รายงานวิจัย

การพัฒนาและประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเพื่อการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้นในประเทศไทย

Development and Application of An Adaptive Neural Network for Short –Term Load Forecasting in Thailand

ห้องสมุด มทร.

โดย

ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล

ทะเบียน SC. 013
เลขหมู่ TK 4001
เล่มที่ 1
ที่ 1 มิ.ย. 51

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

2549

การพัฒนาและประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเพื่อการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้นในประเทศไทย

Development and Application of An Adaptive Neural Network for Short –Term Load Forecasting in Thailand

ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล

สาขาเทคโนโลยีโครงข่ายคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้เสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้น ได้มีแนวคิดในการพยากรณ์ความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าระยะสั้น โดยการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Back Propagation Neural Network) ซึ่งการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุด ความต้องการกำลังไฟฟ้ารายชั่วโมงและพลังงานไฟฟ้าของวันถัดไป ข้อมูลที่ใช้ในการสอนโครงข่ายจะประกอบด้วย ความต้องการกำลังไฟฟ้าของวันในอดีต และอุณหภูมิในอดีตของจังหวัดหลักๆ ของประเทศจำนวน 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกรุงเทพ เชียงใหม่ ระยอง นครราชสีมา สงขลา และภูเก็ต โดยจะแยกสอนโครงข่ายตามกลุ่มประเภทชนิดของวัน ได้แก่วันทำงาน วันจันทร์ วันเสาร์หรือวันหยุดราชการ และวันอาทิตย์ รวมถึงจำนวนวันในอดีตในการเรียนรู้ มีระยะเวลา 8 วัน โดยจำนวนอินพุทที่ใช้ในโครงข่ายมี 55 อินพุท ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด ส่วนจำนวนเซลในชั้นซ่อนจะพบว่ามีค่าผิดพลาดในการพยากรณ์นั้น มีค่าไม่แตกต่างมากนัก ซึ่งจำนวนเซล 10 เซล นั้นถือว่าได้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด รวมทั้งสามารถทำให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำขึ้น จากผลการทดสอบพบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีการที่นำเสนอนี้มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 % ซึ่งมีค่าที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อยู่ประมาณ 27-36%

This research presents the application of neural network for short term electric power load forecasting. In this research has concept in short term load forecasting of electrical distribution by using neural network involved is designed using back propagation learning technique which can forecast of peak and valley loads, hourly load and next day energy. Inputs data for neural network training is contain past daily loads and past temperature of 6 main provinces in country contains Bangkok, Chiangmai, Rayong, Nakornrachasima, Songkhla and Phuket and will separate for learning in daytype contains Workday, Monday, Saturday or holiday of government and Sunday include 8 past days for training which the neural has 55 input neurals is best suitable pattern. For hidden layes has 10 hidden neurals gave least error in forecasting and results show accuracy forecasting. The testing results show that this paper has mean absolute percentage error less than 2.0 % which lower than results of EGAT about 27-36 %

บทนำ

การพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้น เป็นการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าทุกๆ ชั่วโมงที่มีการเปลี่ยนแปลงของวันถัดไป โดยมีปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพยากรณ์ ได้แก่ปัจจัยด้านเวลาและอุณหภูมิ การพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้ามีประโยชน์ทำให้สามารถวางแผน ควบคุม และกำหนดตารางการผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เกิดเสถียรภาพในระบบไฟฟ้า รวมถึงประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าทั้งด้านความปลอดภัยและการประหยัดพลังงานสูงสุด โดยในอดีตการพยากรณ์ได้มีการพัฒนามาตั้งแต่การใช้หลักสถิติ เช่น อนุกรมเวลา (Time Series) , Box and Jenkins , Regressive Analysis. [I. Drezga and S. Rahman ,1998] จนกระทั่งได้มีการนำโครงข่ายประสาทมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน [A.G.Baklrtzis, 1996] , [I. Drezga and S. Rahman ,1998]

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้น โดยการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Back Propagation Neural Network) โดยจะศึกษาถึงตัวแปรต่างๆ ที่จะต้องป้อนให้กับโครงข่ายประสาทและตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความแม่นยำของการทำนาย รวมทั้งศึกษาถึงสถาปัตยกรรมของโครงข่ายที่เหมาะสมในการทำนาย ซึ่งจะได้ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด/ต่ำสุด มาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงและพลังงานไฟฟ้าของวันถัดไปได้

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาแบบการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าทุกประเภทชนิดของวัน โดยใช้ข้อมูลของวันในอดีตก่อนวันทำนาย 14 วันติดต่อกัน
2. ศึกษาหาจำนวนวันในอดีตที่ใช้ในการสอนโครงข่ายประสาท
3. ศึกษาการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า

วิธีการทดลอง

ผลการทดสอบการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้น

ในการทดสอบผลการพยากรณ์ที่ได้นั้น ได้ใช้โปรแกรมโครงข่ายประสาทของ Assoc.Prof. Yukio Kosugi เขียนด้วยภาษาซีและพัฒนาเพิ่มเติมโดยพิทักษ์ ทางรัตนสุวรรณ (2540) โดยทำการหาค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์ในลักษณะจำนวนอินพุทที่แตกต่างกัน โดยจะแบ่งแยกเป็นลักษณะหลาย ๆ โมเดล เพื่อที่จะหาลักษณะของโครงข่ายที่เหมาะสม เพื่อที่จะให้ได้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุดในการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าระยะสั้น

ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด(ต่ำสุด) โครงข่ายประสาทจะทำการเรียนรู้เพื่อหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทของอุณหภูมิและความต้องการกำลังไฟฟ้าในอดีต ดังรูปแบบข้อมูลของโครงข่ายประสาทในการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น เมื่อโครงข่ายเรียนรู้แล้วก็จะป้อนอินพุทล่าสุดให้กับโครงข่าย เพื่อหาค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด(ต่ำสุด) และพลังงานไฟฟ้าในวันถัดไปได้ และความถูกต้องของการพยากรณ์จะวัดจากความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เทียบกับค่าจริง เรียกว่าค่า **MAPE** (Mean Absolute Percent Error) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$MAPE = \frac{1}{N_h}\sum_{i=1}^{N_h}\frac{|A_i - P_i|}{A_i} \times 100$$

P_i = ค่าความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ (MW) ณ ชั่วโมงที่ i

A_i = ค่าความต้องไฟฟ้าจริง (MW) ณ ชั่วโมงที่ i

N_h = จำนวนชั่วโมงที่ทำการพยากรณ์

1 วิธีการและผลที่ได้จากการทดสอบการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าระยะสั้น

1.1 การศึกษารูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้และอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 1 และ 2

ตาราง 1 ค่าผิดพลาดที่ได้จากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 1

ข้อมูล (TRAIN)	ทดสอบ (FORECAST)	จำนวนเซล ในชั้นซ่อน	ค่า MAPE (%)
1 ตค. 99 – 14 ตค. 99 (ระยะเวลา 14 วัน)	15 ตค. 99	5	1.97
		10	**1.83**
		15	2.46
		20	2.66

