทุกเขตพื้นที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮสต์-วินเทอร์ ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากกว่า วิธีการพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระหว่าง วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ กับวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE)

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ จำนวน 10 เขตพื้นที่ ได้แก่ ภาคเหนือตอนบน, ภาคเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคกลางตอนบน, ภาคกลาง, ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง โดยเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนธันวาคม 2546

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สมการคำนวณค่าพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ และสมการคำนวณค่าพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่สร้างลงในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่ประจำชุมสาย ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ ทำการบันทึก และเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ค่าจริง รวบรวมส่งให้ผู้วิจัย ในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2547 ถึง มิถุนายน 2547 เป็นเวลา 6 เดือน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ 6 เดือนล่วงหน้าของแต่ละวิธีพยากรณ์ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่หนึ่ง ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และตอนที่สอง ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

1.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ผลการวิจัย พบว่าค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ได้จากสมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในทุกเขตพื้นที่ มีลักษณะแนวโน้มแบบเส้นตรง และการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงเดือนมกราคม และเดือนเมษายน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในช่วงของเทศกาลปีใหม่ และประเพณีสงกรานต์ตามลำดับ

1.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยสมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ผลการวิจัย พบว่า ค่าการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ได้จากสมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีลักษณะแนวโน้มแบบเส้นตรง ในทุกเขตพื้นที่ มีลักษณะแนวโน้มแบบเส้นตรง และมีค่าเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นคงที่เท่ากันทุกเดือนในทุกๆเขตพื้นที่

2. ผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์

2.1 การพล็อตกราฟค่าของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าผลการพยากรณ์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ผลการพล็อตกราฟค่าจำนวนของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจริง กับค่าผลการพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ทั้งสองวิธี เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมจากการสังเกตจาก พบว่า วิธีที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีลักษณะการเคลื่อนไหวของกราฟเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตามค่าจริงในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการเปรียบเทียบ สำหรับผลของกราฟค่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีลักษณะการเคลื่อนไหวของกราฟเพิ่มขึ้นหรือลดลงแบบคงที่ ซึ่งจากการสังเกต ผลของกราฟมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงน้อยกว่า เมื่อเทียบกับวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด

2.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

เขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 7,567,268,603 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 15,568,200,622

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 2,877,487,795 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 18,103,559,276

เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 8,956,642,643 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 34,677,709,980

เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 11,795,255,044 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 35,104,440,662

เขตพื้นที่ภาคตะวันออก เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 1,820,832,492 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 34,615,302,838

เขตพื้นที่ภาคตะวันตก เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 352,523,123 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 24,629,521,898

เขตพื้นที่ภาคกลางตอนบน เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 334,141,310 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 4,244,868,197

เขตพื้นที่ภาคกลาง เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 2,634,941,937 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 60,760,201,251

เขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 1,181,996,351 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 43,777,281,948

เขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง เมื่อใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ พบว่าวิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโซลท์-วินเทอร์ โดยมีค่า MSE เท่ากับ 862,623,502 ซึ่งน้อยกว่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่มีค่า MSE เท่ากับ 4,135,810,950

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า วิธีพยากรณ์ที่ให้ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ วิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโซลท์-วินเทอร์ โดยมีความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า วิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในทุกเขตพื้นที่ให้บริการ

5.2 อภิปรายผล

จากผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์ แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งเป็นวิธีพยากรณ์เดิมที่บริษัทใช้งานอยู่ในปัจจุบัน พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ มีลักษณะของแนวโน้มแบบเส้นตรง และเพิ่มขึ้นคงที่ ทั้งนี้เนื่องจากสมการพยากรณ์ที่ใช้อยู่ในรูปแบบของสมการเส้นตรง และเมื่อพิจารณาโดยละเอียดจากการพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในแต่ละเขตพื้นที่ พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้ มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงในช่วงเดือนมกราคม และเดือนเมษายน ซึ่งเป็นเดือนที่มีเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ในส่วนของช่วงของเดือนที่เหลือค่าพยากรณ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูงเนื่องจากวิธีพยากรณ์มีแนวโน้มแบบเส้นตรง จึงมีการเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ ไม่มีรูปแบบของการปรับให้เรียบเพื่อให้สอดคล้องตามค่าจริง แต่ทั้งนี้ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์ แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในช่วงของเดือนมกราคม และเดือนเมษายน สามารถนำไปใช้ในการวางแผนเครือข่ายได้ แต่ผู้พยากรณ์จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ในการตัดสินใจเลือกใช้ และหาเหตุผลประกอบในกรณีนำค่าพยากรณ์มาใช้งาน ฉะนั้นวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่ทางบริษัทฯ ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ยังคงใช้ประโยชน์ในการวางแผนเครือข่ายได้บางกรณี เช่น ใช้เป็นค่าในการอ้างอิง เพื่อตรวจสอบกับค่าพยากรณ์อื่นๆ ได้ในช่วงของเดือนมกราคม และเดือนเมษายน ว่ามีค่าพยากรณ์ที่มีความสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกันหรือไม่

จากผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบ เอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งเป็นวิธีพยากรณ์ที่ผู้วิจัยสนใจ และนำมาเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการพยากรณ์ระหว่างวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ มีลักษณะของแนวโน้มแบบเส้นตรง และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง สอดคล้องกับค่าจริงในแต่ละเดือน ทั้งนี้เนื่องจากค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบของ โฮลท์-วินเทอร์ มีการปรับค่าคงที่ที่ทำให้เรียบจึงทำให้ค่าพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด โดยมีสมการที่เหมาะสมแตกต่างกันไปตามลักษณะของแนวโน้ม และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในแต่ละเขตพื้นที่ และเมื่อพิจารณาโดยละเอียดจากการพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ในแต่ละเขตพื้นที่ พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้ มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากในทุกเขตพื้นที่ให้บริการ ทั้งในช่วงเดือนปกติ และเดือนที่มีการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล (มกราคม และเมษายน) โดยมีเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และภาคใต้ตอนล่าง ที่มีค่าพยากรณ์แตกต่างจากค่าจริงมากในช่วงเดือนเมษายน ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างมาก

ระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริง คือ ความแปรปรวนของค่าที่เปลี่ยนแปลงของฤดูกาลของค่าจริงในค่าไม่วการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการวางแผนการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ผู้ที่ทำการพยากรณ์ควรใช้วิธีพยากรณ์โดยทำให้รูปแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ เป็นวิธีหลักในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ แทนวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพราะมีความแม่นยำในการพยากรณ์ที่สูงกว่า หรือผู้ที่ทำการพยากรณ์อาจพิจารณาเลือกใช้ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มาประกอบการตัดสินใจร่วมได้ เพราะให้ค่าการพยากรณ์ฯ ที่มีความแม่นยำพอสมควร แต่อาจจะต้องใช้ประสบการณ์ในการพยากรณ์ของผู้พยากรณ์ ในการใช้ค่าพยากรณ์ดังกล่าวเพราะค่าพยากรณ์ที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีพยากรณ์โดยทำให้รูปแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. ควรมีการนำวิธีพยากรณ์โดยทำให้รูปแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ นี้ไปใช้แทนวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งเป็นวิธีการเดิมของบริษัทฯ เนื่องจากมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
2. ควรได้มีการนำผลวิธีพยากรณ์โดยทำให้รูปแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ นี้ไปใช้ในการพยากรณ์ด้านอื่นที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวางแผนของบริษัทฯ เช่น การวางแผนด้านปริมาณกราฟฟิคของสถานีฐาน, จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรายจังหวัด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีการเก็บรวบรวมต่อเนื่องเป็นประจำอยู่แล้ว และไม่จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลนานก็สามารถทำการพยากรณ์ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ครั้งนี้ คือวิธีพยากรณ์โดยทำให้รูปแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งเป็นวิธีพยากรณ์ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และให้ค่าการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูง ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจเพิ่มเทคนิคการพยากรณ์ที่มีความซับซ้อนมากกว่าวิธีดังกล่าวมาทำการพยากรณ์เปรียบเทียบด้วย เช่น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ หรือเทคนิคการพยากรณ์ร่วม

2. ควรมีการเขียนโปรแกรม Software สำหรับวิธีนี้ให้สำหรับผู้ที่ต้องการใช้ เพราะจากผลการวิจัยพบว่าวิธีพยากรณ์โดยทำให้รูปแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮลท์-วินเทอร์ เป็นวิธีพยากรณ์ที่ให้ค่าความแม่นยำเพียงพอต่อการตัดสินใจ และง่ายต่อการทำความเข้าใจในวิธีพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2545. การวิเคราะห์สถิติ:สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2539. เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
- ทัศนีย์ อินทนู. 2543. “การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ร่วมและการพยากรณ์เดี่ยวในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มี การเปลี่ยนแปลงจากฤดูกาล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชนพร มุฑุตานนท์. 2547. “การเลือกเทคนิคการพยากรณ์โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้อง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นฤมล ชิงเกียรติระกูล และ สมชาติ จิรวิภากร. 2545. “การพยากรณ์โดยเทคนิคการเคลื่อนย้ายน้ำหนักของข้อมูลแต่ละค่าเท่า ๆ กันและเทคนิคการทำให้เรียบแบบเอกโพเนนเชียล”.
วิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. 19(1) : 101-106
- พรภพ แสงทอง. 2543. “ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการพยากรณ์เชิงปริมาณ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รัชนิวรรณ อนุตระกูลชัย. 2539. “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ด้วยค่าวัดความถูกต้องสามค่า.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2535. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:สุวีริยาสาส์น
- อัจฉราวรรณ ทองไสย. 2544. “การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มี การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลระหว่างการพยากรณ์ด้วยวิธีของเบย์ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์ร่วม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อรรถสิทธิ์ อินทร์น้อย และคณะ. 2543. “การปรับปรุงสถานีฐานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ AMPS โดยวิธีกำลังสองเฉลี่ย.” วิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. 17(2) : 18-23
- Holt, C.C., F.Modigliani, J.F. Muth, and H.A. Simon. 1960. **Planning production inventories and work force**, Englewood Cliffs, N.J.:Prentic-Hall
- Markridkis, Spyros, Steven C. Wheelwrith and Rob J. Hyndman. 1998. **Forecasting : Methods and Applications**, 3rd edition, John-Wiley & sons.
- PLMN SSS Planning. 2002. **Siemens training course MN1738EU01AL_01**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ralph D. Snyder. *et. al.* 2002. "Forecasting for inventory control with exponential smoothing."

International Journal of Forecasting. 18 : 5–18

Viktoria Cholt. 2004. "Forecasting tourist arrivals in Estosha National park A Minor Field

Study." Master Thesis of University of Umeå. Department of Economics.

Vincent Cho. 2003. "A comparison of three different approaches to tourist arrival forecasting."