ในโมเดลที่ 1 ได้ใช้ข้อมูลของวันในอดีตก่อนวันทำนาย 14 วันติดต่อกันในการเรียนรู้ตั้งแต่วันที่ 1–14 ตุลาคม 1999 ด้วยค่าอุณหภูมิจริงของวันทำนาย และทำการทดสอบผลพยากรณ์ในวันที่ 15 ตุลาคม 1999 (วันศุกร์) โดยทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเซลในชั้นซ่อน เป็น 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ ดังตารางที่ 1

จะพบว่าการทดสอบผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าที่จำนวนเซล 10 เซลในชั้นซ่อน จะให้ค่าความผิดพลาด MAPE น้อยที่สุด ซึ่งเท่ากับ 1.83%

ตาราง 2 ค่าผิดพลาดที่ได้จากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 2

ข้อมูล (TRAIN)	ทดสอบ (FORECAST)	จำนวนเซล ในชั้นซ่อน	ค่า MAPE (%)
1 ตค. 99 – 14 ตค. 99 (ระยะเวลา 14 วัน)	15 ตค. 99	5	6.84
		10	**5.10**
		15	7.64
		20	7.92

ในโมเดลที่ 2 ได้ใช้ข้อมูลของวันในอดีตก่อนวันทำนาย 14 วันติดต่อกันในการเรียนรู้และการทดสอบการพยากรณ์ในระยะเวลาช่วงเดียวกันกับโมเดลที่ 1 แต่จะไม่ป้อนค่าของอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด โดยทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเซลในชั้นซ่อน เป็น 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ ดังตารางที่ 2

จะพบว่าเมื่อไม่ได้ป้อนค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดให้กับโครงข่าย ทำให้ได้ค่าความผิดพลาด MAPE จากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้านั้นมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับตารางที่ 1 โดยที่จำนวนเซล 10 เซลในชั้นซ่อนจะให้ค่าความผิดพลาดต่ำสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.10% นั่นแสดงว่าค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดยังเป็นตัวแปรสำคัญในการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้า

1.2 การพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าล่วงหน้า 7 วัน โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 1

ตาราง 3 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าล่วงหน้า 7 วันโดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 1

ข้อมูล (TRAIN)	ทดสอบ (FORECAST)	จำนวนเซล / ค่า MAPE (%)			
		5	10	15	20
	22 ตค. 99	**1.49**	**1.44**	**1.63**	**1.79**
8 ตค. 99 – 21 ตค. 99 (ระยะเวลา 14 วัน)	22 – 28 ตค. 99				
	22 ตค. (Fri.)	**1.493**	**1.44**	**1.63**	**1.79**
	23 ตค. (Sat.)	9.69	9.52	10.06	10.27
	24 ตค. (Sun.)	8.70	8.42	8.77	9.31
	25 ตค. (Mon.)	12.60	12.03	12.63	12.86
	26 ตค. (Tue.)	**2.23**	**1.71**	**2.24**	**2.69**
	27 ตค. (Wed.)	**1.80**	**1.78**	**1.88**	**2.05**
	28 ตค. (Thu.)	**2.12**	**1.80**	**1.98**	**2.12**

ในการทดสอบได้ใช้ข้อมูลของวันในอดีตก่อนวันทำนาย 14 วันติดต่อกันในการเรียนรู้ตั้งแต่วันที่ 8–21 ตุลาคม 1999 ด้วยค่าอุณหภูมิจริงของวันทำนาย และทำการทดสอบผลพยากรณ์ในวันศุกร์ที่ 22 ตุลาคม 1999 จนถึงวันพฤหัสบดีที่ 28 ตุลาคม 1999 โดยทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเซลในชั้นซ่อน เป็น 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ ดังตารางที่ 3

จะพบว่าค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเฉพาะวันทำงานเท่านั้นที่ได้ค่าความผิดพลาด MAPE ที่มีค่าต่ำ ซึ่งอยู่ในช่วง 1.44-1.80 % แต่ถ้าหากเปรียบเทียบกับวันเสาร์ อาทิตย์ และจันทร์ นั้นยังมีค่า MAPE ที่สูงอยู่มาก ซึ่งอยู่ในช่วง 8.42-12.03% ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าจำนวนวันในแต่ละประเภทกลุ่มวันนั้นยังไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้ของโครงข่าย

1.3 การพยากรณ์อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ล่วงหน้า 1 วัน โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 3

เนื่องจากการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าใน ข้อ 1.1 – 1.2 นั้น เราได้ใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงในการเรียนรู้และการทดสอบ แต่หากมองในทางปฏิบัติเราไม่สามารถทราบค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดในวันพยากรณ์และวันก่อนวันพยากรณ์ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องพยากรณ์ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของวันก่อนวันพยากรณ์และวันพยากรณ์เสียก่อน โดยการหาจำนวนวันในการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สุด

ตาราง 4 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์อุณหภูมิ ที่ระยะเวลาการเรียนรู้ต่างกันโดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 3

ข้อมูล (TRAIN)	ทดสอบ (FORECAST)	จำนวนเซล ในชั้นซ่อน	ค่า Error* (%)
18 ตค. 99 – 21 ตค. 99 (ระยะเวลา 4 วัน)	22 ตค. 99	5	4.12
		10	3.99
		15	4.10
		20	4.10
15 ตค. 99 – 21 ตค. 99 (ระยะเวลา 7 วัน)	22 ตค. 99	5	3.87
		10	**3.86**
		15	3.91
		20	3.85
8 ตค. 99 – 21 ตค. 99 (ระยะเวลา 14 วัน)	22 ตค. 99	5	4.83
		10	4.99
		15	4.58
		20	4.79

ในการทดสอบได้ใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในช่วงระยะเวลา 4 7 และ 14 วัน เพื่อให้โครงข่ายทำการเรียนรู้ โดยทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเซลในชั้นซ่อน เป็น 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ดังตารางที่ 4

$$Error = \frac{T_t - T_f}{T_t} \times 100$$

จะพบว่า เมื่อ T_t = ค่าอุณหภูมิจริง

T_f = ค่าอุณหภูมิที่พยากรณ์มาได้

จะพบว่าจำนวนระยะเวลา 7 วันและจำนวนเซลในชั้นซ่อนมีค่าเท่ากับ 10 เซลให้ค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ได้ต่ำที่สุด

หลังจากที่ได้ค่าพยากรณ์อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจากโมเดลที่ 3 มาแล้วนั้น ได้นำค่าอุณหภูมิที่ได้ป้อนให้กับโมเดลที่ 1 เพื่อใช้ในการเรียนรู้และทำการทดสอบการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเพื่อทำการเปรียบเทียบผลพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าระหว่างอุณหภูมิจริงและอุณหภูมิที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อน ได้ผลดังตารางที่ 5

ตาราง 5 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 1
(ใช้อุณหภูมิจริงและอุณหภูมิที่พยากรณ์มาก่อนทำการทดสอบ)

ข้อมูล (TRAIN)	ทดสอบ (FORECAST)	อุณหภูมิ	จำนวนเซลในชั้นซ่อน	ค่า MAPE (%)
8 ตค. 99 – 21 ตค. 99 (ระยะเวลา 14 วัน)	22 ตค. 99	อุณหภูมิจริง	5	1.49
			10	**1.44**
			15	1.63
			20	1.79
		อุณหภูมิได้จากการพยากรณ์ (Train 7 วัน)	5	1.57
			10	**1.55**
			15	1.76
			20	1.89

จะพบว่าที่จำนวน 10 เซลในชั้นซ่อน ในการใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่เป็นค่าจริง จะให้ค่าผิดพลาด MAPE จากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.44% ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากพยากรณ์มาก่อนซึ่งมีเท่ากับ 1.55% แต่ก็ถือว่าค่า MAPE ที่ได้จากทั้ง 2 วิธี นั้นก็ไม่แตกต่างมากนัก

1.4 การพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า โดยการเรียนรู้แยกเฉพาะกลุ่มประเภทวัน

เนื่องจากการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าในหัวข้อที่ 1.2 จะพบว่า ในแต่ละกลุ่มประเภทวัน จะได้ค่าผิดพลาดที่แตกต่างกันมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนวันในการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มประเภทวัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดกลุ่มประเภทวันเพื่อที่จะหาจำนวนวันที่เหมาะสมในการเรียนรู้ รวมถึงทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเซลในชั้นซ่อน เป็น 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบผลการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.4.1 การหาจำนวนวันเวลาที่เหมาะสมในการเรียนรู้

โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 4 ซึ่งทำการเรียนรู้ข้อมูลกำลังไฟฟ้าและอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่เป็นค่าจริงในอดีต โดยทดลองที่ระยะเวลาในการเรียนรู้ที่ 4 8 12 และ 16 วัน แล้วทำการเปรียบเทียบผลพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าแยกเฉพาะกลุ่มประเภทวัน
โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 4 ที่ระยะเวลาการเรียนรู้ต่างกัน

ข้อมูล (TRAIN)	ทดสอบ (FORECAST)	จำนวนเซล / ค่า MAPE (%)			
		5	10	15	20
ระยะเวลา 4 วัน	29 ตค. 99	1.96	1.93	1.98	1.97
ระยะเวลา 8 วัน		1.41	**1.27**	1.41	1.40
ระยะเวลา 12 วัน		1.52	1.84	1.54	1.49
ระยะเวลา 16 วัน		1.87	1.96	1.94	1.90

จะพบว่าจำนวนระยะเวลาในอดีตที่ใช้ในการสอนโครงข่าย ต้องใช้ช่วงระยะเวลา 8 วันในอดีตและจำนวนเซล10 เซลในชั้นซ่อนจะได้ค่าความผิดพลาด MAPE เท่ากับ1.27ซึ่งเป็นค่าต่ำสุด

1.4.2 การทดสอบผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า

การทดสอบในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วยโมเดลที่ 1 และ 4 หลังจากโครงข่ายประสาทได้ทำการเรียนรู้เรียบร้อยแล้วจะทำการป้อนข้อมูลอินพุทให้กับโครงข่าย เพื่อทำการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าในวันที่ต้องการพยากรณ์ โดยในส่วนของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ข้อมูลอุณหภูมิจริงและอุณหภูมิที่ได้จากการพยากรณ์และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตาราง 7 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าแยกเฉพาะกลุ่มประเภทวัน โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 1 และ 4 (วันศุกร์ที่ 29 ตุลาคม 1999)

ชนิดการเรียนรู้ข้อมูล (TRAIN)	อุณหภูมิ	จำนวนเซล / ค่า MAPE (%)			
		5	10	15	20
Train 14 วันติดต่อกัน (โมเดลที่ 1)	จริง	1.53	**1.29**	1.58	1.85
	พยากรณ์	1.72	**1.83**	2.42	2.24
Train 8 วัน (โมเดลที่ 4)	จริง	1.41	**1.27**	1.41	1.40
	พยากรณ์	1.49	**1.30**	1.68	1.56

จะพบว่าค่าพยากรณ์กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการเรียนรู้ข้อมูลในโมเดลที่ 4 เมื่อทดสอบกับค่าอุณหภูมิจริงจะให้ค่าความผิดพลาด MAPE เท่ากับ 1.27% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการเรียนรู้ข้อมูลในโมเดลที่ 1 ที่จำนวน 10 เซลในชั้นซ่อน และหากมองในภาพรวมจะเห็นว่าการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากอุณหภูมิที่ได้ทำนายมาก่อนที่จำนวน 10 เซลในชั้นซ่อน จะมีค่าความผิดพลาด MAPE ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการใช้อุณหภูมิจริงในการทดสอบ (1.30% และ 1.27% ตามลำดับ)

จากการทดสอบผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้ามาตั้งแต่ต้น พบว่าการเรียนรู้ข้อมูลค่ากำลังไฟฟ้าและอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด เป็นลักษณะแยกประเภทชนิดกลุ่มวันซึ่งใช้ช่วงระยะเวลา 8 วันในอดีตและจำนวนเซล 10 เซลในชั้นซ่อนซึ่งได้ผลการเรียนรู้ของโครงข่ายดีที่สุด ดังนั้นจะใช้ลักษณะเช่นนี้ในการเรียนรู้และทดสอบการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าในหัวข้อต่อไป

การทดสอบผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าด้วยโมเดลที่ 4

โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่เป็นค่าจริงในการเรียนรู้และการทดสอบ เพื่อการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าในช่วงวันที่ 21 – 27 สิงหาคม 2000 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 8

ตาราง 8 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า แยกเฉพาะกลุ่มประเภทวัน โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 4 (ในช่วง 21-27 สิงหาคม 2000)

DATE	21/8/00 (Mon.)	22/8/00 (Tue.)	23/8/00 (Wed.)	24/8/00 (Thu.)	25/8/00 (Fri.)	26/8/00 (Sat.)	27/8/00 (Sun.)	MAPE (Mean)
MAPE	1.21	1.24	1.06	1.37	1.43	1.65	1.44	**1.34**

จากผลการทดสอบพบว่าค่าความผิดพลาด MAPE ของการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 1.06 -1.65% และเมื่อเปรียบเทียบกับบทความวิจัยของต่างประเทศซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.00 - 3.12% [I. Drezga and S. Rahman, 1999] จะพบว่าผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันและเป็นที่น่าพอใจ

แต่เมื่อคำนึงถึงในทางปฏิบัติจะพบว่าไม่สามารถรู้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของวันที่ทำการพยากรณ์ได้ เช่น จะพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าของวันพรุ่งนี้ ขณะที่ทำการพยากรณ์จะไม่สามารถรู้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของวันนี้ได้ ดังนั้นเพื่อให้สามารถที่จะพยากรณ์ได้ในทางปฏิบัติจึงจำเป็นต้องทำการพยากรณ์อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของวันที่ทำการพยากรณ์เสียก่อนโดยใช้รูปแบบของโครงข่ายประสาทโมเดลที่ 3 หลังจากนั้นเมื่อได้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดมาแล้ว จึงนำข้อมูลไปสอนโครงข่ายโดยแทนค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงของวันที่ทำการพยากรณ์ด้วยอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์ ส่วนวันอื่น ๆ จะใช้อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงทั้งหมด