Tourism Management 24 : 323–330

World of GSM Statistics. [Online]. Available : <http://www.emc-database.com>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์จาก

โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบ
เอกซ์โพเนนเชียล

ภาคผนวก ค ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์จาก

โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์
แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	เขตพื้นที่ให้บริการ	ข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่รายเดือน ปี 2545 (จำนวน: คน)											
		ม.ค.-45	ก.พ.-45	มี.ค.-45	เม.ย.-45	พ.ค.-45	มิ.ย.-45	ก.ค.-45	ส.ค.-45	ก.ย.-45	ต.ค.-45	พ.ย.-45	ธ.ค.-45
1	ภาคเหนือตอนบน	357,612	377,530	416,310	541,710	475,760	535,086	579,864	630,536	643,219	686,832	754,512	779,411
2	ภาคเหนือตอนล่าง	305,114	297,655	363,060	452,386	411,539	432,457	517,451	532,328	547,671	599,570	666,286	821,653
3	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	303,307	315,117	384,073	493,234	466,907	506,216	644,808	702,403	732,746	760,500	866,177	831,545
4	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	387,511	409,815	429,440	533,920	480,594	536,569	552,065	654,915	722,554	761,308	853,229	821,653
5	ภาคตะวันออก	517,398	594,513	651,726	677,932	731,727	770,648	821,854	908,829	973,224	1,144,726	1,049,128	1,286,855
6	ภาคตะวันตก	520,179	621,304	592,413	681,570	687,753	729,192	810,999	949,354	867,912	913,201	958,153	1,114,767
7	ภาคกลางตอนบน	307,671	333,986	360,546	420,570	405,134	430,113	460,008	493,235	512,342	520,928	529,498	538,068
8	ภาคกลาง	1,900,594	2,035,746	2,221,906	2,292,505	2,423,108	2,595,589	2,510,266	2,865,011	2,940,247	2,978,434	2,935,154	2,990,365
9	ภาคใต้ตอนบน	437,716	419,153	424,176	461,081	497,985	534,889	571,794	608,698	645,602	682,507	667,008	735,126
10	ภาคใต้ตอนล่าง	243,668	239,266	249,740	274,714	254,913	299,209	335,409	348,226	394,463	408,768	423,073	435,966

ลำดับ	เขตพื้นที่ให้บริการ	ข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่รายเดือน ปี 2546 (จำนวน: คน)											
		ม.ค.-46	ก.พ.-46	มี.ค.-46	เม.ย.-46	พ.ค.-46	มิ.ย.-46	ก.ค.-46	ส.ค.-46	ก.ย.-46	ต.ค.-46	พ.ย.-46	ธ.ค.-46
1	ภาคเหนือตอนบน	845,136	781,678	798,555	942,934	839,168	876,912	869,748	865,404	868,441	895,254	905,192	934,266
2	ภาคเหนือตอนล่าง	718,834	725,960	737,013	883,829	763,355	835,405	861,724	834,940	807,034	852,936	855,103	880,534
3	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	1,034,094	940,271	974,382	1,165,862	1,026,121	1,035,192	1,051,505	1,065,324	1,070,732	1,172,736	1,237,868	1,359,836
4	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	1,050,765	987,588	988,804	1,174,860	1,043,214	1,051,812	1,066,443	1,078,576	1,071,156	1,153,475	1,200,400	1,389,509
5	ภาคตะวันออก	1,174,590	1,185,918	1,215,897	1,221,173	1,224,496	1,228,409	1,254,710	1,249,266	1,242,096	1,306,487	1,326,218	1,329,958
6	ภาคตะวันตก	1,067,889	1,071,992	1,212,688	1,154,614	1,126,478	1,119,814	1,206,523	1,193,604	1,174,023	1,209,631	1,199,186	1,251,104
7	ภาคกลางตอนบน	546,838	555,708	564,278	574,478	567,908	575,978	582,548	589,118	597,688	603,545	624,495	637,220
8	ภาคกลาง	3,009,407	3,077,368	3,116,068	3,114,426	3,089,157	3,180,983	3,167,538	3,220,038	3,193,359	3,211,494	3,262,375	3,319,055
9	ภาคใต้ตอนบน	721,730	743,089	754,217	846,229	744,690	782,862	809,762	818,494	829,255	851,926	856,571	892,655
10	ภาคใต้ตอนล่าง	447,065	468,370	476,512	509,177	500,476	508,610	515,757	526,088	539,854	540,872	558,948	583,689



ภาคผนวก ข

**ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป
EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ และ ผลการพยากรณ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL สำหรับการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ เพื่อให้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณหาสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดให้ และง่ายต่อการทำความเข้าใจในปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ และใช้สำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบหาความแม่นยำของวิธีพยากรณ์ โดยผู้วิจัยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนธันวาคม 2546 จำนวนข้อมูลในแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการเท่ากับ 24 เดือน โดยข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามอัตราส่วน 70 : 30 คือ ใช้สำหรับเป็นข้อมูลตั้งต้นและข้อมูลทดสอบ ในการพยากรณ์ ตามแบบแผนของการพยากรณ์อนุกรมเวลา ของ Makridakis et al. (1998 : 71) โดยแบ่งข้อมูลดังนี้

ข้อมูลตั้งต้น (Initialization Set) คิดเป็นร้อยละ 70 ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์เบื้องต้น ซึ่งจะเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนพฤษภาคม 2546

ข้อมูลทดสอบ (Test Set) คิดเป็นร้อยละ 30 ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้ในการทดสอบปรับค่าพารามิเตอร์ในการพยากรณ์ เพื่อให้ได้สมการพยากรณ์ที่ให้ค่าค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนธันวาคม 2546

ผู้วิจัยใช้สมการวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ

α (alpha) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์, $0 \leq \alpha \leq 1$

γ (gamma) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม, $0 \leq \gamma \leq 1$

δ (delta) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล, $0 \leq \delta \leq 1$

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (ข.1)$$

โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

s = จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

m = ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า $m = 1, 2, \dots$

L_t = ระดับของข้อมูล หาได้จากสมการ

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (\text{ข.2})$$

b_t = ส่วนของแนวโน้ม หาได้จากสมการ

$$b_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad (\text{ข.3})$$

S_t = ส่วนของฤดูกาล หาได้จากสมการ

$$S_t = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1-\delta)S_{t-s} \quad (\text{ข.4})$$

การกำหนดค่าเริ่มต้น

ค่าเริ่มต้นจะมี $2 + S$ ค่า คือ ค่าเริ่มต้นของระดับข้อมูล (L) 1 ค่า ค่าเริ่มต้นของแนวโน้ม b อีก 1 ค่า และค่าเริ่มต้นของฤดูกาล s ฤดูกาล (s ค่า) โดยที่

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (\text{ข.5})$$

$$b_s = \frac{1}{s} \left(\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{2s} - Y_s}{s} \right) \quad (\text{ข.6})$$

$$S_1 = Y_1 / L_s, S_2 = Y_2 / L_s, \dots, S_s = Y_s / L_s \quad (\text{ข.7})$$

ซึ่งค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดโปรแกรมสำเร็จรูปจะคำนวณหาสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดให้ เพื่อให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดจากชุดข้อมูลทดสอบ ผลการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL สรุปได้ดังตารางที่ ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการสร้างสมการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของ โฮสต์-วินเทอร์
ในแต่ละเขตพื้นที่

ลำดับ	เขตพื้นที่	ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบ			ค่าฤดูกาล ($S_i, i = 1, 2, \dots, 12$)	สมการพยากรณ์ ($m \geq 1$ origin ที่เดือน พ.ค. 2546)
		α	γ	δ		
1	ภาคเหนือตอนบน	.500	.399	.016	1.178, 0.955, 0.953, 1.173, 0.966, 1.008, 0.982, .0959, .0946, .0959, .0953 และ .0968	$F_{17+m} = (853,844.596 + 15,985.363*m)S_{17-12+m}$
2	ภาคเหนือตอนล่าง	.500	.500	.016	1.178, 0.955, 0.953, 1.173, 0.966, 1.008, 0.982, .0959, .0946, .0959, .0953 และ .0968	$F_{17+m} = (811,041.625 + 15,492.728*m)S_{17-12+m}$
3	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	.500	.450	.016	1.234, 0.936, 0.945, 1.167, 0.921, 1.012, 1.023, 0.974, 0.924, 0.960, 0.946 และ .0958	$F_{17+m} = (1,047,625.552 + 30,848.680*m)S_{17-12+m}$
4	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	.497	.500	.012	1.086, 0.955, 0.950, 1.237, 0.957, 0.960, 0.946, 0.934, 0.914, 0.977, 1.004 และ 1.078	$F_{17+m} = (1,064,781.928 + 28,684.620*m)S_{17-12+m}$
5	ภาคตะวันออก	.500	.409	.016	1.115, 0.945, 0.943, 1.256, 0.959, 0.962, 0.950, 0.937, 0.908, 0.955, 0.971 และ 1.100	$F_{17+m} = (1,241,104.774 + 10,481.440*m)S_{17-12+m}$
6	ภาคตะวันตก	.500	.462	.010	1.033, 1.007, 1.000, 1.000, 0.997, 0.982, 0.994, 0.981, 0.968, 1.009, 1.018 และ 1.011	$F_{17+m} = (1,156,355.674 + 12,895.806*m)S_{17-12+m}$
7	ภาคกลางตอนบน	.500	.500	.010	1.048, 0.981, 0.991, 1.092, 0.973, 0.957, 1.021, 0.998, 0.972, 0.991, 0.972 และ 1.003	$F_{17+m} = (574,670.664 + 7,097.940*m)S_{17-12+m}$
8	ภาคกลาง	.500	.500	.010	1.015, 1.003, 0.944, 1.018, 0.989, 0.990, 0.989, 0.988, 0.991, 0.989, 1.012 และ 1.021	$F_{17+m} = (3,133,123.665 + 23,605.870*m)S_{17-12+m}$
9	ภาคใต้ตอนบน	.200	.478	.012	1.013, 1.015, 0.995, .0997, .0991, 1.008, 0.996, 1.005, 0.989, 0.988, 0.997 และ 1.007	$F_{17+m} = (806,534.513 + 10,524.264*m)S_{17-12+m}$
10	ภาคใต้ตอนล่าง	.500	.500	.010	1.067, 0.977, 0.970, 1.139, 0.968, 0.957, 0.978, 0.976, 0.977, 0.991, 0.985 และ 1.014	$F_{17+m} = (499,135.011 + 10,928.516*m)S_{17-12+m}$

จากตารางที่ ข.1 แสดงรูปแบบของสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยวิธีทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ที่สร้างในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยมีรายละเอียดของสมการในแต่ละพื้นที่ดังนี้

ภาคเหนือตอนบน สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .399 และ .016 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 40.682 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .399$ และ $\delta = .016$ คือ $F_{17+m} = (853,844.596 + 15,985.363*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.178, 0.955, 0.953, 1.173, 0.966, 1.008, 0.982, .0959, .0946, .0959, .0953 และ .0968 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคเหนือตอนล่าง สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .500 และ .016 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 170.270 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .500$ และ $\delta = .016$ คือ $F_{17+m} = (811,041.625 + 15,492.728*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.234, 0.936, 0.945, 1.167, 0.921, 1.012, 1.023, 0.974, 0.924, 0.960, 0.946 และ .0958 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .450 และ .016 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 7.279 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .450$ และ $\delta = .016$ คือ $F_{17+m} = (1,047,625.552 + 30,848.680*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.086, 0.955, 0.950, 1.237, 0.957, 0.960, 0.946, 0.934, 0.914, 0.977, 1.004 และ 1.078 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .497, .500 และ .012 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 475.753 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .497$, $\gamma = .500$ และ $\delta = .012$ คือ $F_{17+m} = (1,064,781.928 + 28,684.620*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.115, 0.945, 0.943, 1.256, 0.959, 0.962, 0.950, 0.937, 0.908, 0.955, 0.971 และ 1.100 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .409 และ .016 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 77.093 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .409$ และ $\delta = .016$ คือ $F_{17+m} = (1,241,104.774 + 10,481.440*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.033, 1.007, 1.000, 1.000, 0.997, 0.982, 0.994, 0.981, 0.968, 1.009, 1.018 และ 1.011 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคตะวันตก สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .462 และ .010 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 59.112 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .462$ และ $\delta = .010$ คือ $F_{17+m} = (1,156,355.674 + 12,895.806*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.048, 0.981, 0.991, 1.092, 0.973, 0.957, 1.021, 0.998, 0.972, 0.991, 0.972 และ 1.003 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคกลางตอนบน สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .500 และ .010 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 0.041 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .500$ และ $\delta = .010$ คือ $F_{17+m} = (574,670.664 + 7,097.940*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือน พฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.015, 1.003, 0.944, 1.018, 0.989, 0.990, 0.989, 0.988, 0.991, 0.989, 1.012 และ 1.021 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

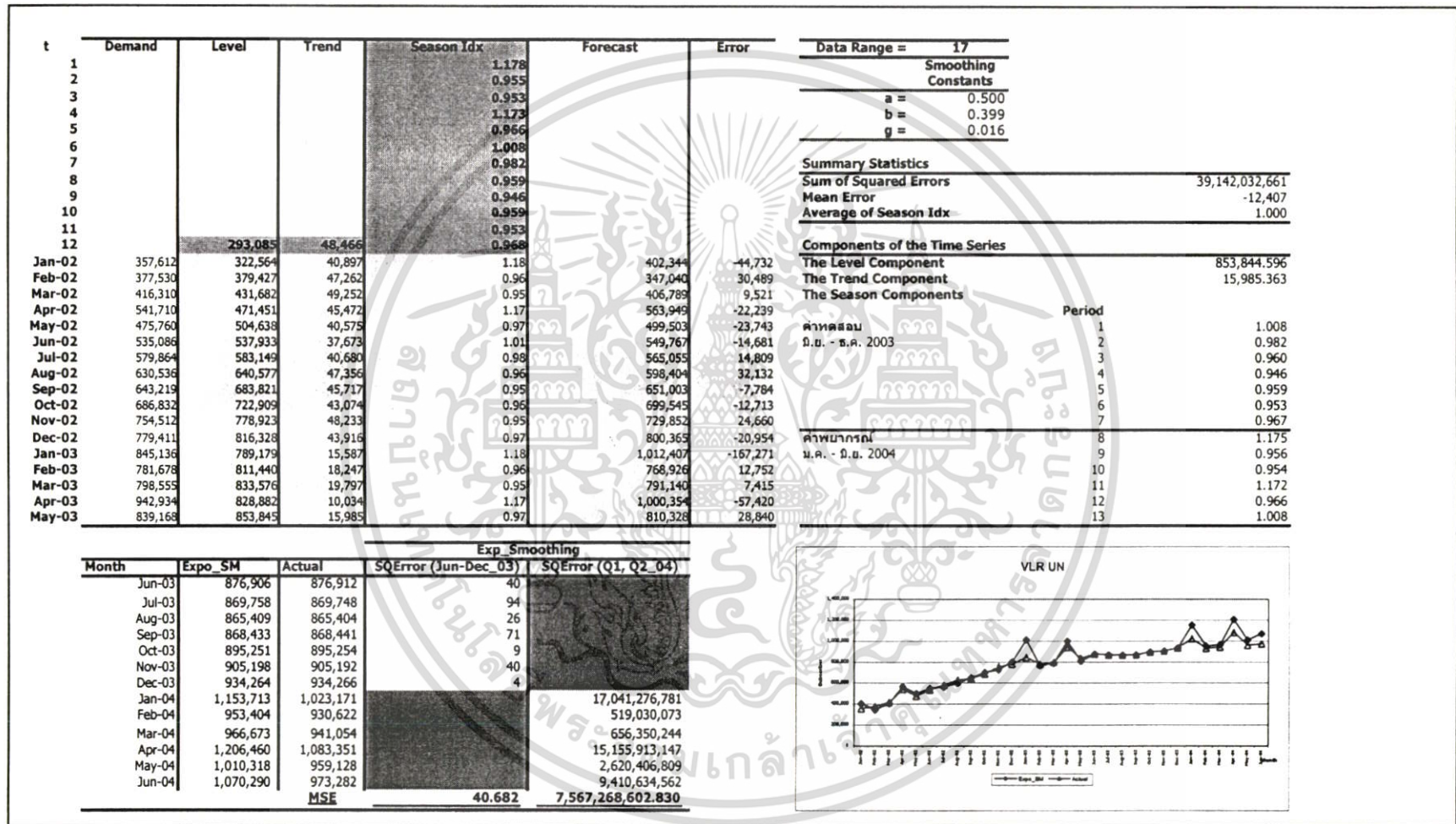
ภาคกลาง สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .500 และ .010 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 5,903.002 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .500$ และ $\delta = .010$ คือ $F_{17+m} = (3,133,123.665 + 23,605.870*m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.013, 1.015, 0.995, .0997, .0991, 1.008, 0.996, 1.005, 0.989, 0.988, 0.997 และ 1.007 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

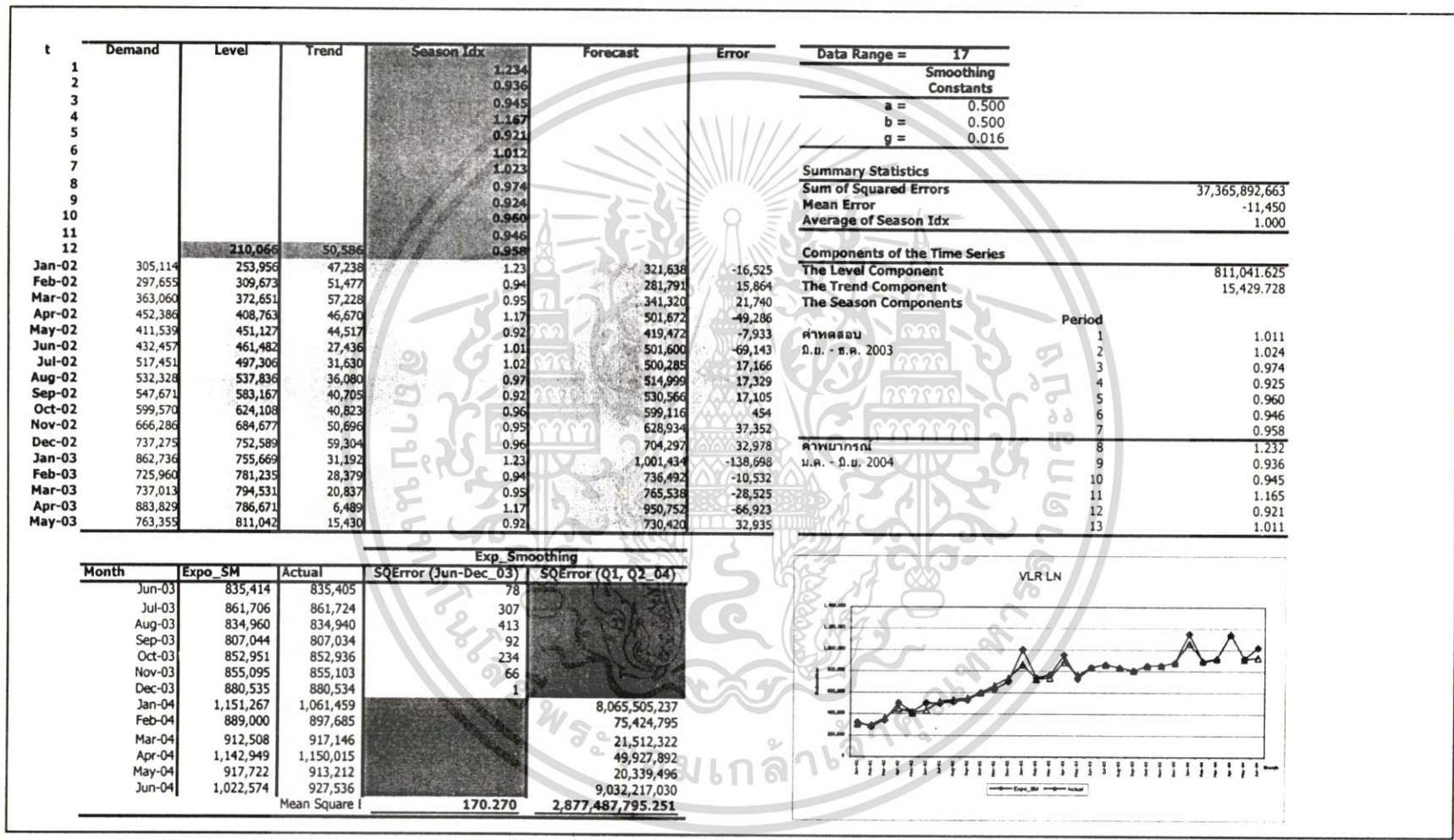
ภาคใต้ตอนบน สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .200, .478 และ .012 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 44.169 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .200$, $\gamma = .478$ และ $\delta = .012$ คือ $F_{17+m} = (806,534.513 + 10,524.264 * m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.067, 0.977, 0.970, 1.139, 0.968, 0.957, 0.978, 0.976, 0.977, 0.991, 0.985 และ 1.014 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

ภาคใต้ตอนล่าง สามารถสร้างสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยคำนวณค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ .500, .500 และ .010 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำที่สุดบนข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 10.936 สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $\alpha = .500$, $\gamma = .500$ และ $\delta = .010$ คือ $F_{17+m} = (499,135.011 + 10,928.516 * m)S_{17-12+m}$ สำหรับ $m \geq 1$ origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 และ m มีหน่วยเป็นเดือน มีค่าฤดูกาล (S_i , $i = 1, 2, \dots, 12$) เป็น 1.003, 0.993, 0.995, 1.067, 0.992, 0.997, 0.989, 0.989, 0.994, 0.977, 0.990 และ 1.014 ตามลำดับ โดย origin ที่เดือนพฤษภาคม 2546 คือ S_5

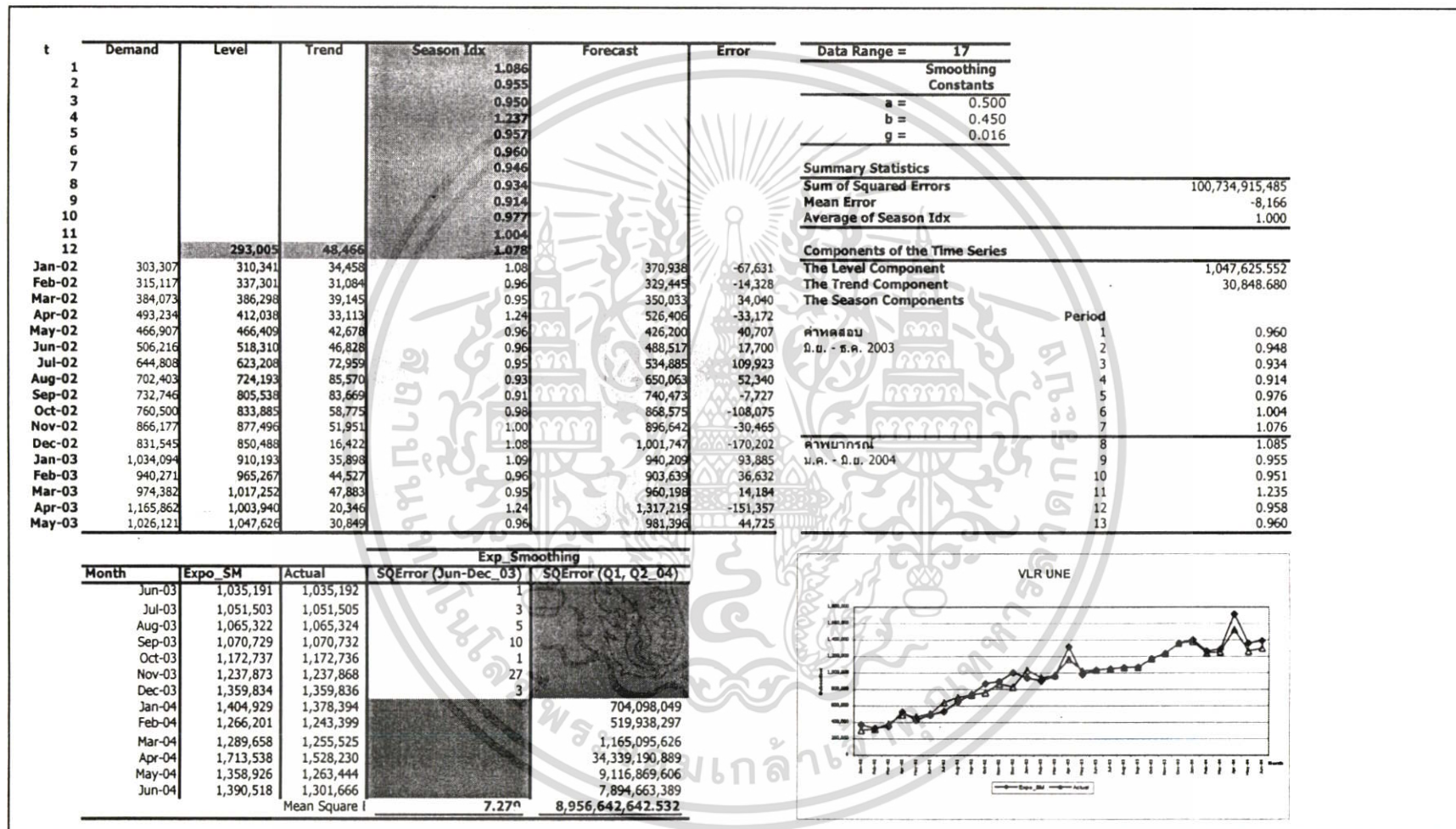
ผลการพยากรณ์ และผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จาก โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ในแต่ละเขตพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ ข.1 - ข.10