เมื่อทำการสอนโครงข่ายเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบโครงข่ายโดยใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์ทั้งหมด ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 9 โดยตารางดังกล่าวจะเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบโดยใช้อุณหภูมิจริงและอุณหภูมิที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อน

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่าผิดพลาดจากการทดสอบการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า
โดยใช้อุณหภูมิจริงและอุณหภูมิที่ได้จากการพยากรณ์มาก
(ในช่วง 21-27 สิงหาคม 2000)

DATE	อุณหภูมิ	21/8/00 (Mon.)	22/8/00 (Tue.)	23/8/00 (Wed.)	24/8/00 (Thu.)	25/8/00 (Fri.)	26/8/00 (Sat.)	27/8/00 (Sun.)	MAPE (Mean)
โมเดลที่ 4	จริง(T)	1.21	1.24	1.06	1.37	1.43	1.65	1.44	1.34
	พยากรณ์(F)	1.26	1.43	1.13	1.41	1.56	1.69	1.69	1.45
Error (4T-4F)		0.04	0.19	0.07	0.03	0.13	0.04	0.25	0.11

จากผลการทดสอบพบว่าค่าความผิดพลาด MAPE ในแต่ละวัน ทั้ง 2 วิธีที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกันคือจากรูปแบบข้อมูลการใช้อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงในการทดสอบจะมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบข้อมูลการใช้อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนและหากมองภาพรวมโดยเฉลี่ยทั้งสัปดาห์ค่า MAPE เฉลี่ยที่ได้จากรูปแบบข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงจะมีค่าเท่ากับ 1.34% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงหรือมีค่าแตกต่างกันน้อยมากกับรูปแบบข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.45% โดยพบว่ายังมีค่าไม่เกินกว่าค่า MAPE ที่นำเสนอในบทความวิจัยต่างประเทศดังได้กล่าวมาแล้วตอนต้น ดังนั้นการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนจึงสามารถนำไปใช้งานได้

การทดสอบผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าด้วยโมเดลที่ 5

วิธีการทดสอบจะเหมือนกับหัวข้อที่ผ่านมา แต่แตกต่างกันตรงที่ลักษณะของรูปแบบข้อมูลที่ให้โครงข่ายทำการเรียนรู้ โดยจะเพิ่มอีก 3 อินพุท ซึ่งได้แก่ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด/ต่ำสุดและพลังงานไฟฟ้าและทำการทดสอบการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าในช่วงวันที่ 21 – 27 สิงหาคม 2000 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 10

ตาราง 10 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า แยกเฉพาะกลุ่มประเภทวัน
โดยใช้รูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 5 (ในช่วง 21-27 สิงหาคม 2000)

DATE	อุณหภูมิ	21/8/00 (Mon.)	22/8/00 (Tue.)	23/8/00 (Wed.)	24/8/00 (Thu.)	25/8/00 (Fri.)	26/8/00 (Sat.)	27/8/00 (Sun.)	MAPE (Mean)
โมเดลที่ 5	จริง(T)	1.06	1.01	0.78	1.20	1.34	1.54	1.54	1.21
	พยากรณ์(F)	1.19	1.14	0.95	1.28	1.48	1.71	1.58	1.33
Error (5T-5F)		0.12	0.12	0.16	0.07	0.13	0.16	0.03	0.12

จากผลการทดสอบพบว่าค่าความผิดพลาด MAPE ในแต่ละวัน ทั้ง 2 วิธีที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกันคือจากรูปแบบข้อมูลการใช้อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงในการทดสอบจะมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบข้อมูลการใช้อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนและหากมองภาพรวมโดยเฉลี่ยทั้งสัปดาห์ค่า MAPE เฉลี่ยที่ได้จากรูปแบบข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดจริงจะมีค่าเท่ากับ 1.21% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงหรือมีค่าแตกต่างกันน้อยมากกับรูปแบบข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.33% โดยพบว่ายังมีค่าไม่เกินกว่าค่า MAPE ที่นำเสนอในบทความวิจัยต่างประเทศดังได้กล่าวมาแล้วตอนต้น ดังนั้นการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนจึงสามารถนำไปใช้งานได้

1.2 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าจากงานวิจัยที่ได้จากรูปแบบข้อมูลโมเดลที่ 4 และ 5 กับผลพยากรณ์ที่ได้จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ข้อมูลโดยคุณจักรี ศิริบณีวัฒนา ฝ่ายวางแผนการผลิตกำลังไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

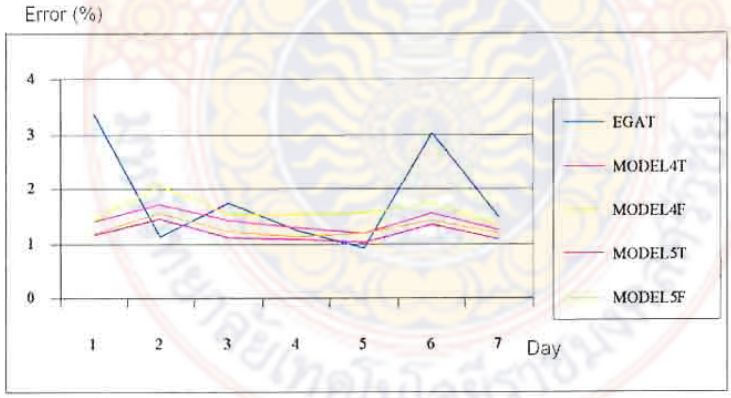
โดยจะทำการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเป็น 3 ช่วงฤดูกาล ซึ่งได้แก่

- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ วันที่ 13 –19 ธันวาคม 1999
- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ วันที่ 24 –30 เมษายน 2000
- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ วันที่ 21-27 สิงหาคม 2000

ผลการพยากรณ์จะแสดงในรูปของค่าความผิดพลาด MAPE จากการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าของในแต่ละช่วงทั้ง 3 ฤดูกาล ดังตารางที่ 11 12 และ 13 รวมทั้งแสดงกราฟเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดที่ได้จากโมเดลของงานวิจัยและของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยดังภาพประกอบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

ตาราง 11 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างโมเดลของงานวิจัย กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ในช่วง 13-19 ธันวาคม 1999)

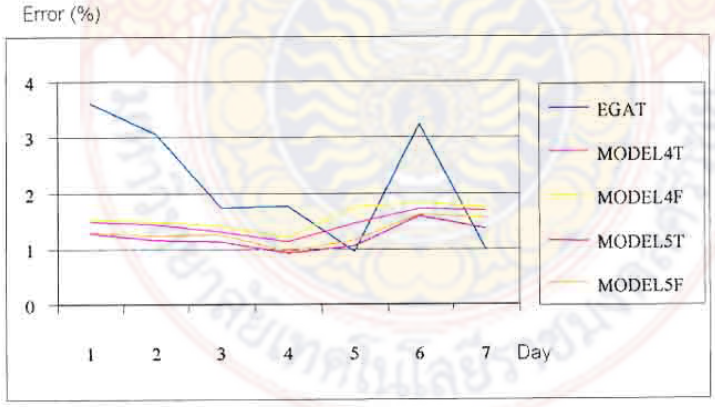
DATE	13/12/99 (Mon.)	14/12/99 (Tue.)	15/12/99 (Wed.)	16/12/99 (Thu.)	17/12/99 (Fri.)	18/12/99 (Sat.)	19/12/99 (Sun.)	MAPE (Mean)
MAPE (EGAT)	3.35	1.12	1.73	1.22	0.92	3.02	1.48	**1.83**
โมเดลที่ 4 (52 อินพุท)								
MAPE โมเดลที่ 4T	1.37	1.69	1.40	1.28	1.18	1.55	1.21	**1.38**
MAPE โมเดลที่ 4F	1.40	2.06	1.50	1.50	1.54	1.73	1.31	**1.58**
โมเดลที่ 5 (55 อินพุท)								
MAPE โมเดลที่ 5T	1.15	1.42	1.10	1.07	1.00	1.33	1.06	**1.24**
MAPE โมเดลที่ 5F	1.34	1.45	1.19	1.13	1.17	1.71	1.24	**1.32**



ภาพประกอบ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า ระหว่างโมเดลของงานวิจัยกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ในช่วง 13-19 ธันวาคม 1999)

ตาราง 12 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างโมเดลของงานวิจัย กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ในช่วง 24 - 30 เมษายน 2000)

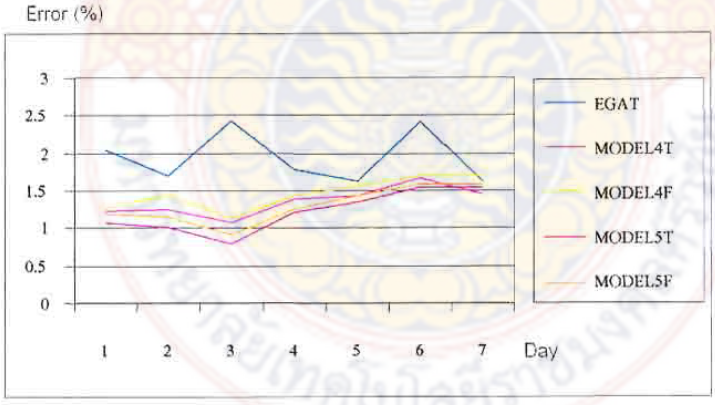
DATE	24/4/00 (Mon.)	25/4/00 (Tue.)	26/4/00 (Wed.)	27/4/00 (Thu.)	28/4/00 (Fri.)	29/4/00 (Sat.)	30/4/00 (Sun.)	MAPE (Mean)
MAPE (EGAT)	3.63	3.06	1.73	1.75	0.94	3.23	0.97	**2.19**
โมเดลที่ 4 (52 อินพุท)								
MAPE โมเดลที่ 4T	1.47	1.43	1.29	1.12	1.44	1.71	1.68	**1.45**
MAPE โมเดลที่ 4F	1.49	1.48	1.38	1.19	1.72	1.82	1.73	**1.54**
โมเดลที่ 5 (55 อินพุท)								
MAPE โมเดลที่ 5T	1.27	1.13	1.10	0.92	1.04	1.56	1.35	**1.22**
MAPE โมเดลที่ 5F	1.29	1.21	1.25	1.09	1.15	1.63	1.55	**1.39**



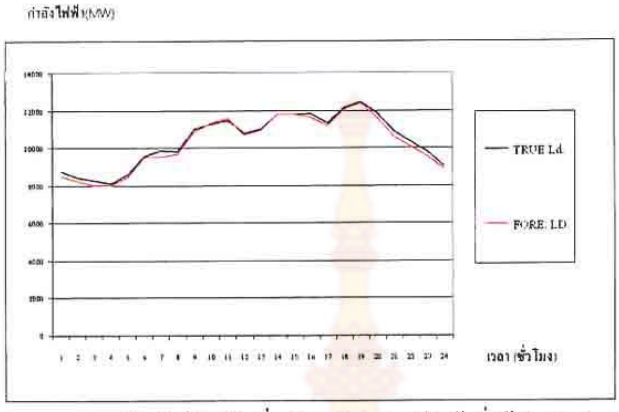
ภาพประกอบ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า ระหว่างโมเดลของงานวิจัยกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ในช่วง 24 - 30 เมษายน 2000)

ตาราง 13 ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างโมเดลของงานวิจัย กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ในช่วง 21-27 สิงหาคม 2000)

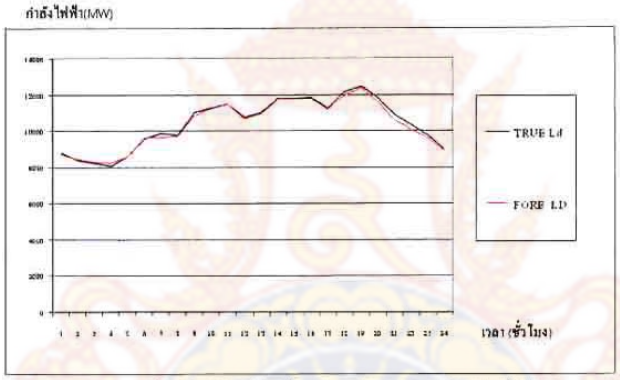
DATE	21/8/00 (Mon.)	22/8/00 (Tue.)	23/8/00 (Wed.)	24/8/00 (Thu.)	25/8/00 (Fri.)	26/8/00 (Sat.)	27/8/00 (Sun.)	MAPE (Mean)
MAPE (EGAT)	2.03	1.70	2.43	1.78	1.61	2.40	1.62	1.93
โมเดลที่ 4 (52 อินพุท)								
MAPE โมเดลที่ 4T	1.21	1.24	1.06	1.37	1.43	1.65	1.44	1.34
MAPE โมเดลที่ 4F	1.26	1.43	1.13	1.41	1.56	1.69	1.69	1.45
โมเดลที่ 5 (55 อินพุท)								
MAPE โมเดลที่ 5T	1.06	1.01	0.78	1.20	1.34	1.54	1.54	1.21
MAPE โมเดลที่ 5F	1.19	1.14	0.95	1.28	1.48	1.61	1.58	1.33



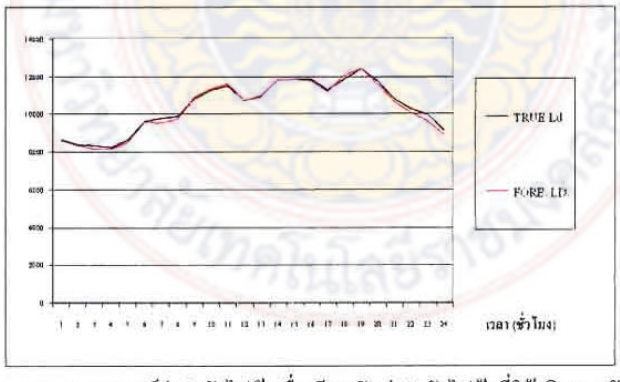
ภาพประกอบ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้า ระหว่างโมเดลของงานวิจัยกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ในช่วง 21-27 สิงหาคม 2000)