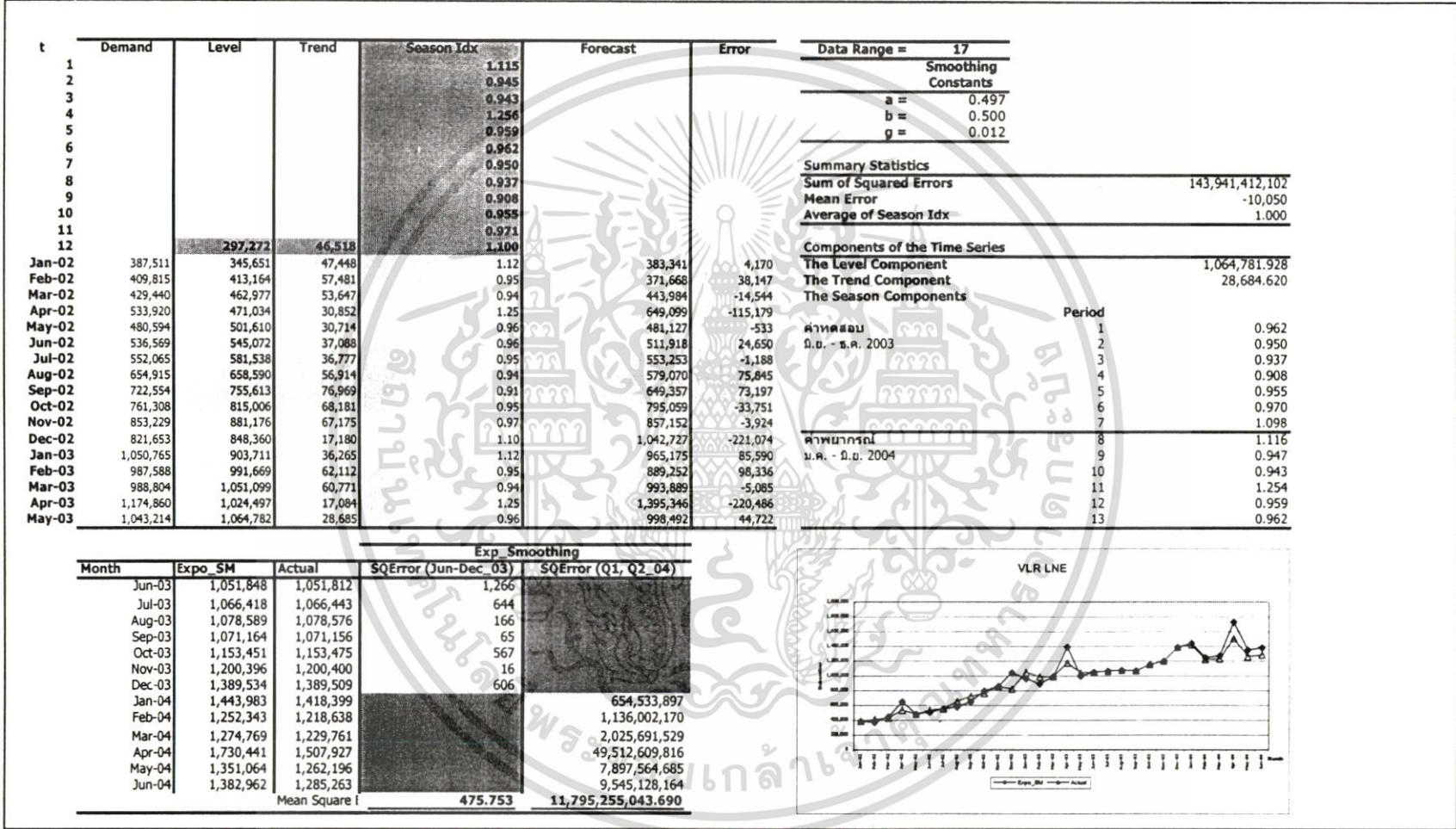
รูปที่ ข.1 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล
ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน



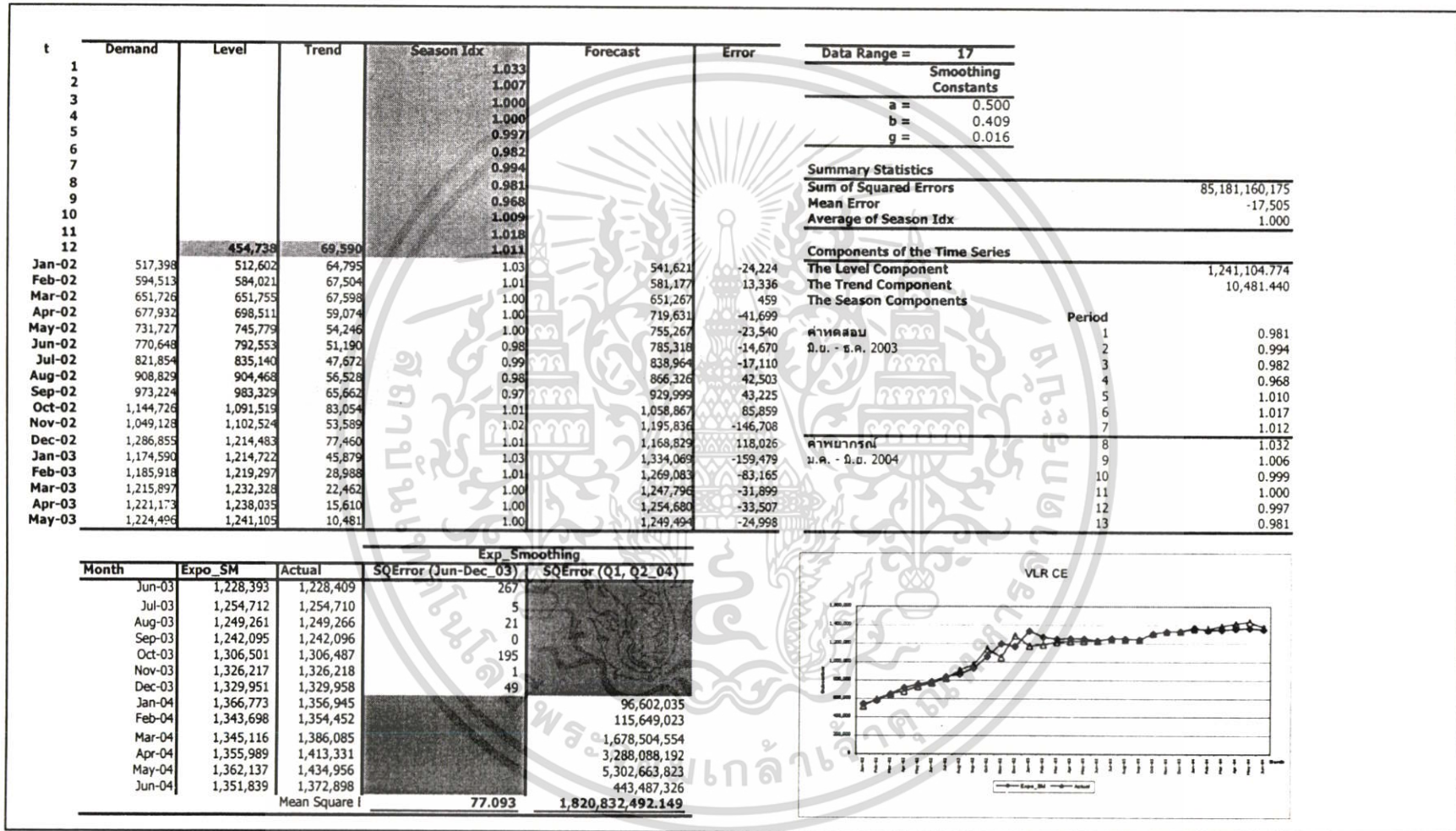
รูปที่ ข.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง



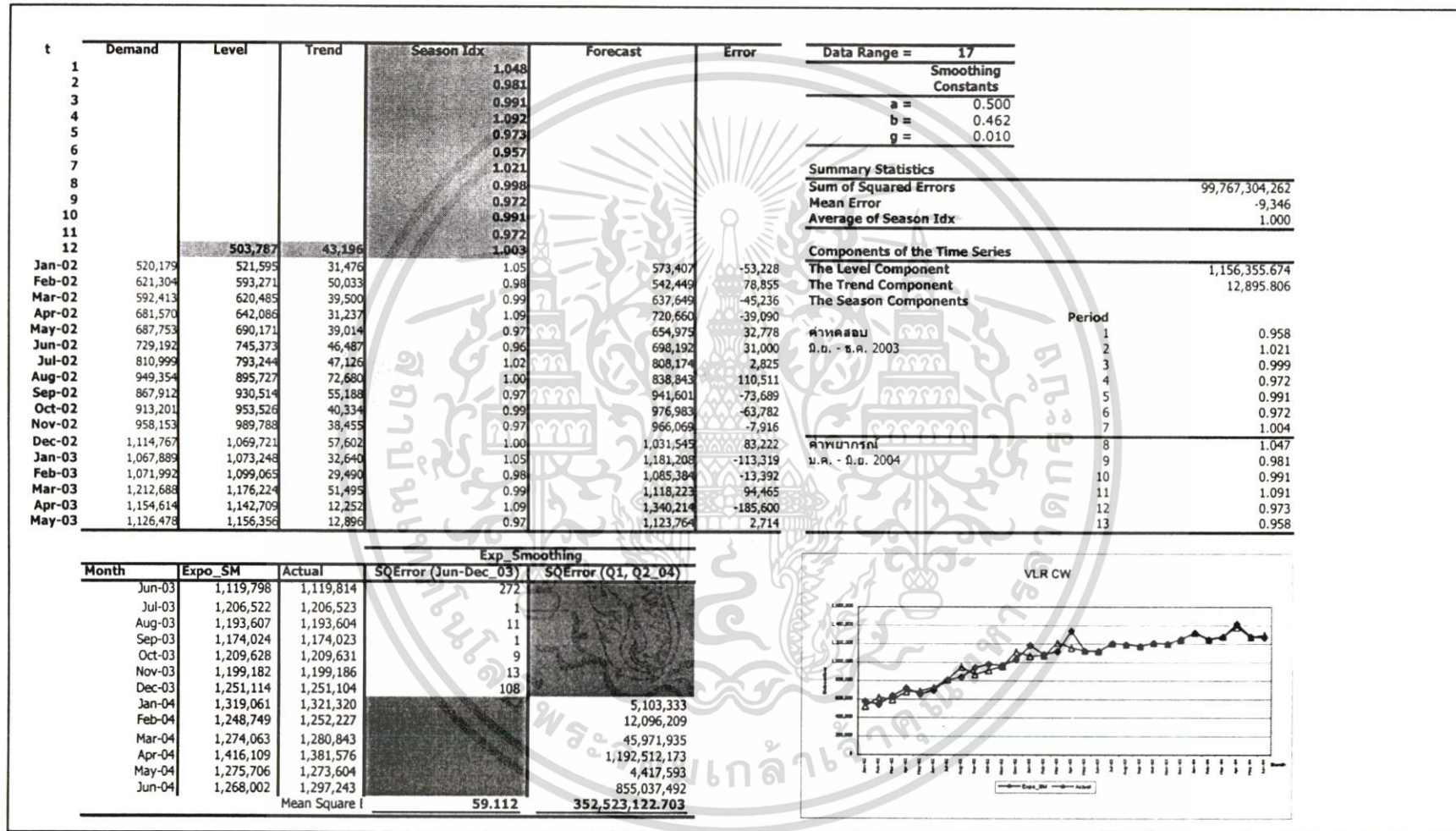
รูปที่ ข.3 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน



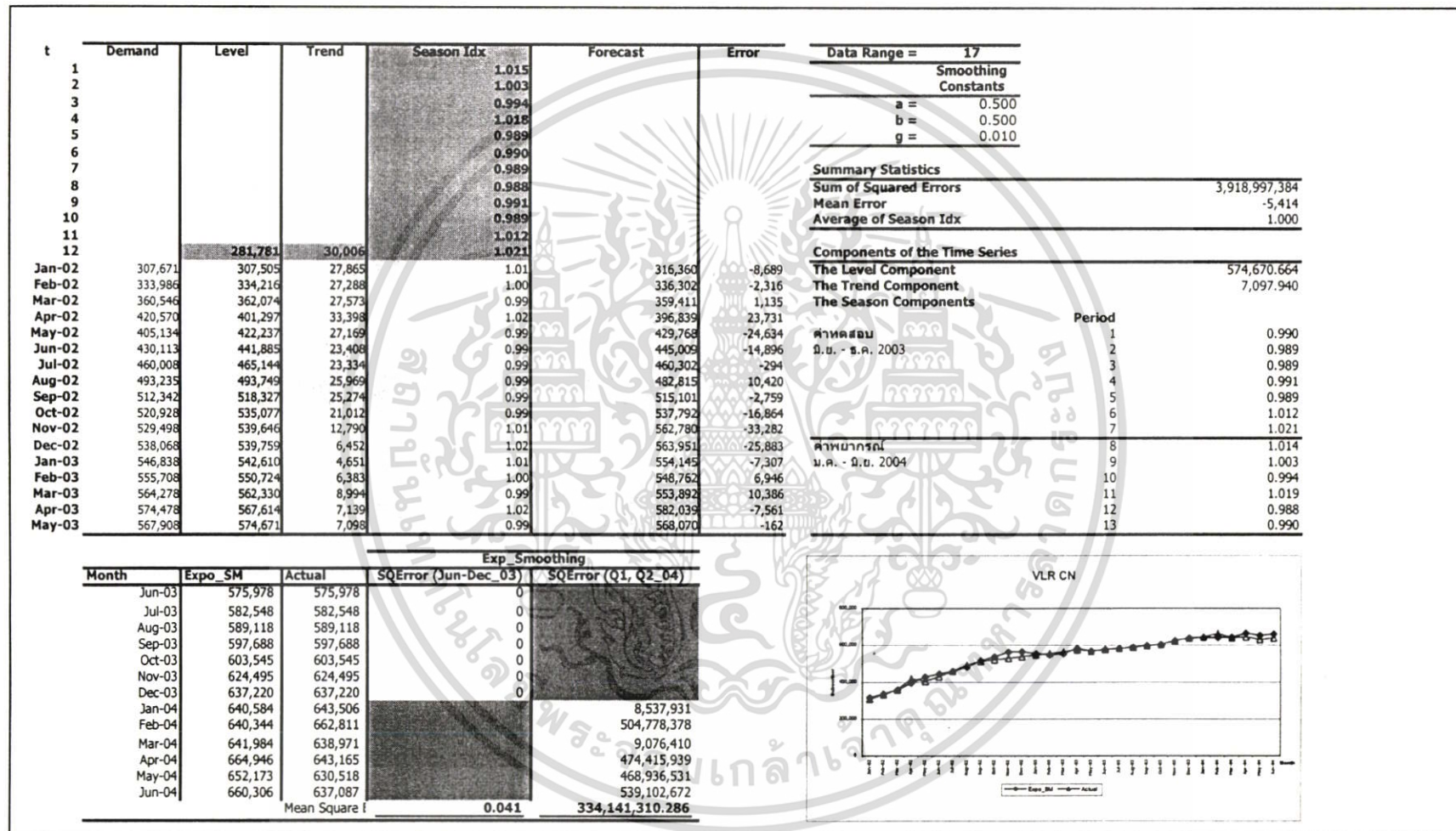
รูปที่ ข.4 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง