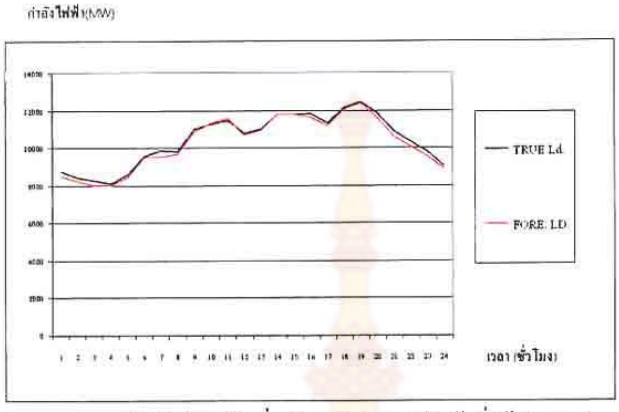
ภาพประกอบ 5 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง(14 ธันวาคม 1999)



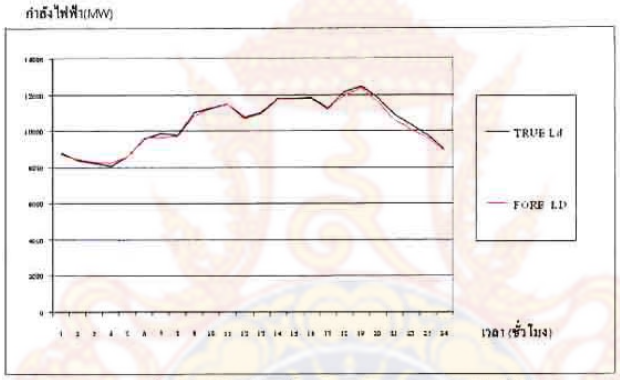
ภาพประกอบ 6 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (15 ธันวาคม 1999)



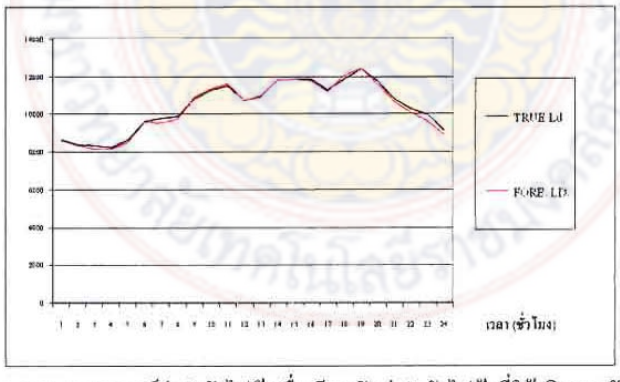
ภาพประกอบ 7 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (16 ธันวาคม 1999)



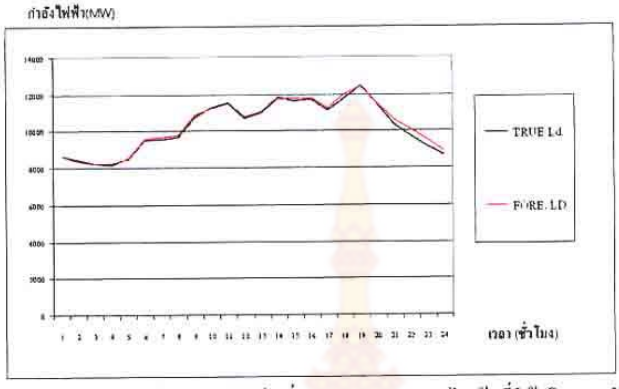
ภาพประกอบ 5 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง(14 ธันวาคม 1999)



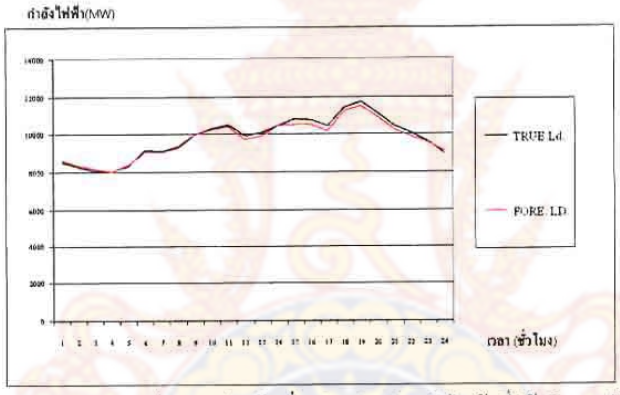
ภาพประกอบ 6 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (15 ธันวาคม 1999)



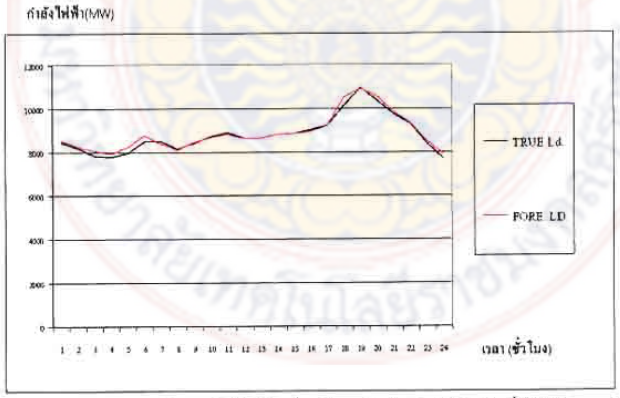
ภาพประกอบ 7 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (16 ธันวาคม 1999)