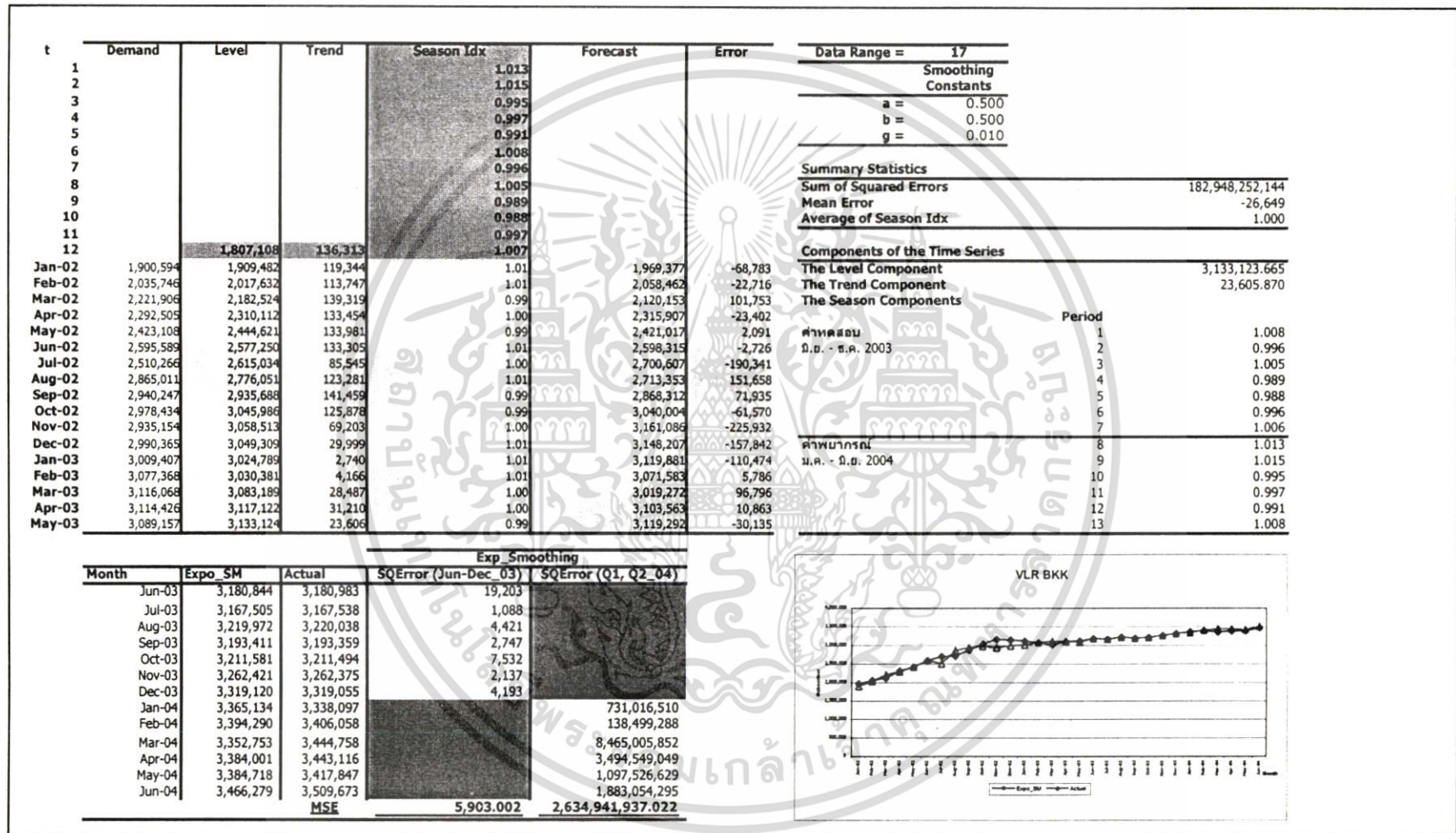
รูปที่ ข.5 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก



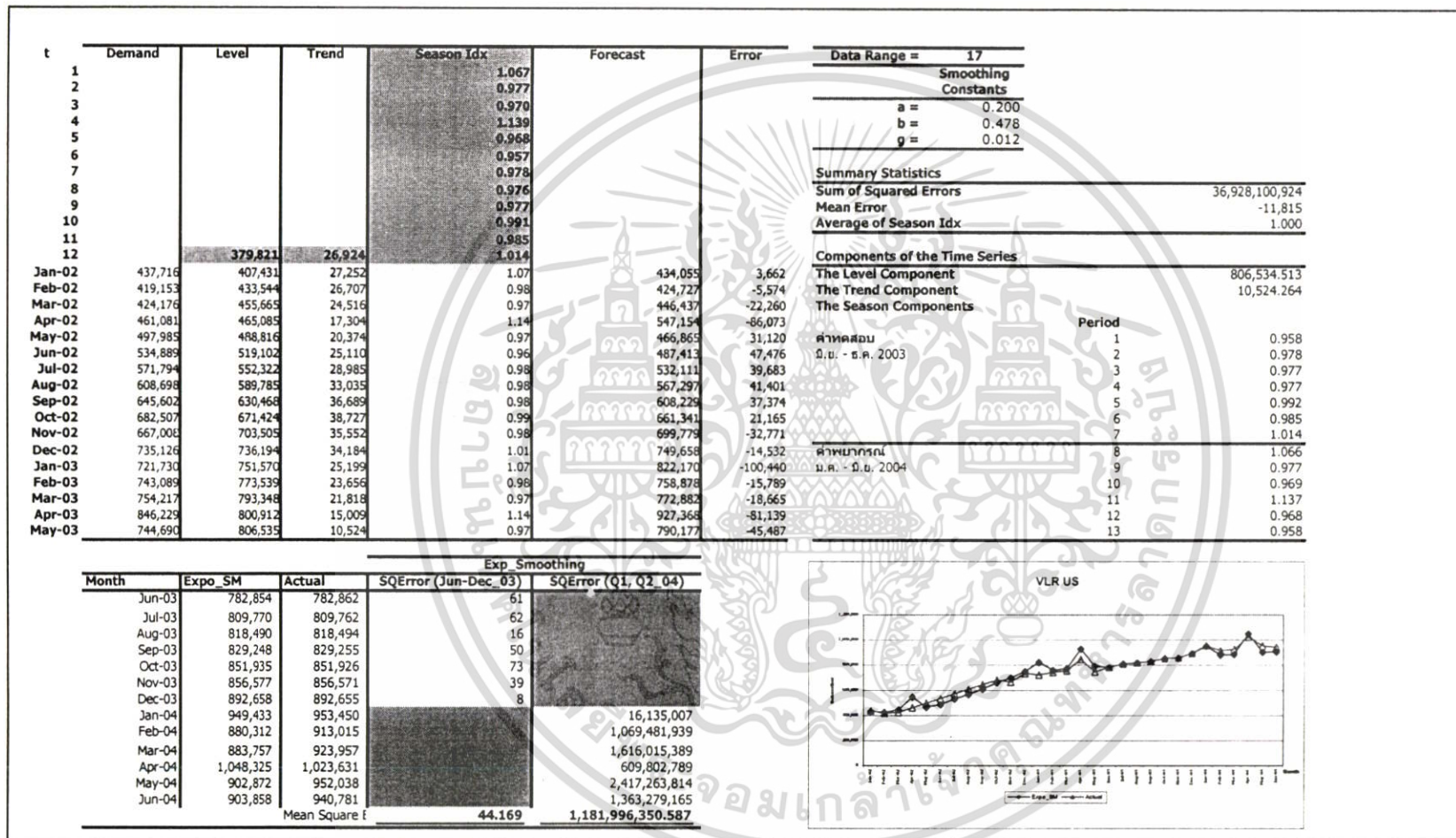
รูปที่ ข.6 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก



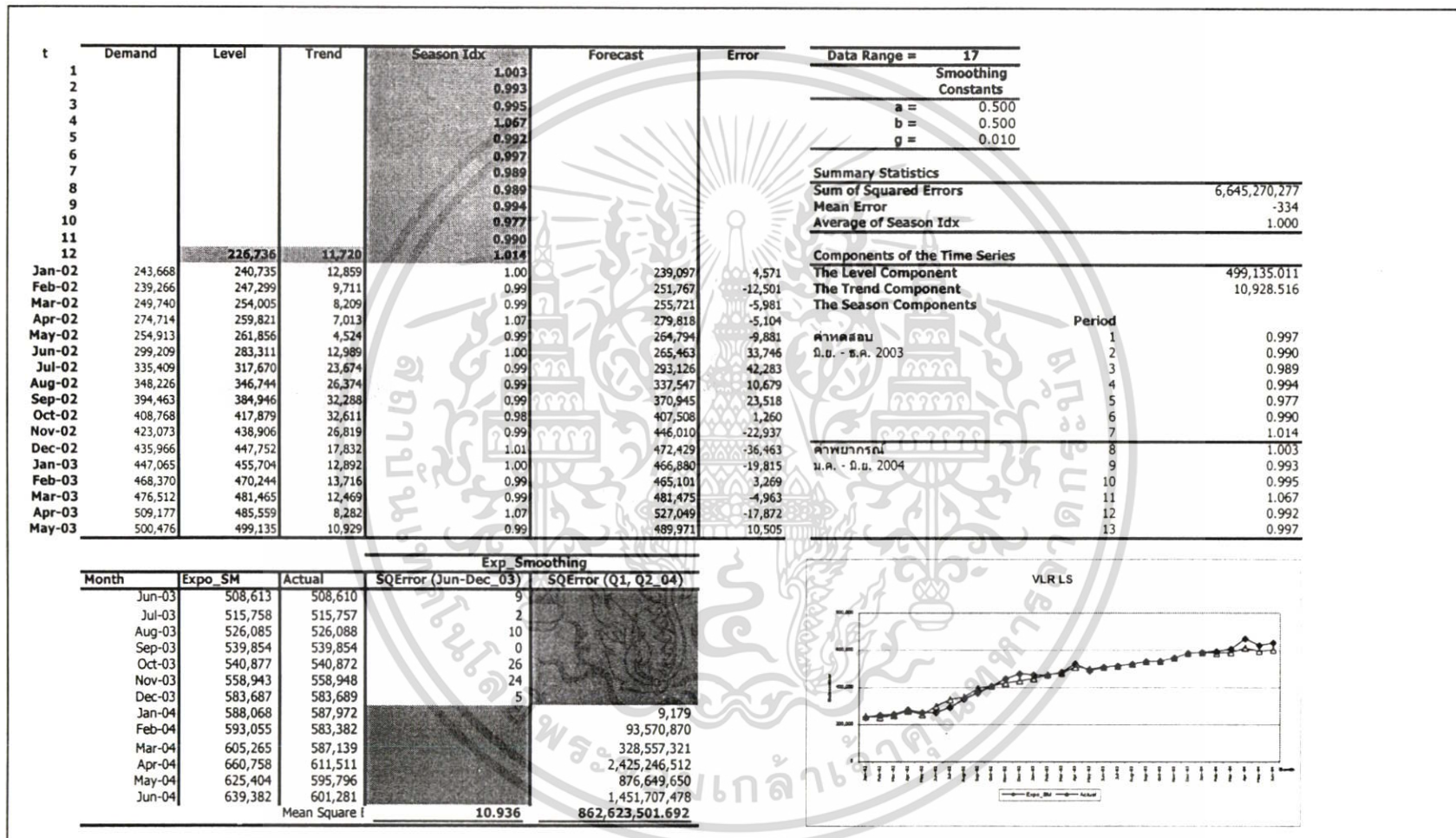
รูปที่ ข.7 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนบน



รูปที่ ข.8 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคกลาง



รูปที่ ข.9 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน



รูปที่ ข.10 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง



ภาคผนวก ค

ผลการสร้างสมการค่าพยากรณ์ และผลการพยากรณ์
จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้ม
แบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการสร้างสมการคำนวณค่าพยากรณ์ และ
ผลการพยากรณ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL
ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง
ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด**

การสร้างสมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ผู้วิจัยใช้สมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ (2535 : 51-68)

โดยที่ Y_i = ค่าของข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

$$i = 1, \dots, n$$

Y_c = ค่าแนวโน้ม

ซึ่งจะได้สมการเส้นตรงที่มีค่ากำลังสองน้อยที่สุด ดังนี้

หาได้จากสมการ

$$Y_c = a + bX \quad (\text{ข.8})$$

โดยหาค่าของ a, b ได้จาก

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n xY_i}{\sum_{i=1}^n X^2} \quad (\text{ข.9})$$

$$a = \bar{Y}_i \quad (\text{ข.10})$$

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนธันวาคม 2546 จำนวนข้อมูล 24 เดือน ของแต่ละเขตพื้นที่ให้บริการ ได้แก่ ภาคเหนือตอนบน, ภาคเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคกลางตอนบน, ภาคกลาง, ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง สำหรับสร้างสมการวิธีพยากรณ์เพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าจำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 6 เดือนล่วงหน้า ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอผลการสร้างสมการวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ผลที่ได้ดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ค.1 ผลการสร้างสมการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในแต่ละเขตพื้นที่

ลำดับ	เขตพื้นที่	สมการพยากรณ์
1	ภาคเหนือตอนบน	$Y_c = 716,711.215 + 12,422.315 * X$
2	ภาคเหนือตอนล่าง	$Y_c = 654,326.512 + 13,239.672 * X$
3	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	$Y_c = 839,206.465 + 20,930.165 * X$
4	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	$Y_c = 850,007.219 + 20,070.382 * X$
5	ภาคตะวันออก	$Y_c = 1,045,324.063 + 17,357.510 * X$
6	ภาคตะวันตก	$Y_c = 976,430.958 + 15,571.473 * X$
7	ภาคกลางตอนบน	$Y_c = 513,829.208 + 6,247.075 * X$
8	ภาคกลาง	$Y_c = 2,860,424.718 + 26,877.847 * X$
9	ภาคใต้ตอนบน	$Y_c = 680,717.316 + 10,421.742 * X$
10	ภาคใต้ตอนล่าง	$Y_c = 420,117.987 + 7,830.354 * X$

จากตารางที่ ค.1 แสดงรูปแบบของสมการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่สร้างในโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ในแต่ละเขตพื้นที่ โดยมีรายละเอียดของสมการในแต่ละพื้นที่ดังนี้

ภาคเหนือตอนบน สามารถสร้างสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 716,711.215 และ 12,422.315 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 716,711.215$ และ $b = 12,422.315$ คือ $Y_c = 716,711.215 + 12,422.315 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคเหนือตอนล่าง สามารถสร้างสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 654,326.512 และ 13,239.672 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 654,326.512$ และ $b = 13,239.672$ คือ $Y_c = 654,326.512 + 13,239.672 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน สามารถสร้างสมการวิธีพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 839,206.465 และ 20,930.165 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 839,206.465$ และ $b =$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20,930.165 คือ $Y_c = 839,206.465 + 20,930.165 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สามารถสร้างสมการวิพพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 850,007.219 และ 20,070.382 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 850,007.219$ และ $b = 20,070.382$ คือ $Y_c = 850,007.219 + 20,070.382 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคตะวันออก สามารถสร้างสมการวิพพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 1,045,324.063 และ 17,357.510 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 1,045,324.063$ และ $b = 17,357.510$ คือ $Y_c = 1,045,324.063 + 17,357.510 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคตะวันตก สามารถสร้างสมการวิพพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 976,430.958 และ 15,571.473 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 976,430.958$ และ $b = 15,571.473$ คือ $Y_c = 976,430.958 + 15,571.473 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคกลางตอนบน สามารถสร้างสมการวิพพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 513,829.208 และ 6,247.075 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 513,829.208$ และ $b = 6,247.075$ คือ $Y_c = 513,829.208 + 6,247.075 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคกลาง สามารถสร้างสมการวิพพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 2,860,424.718 และ 26,877.847 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 2,860,424.718$ และ $b = 26,877.847$ คือ $Y_c = 2,860,424.718 + 26,877.847 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

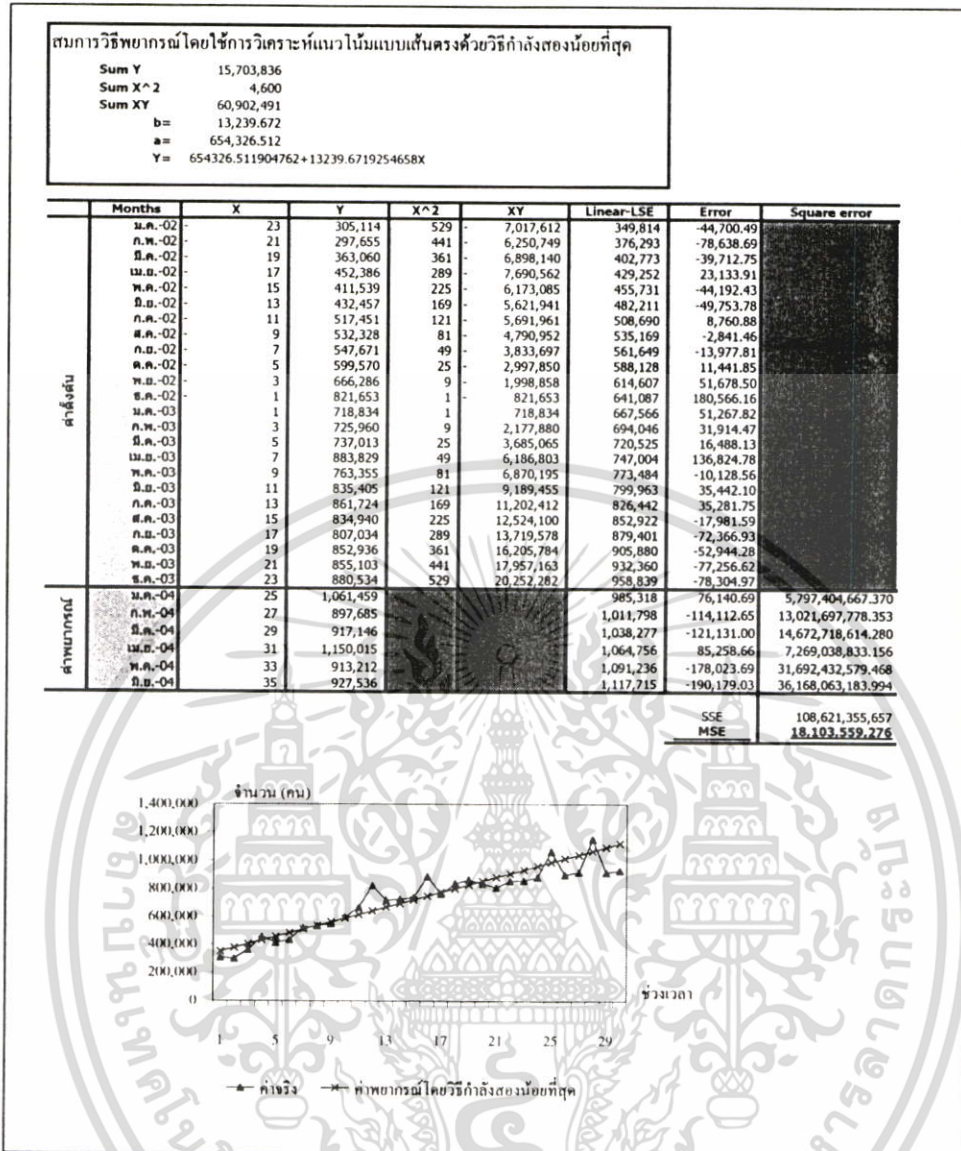
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคใต้ตอนบน สามารถสร้างสมการวิพยากรณ์โดยการวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 680,717.316 และ 10,421.742 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 680,717.316$ และ $b = 10,421.742$ คือ $Y_c = 680,717.316 + 10,421.742 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

ภาคใต้ตอนล่าง สามารถสร้างสมการแนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่า a และ b จากข้อมูลอนุกรมเวลาได้เท่ากับ 420,117.987 และ 7,830.354 ตามลำดับ สมการพยากรณ์ที่ได้เมื่อ $a = 420,117.987$ และ $b = 7,830.354$ คือ $Y_c = 420,117.987 + 7,830.354 * X$ สำหรับ $X \geq 1$ origin ที่วันที่ 1 มกราคม 2546 และ X มีหน่วยเป็น 0.5 เดือน

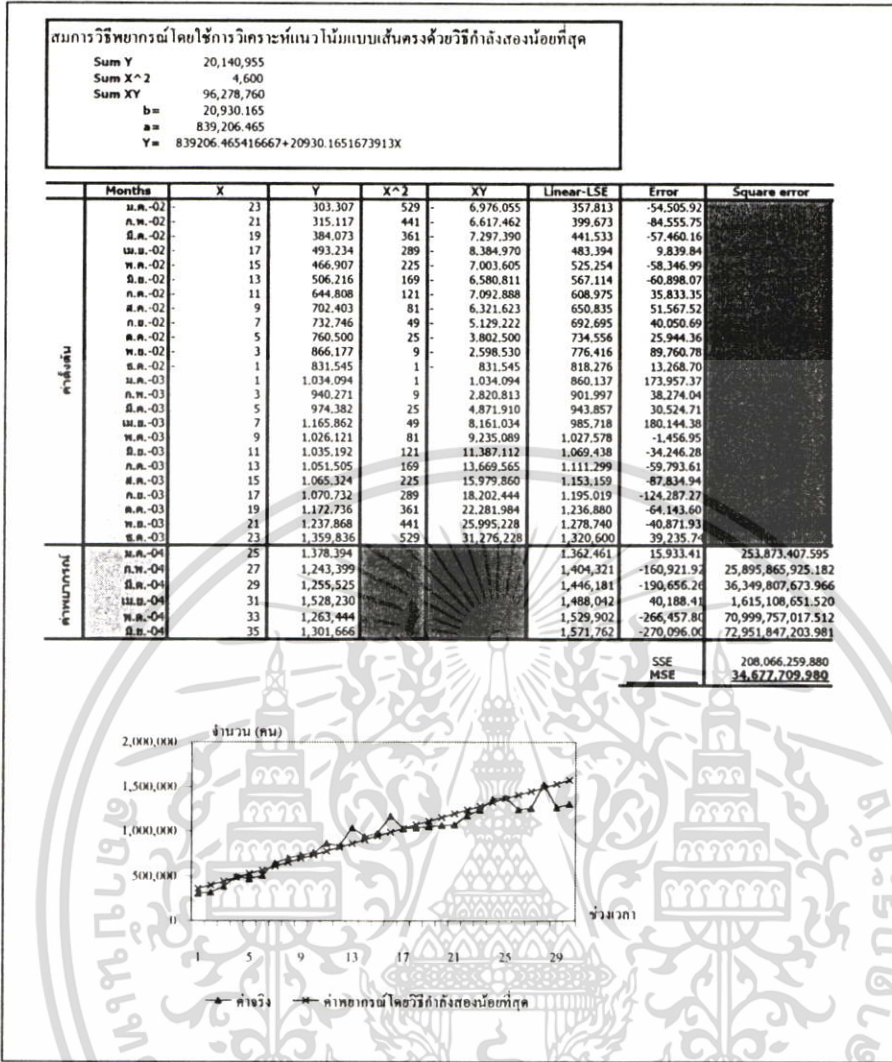
ผลการพยากรณ์ และผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ในแต่ละเขตพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ ก.1 - ก.10