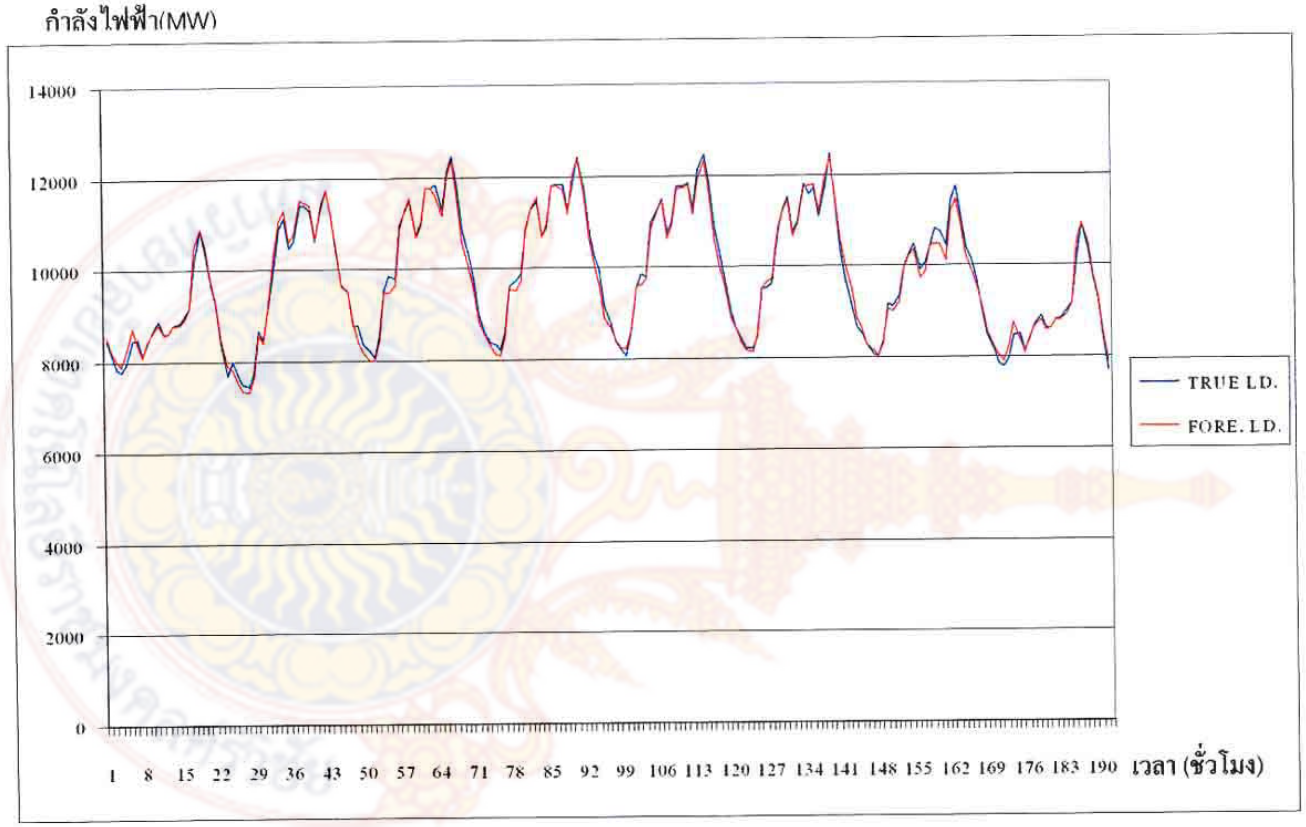
ภาพประกอบ 8 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (17 ธันวาคม 1999)



ภาพประกอบ 9 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (18 ธันวาคม 1999)



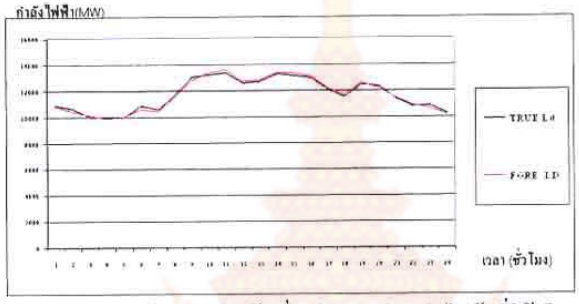
ภาพประกอบ 10 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (19 ธันวาคม 1999)



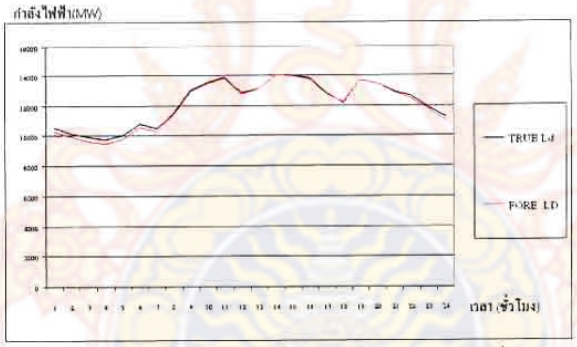
ภาพประกอบ 11 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง ในช่วง 13-19 ธันวาคม 1999

ตัวอย่างการทดสอบการพยากรณ์ในช่วงฤดูร้อน

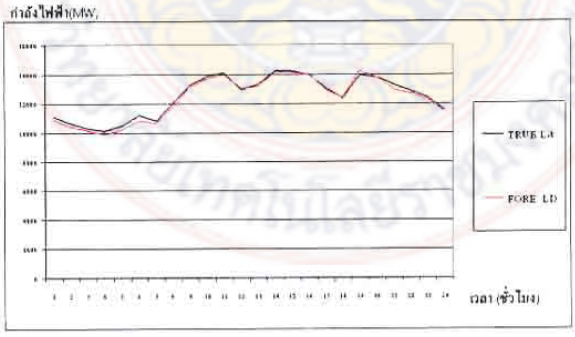
การทดสอบการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้ารายชั่วโมงได้ใช้รูปแบบข้อมูลโมเดล 5F ในการพยากรณ์ในแต่ละวันของช่วงฤดูร้อน ตั้งแต่วันที่ 24 –30 เมษายน 2000 โดยเปรียบเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่เกิดขึ้นในวันนั้น ๆ ดังภาพประกอบที่ 12 ถึง 18 และภาพรวมทั้งสัปดาห์ ดังภาพประกอบที่ 19



ภาพประกอบ 12 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (24 เมษายน 2000)

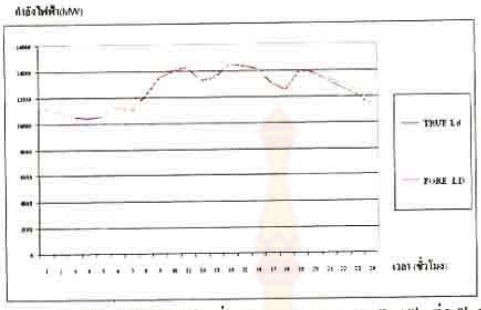


ภาพประกอบ 13 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (25 เมษายน 2000)

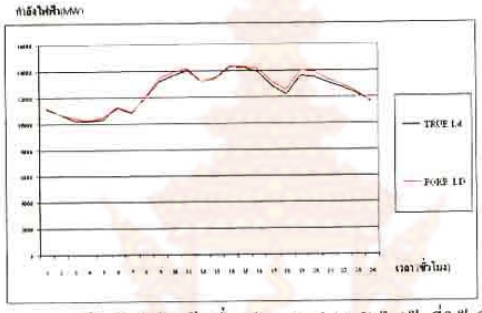


ภาพประกอบ 14 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (26 เมษายน 2000)

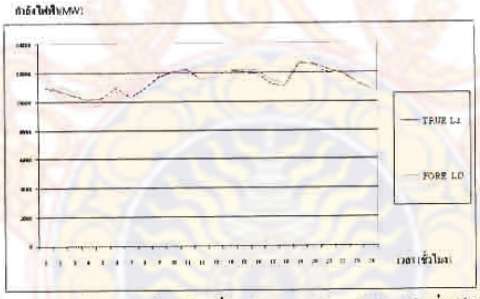
ห้องสมุด



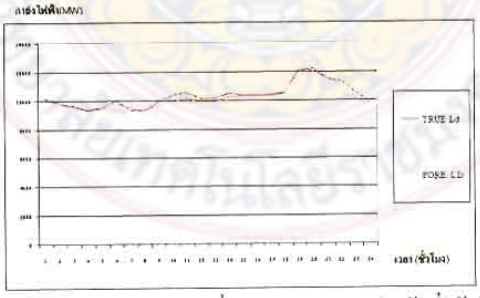
ภาพประกอบ 15 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (27 เมษายน 2000)