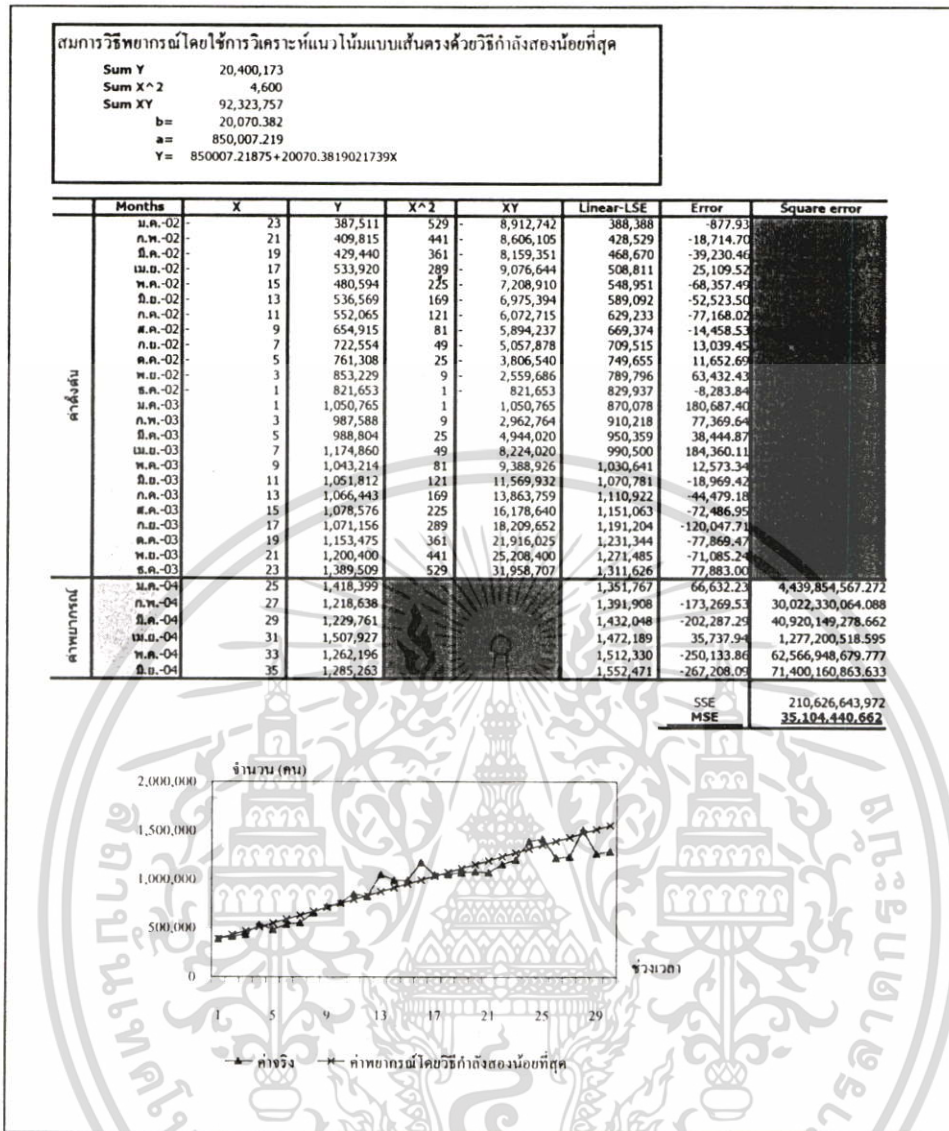
รูปที่ ค.2 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



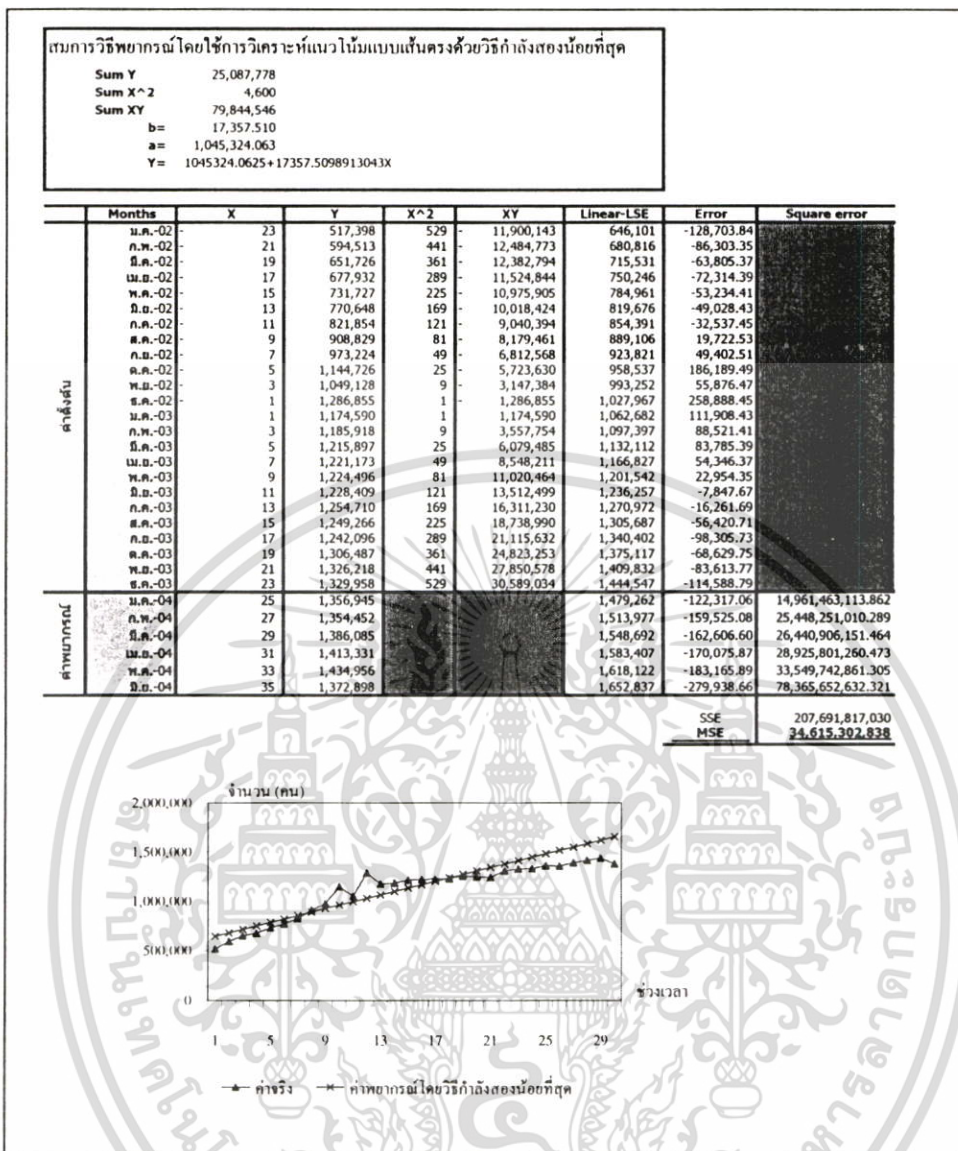
รูปที่ 3 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จาก โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



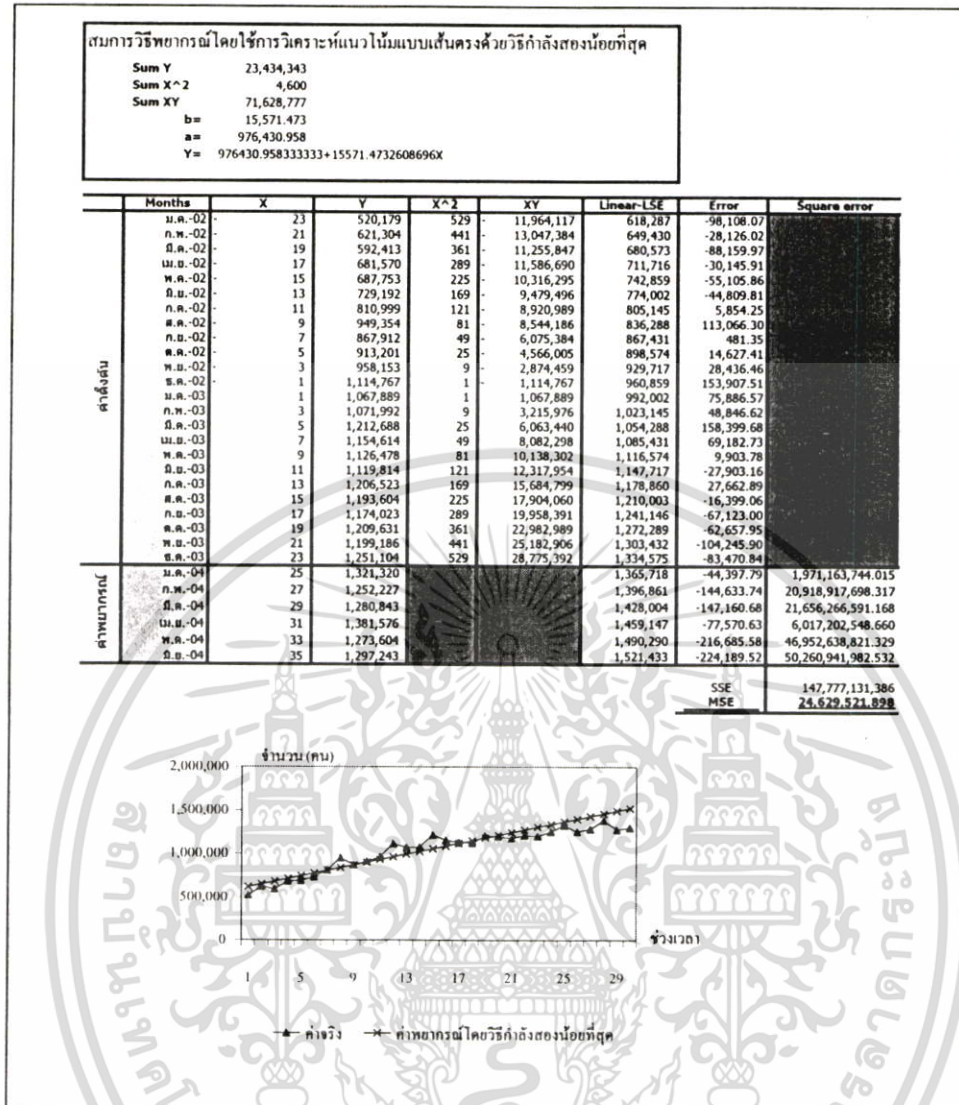
รูปที่ ค.4 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



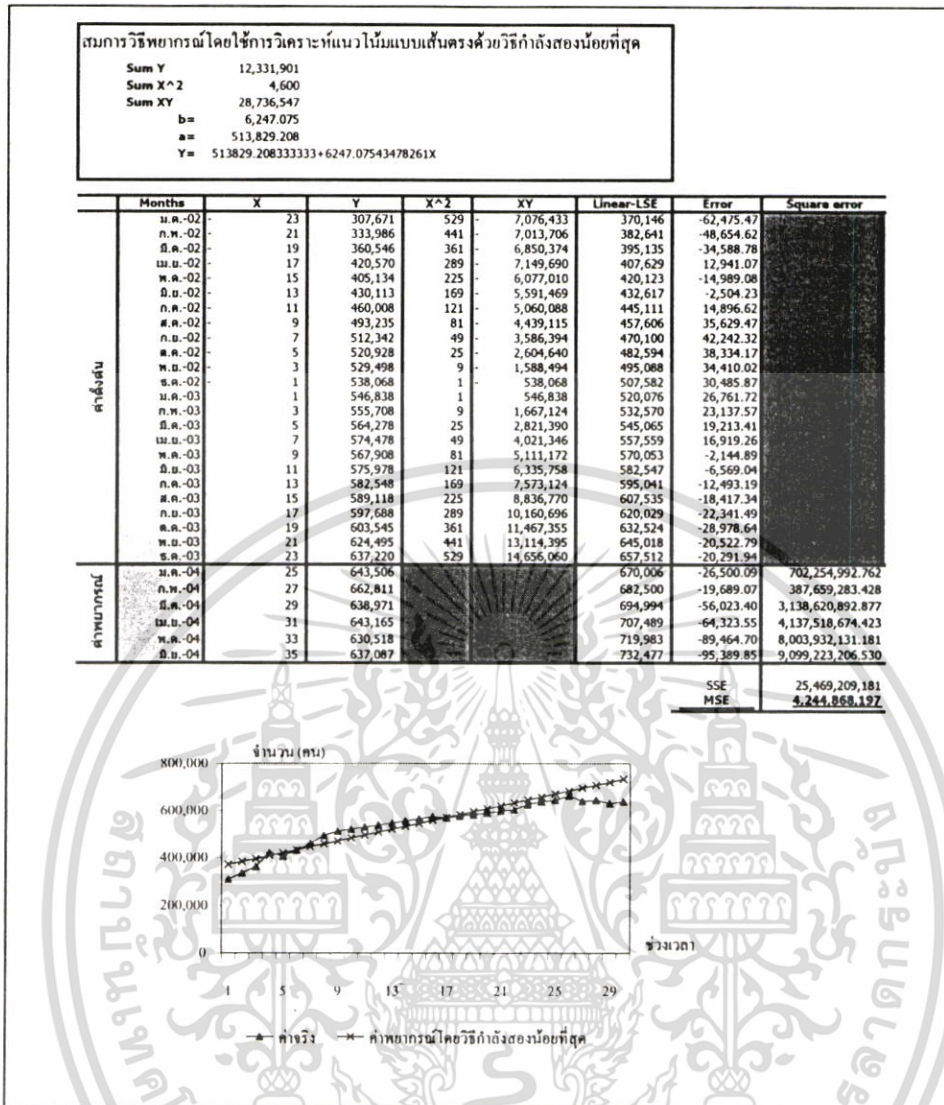
รูปที่ ๓.5 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จาก โปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



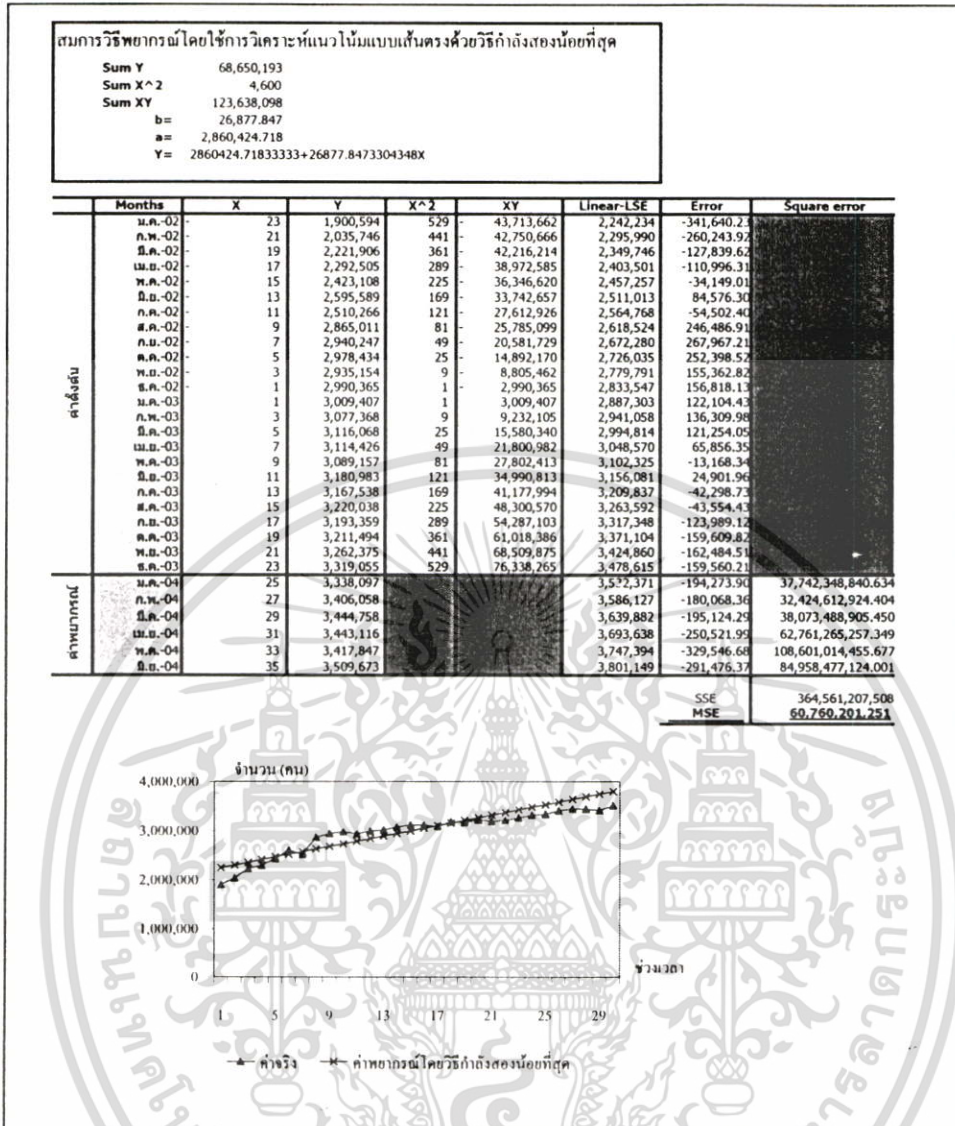
รูปที่ ๓.6 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



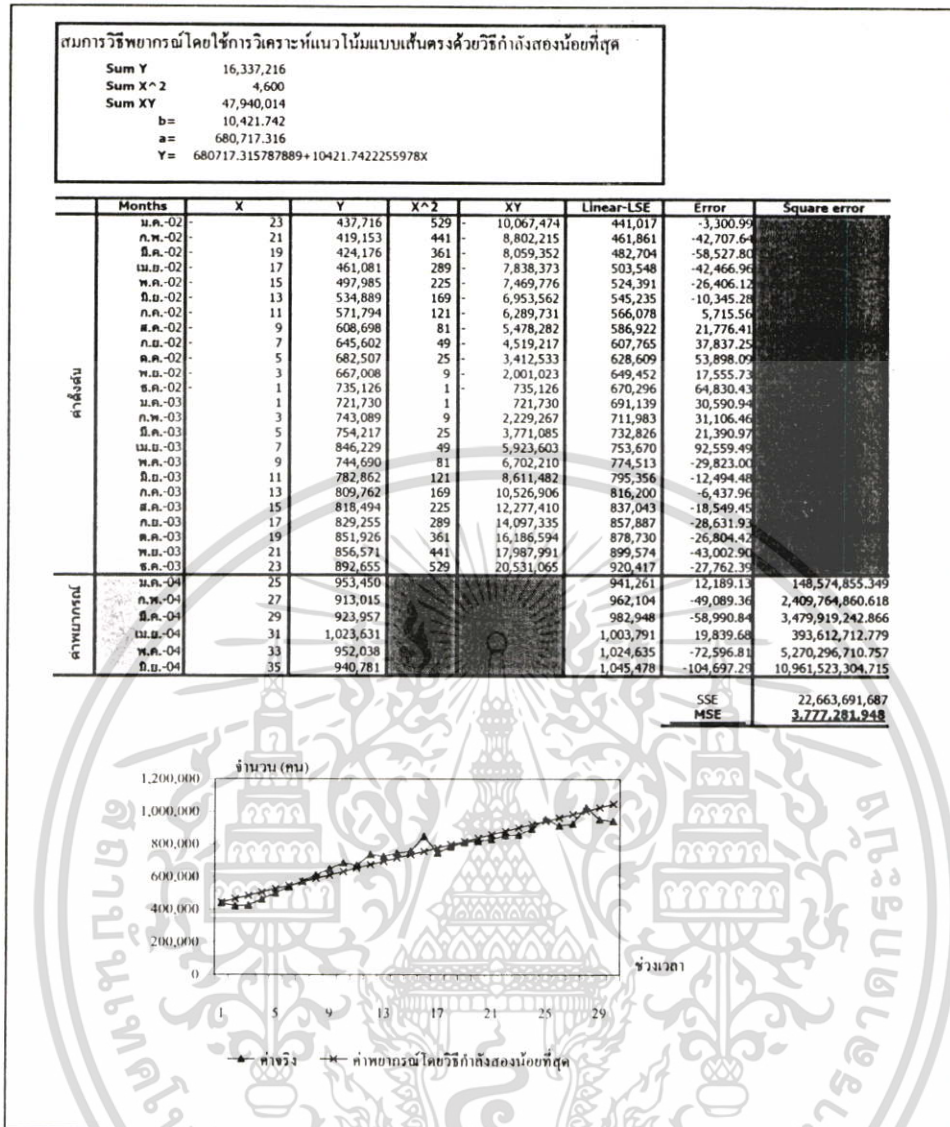
รูปที่ ค.7 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



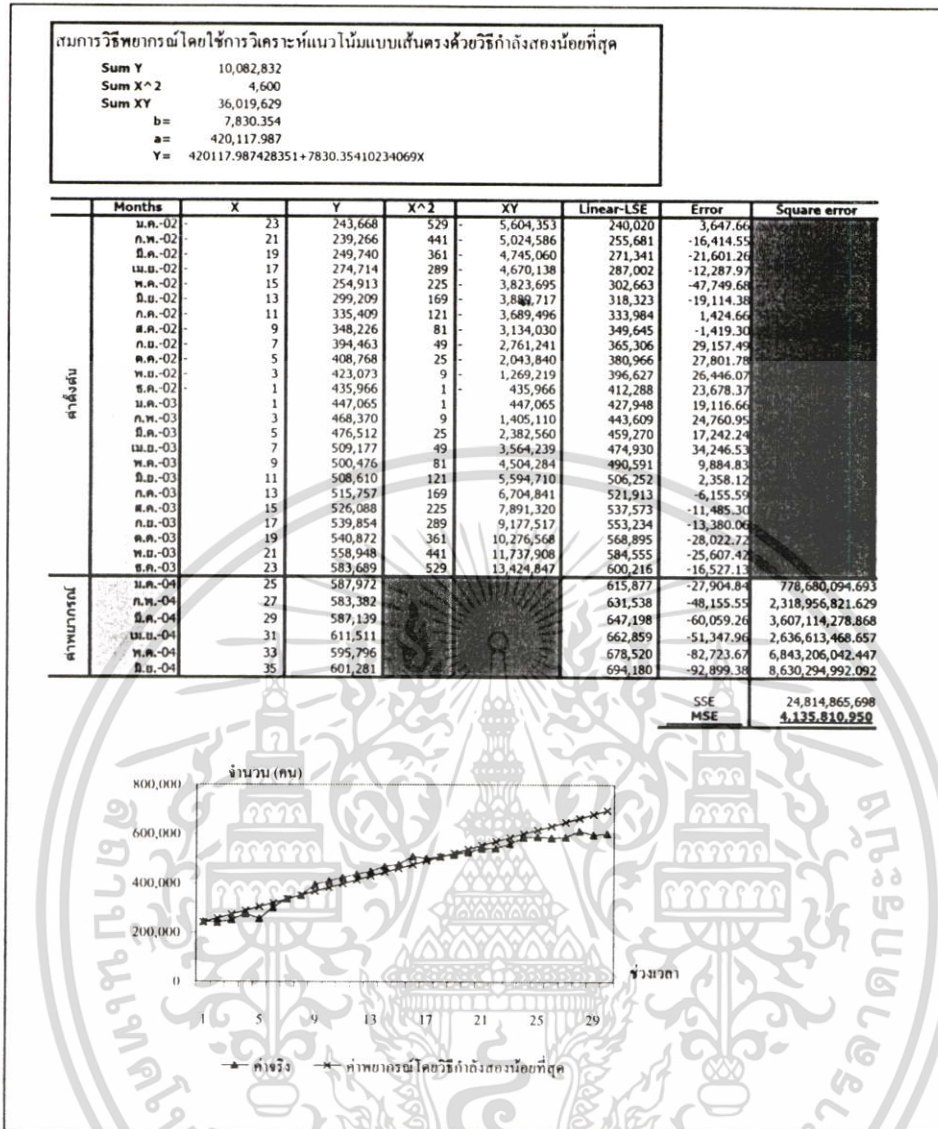
รูปที่ ค.8 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.9 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.10 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากโปรแกรมสำเร็จรูป EXCEL ด้วยวิธีพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มแบบเส้นตรงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐพรชัย อุ่นซ้อน
วัน เดือน ปีเกิด	5 กุมภาพันธ์ 2521
ที่อยู่	99/8 ม.1 หมู่บ้านสุทธาทร ถ.คุ้มเกล้า แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
ประวัติการศึกษา	2536 - 2538 ปวช. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ 2539 - 2540 ปวส. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ 2541 - 2542 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1.) ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2.) การวางแผนระบบเครือข่ายชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2543-2544	อาจารย์ประจำคณะวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเชียงใหม่เทคโนโลยี
พ.ศ. 2545-ปัจจุบัน	ตำแหน่งวิศวกรอาวุโส ฝ่ายวางแผนเครือข่ายระบบชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้