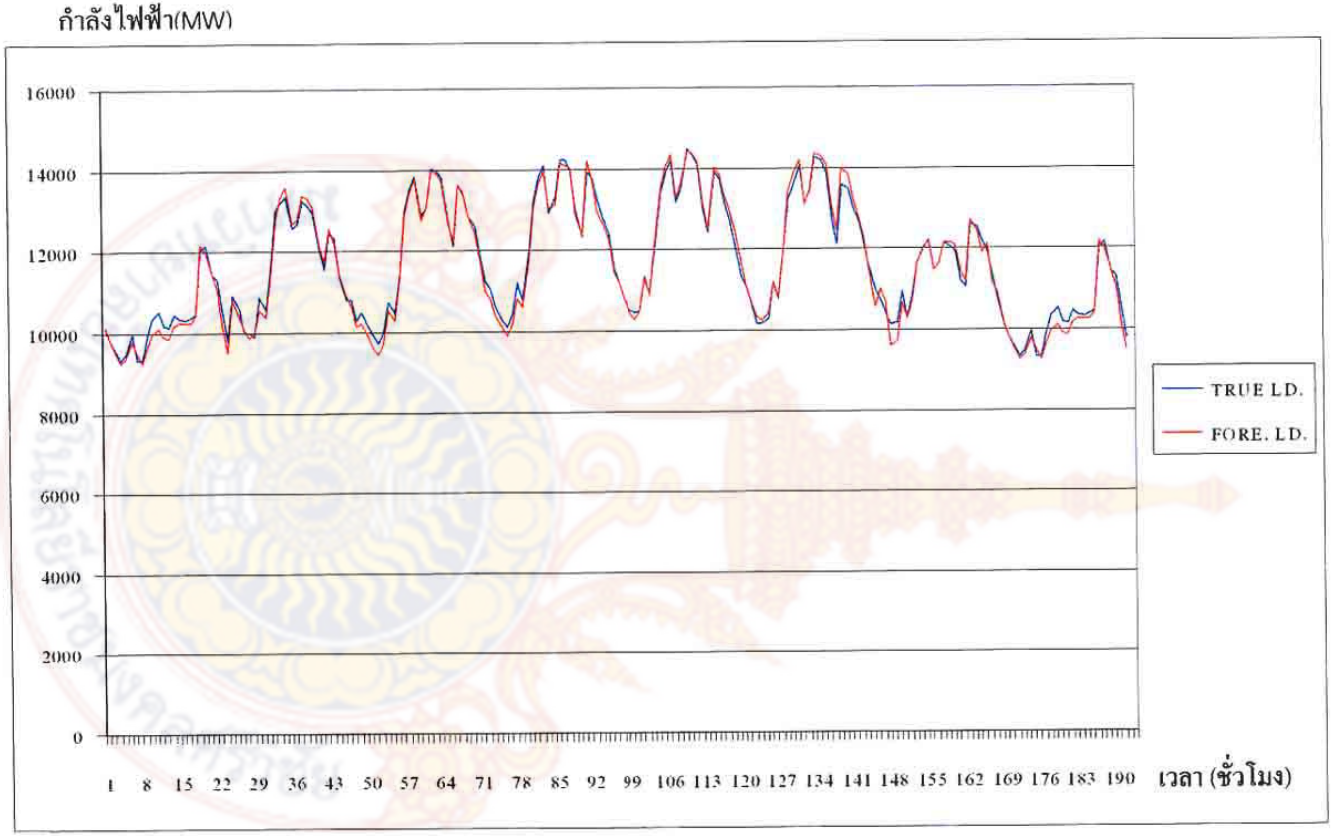
ภาพประกอบ 16 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (28 เมษายน 2000)



ภาพประกอบ 17 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (29 เมษายน 2000)



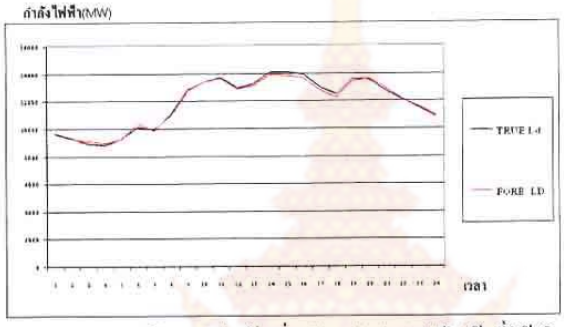
ภาพประกอบ 18 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (30 เมษายน 2000)



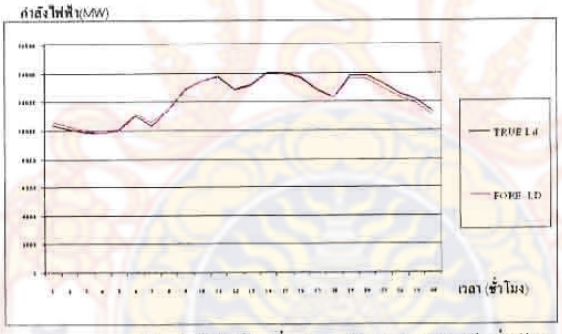
ภาพประกอบ 19 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง ในช่วง 24-30 เมษายน 2000

ตัวอย่างการทดสอบการพยากรณ์ในช่วงฤดูฝน

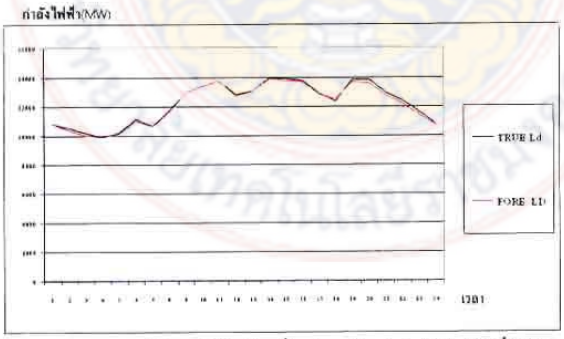
การทดสอบการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้ารายชั่วโมงได้ใช้รูปแบบข้อมูลโมเดล 5F ในการพยากรณ์ในแต่ละวันของช่วงฤดูฝน ตั้งแต่วันที่ 21–27 สิงหาคม 2000 โดยเปรียบเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่เกิดขึ้นในวันนั้น ๆ ดังภาพประกอบที่ 20 ถึง 26 และภาพรวมทั้งสัปดาห์ ดังภาพประกอบที่ 27



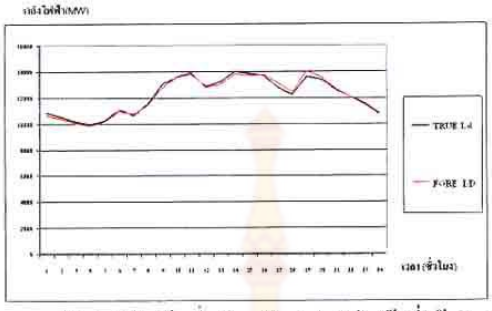
ภาพประกอบ 20 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (21 สิงหาคม 2000)



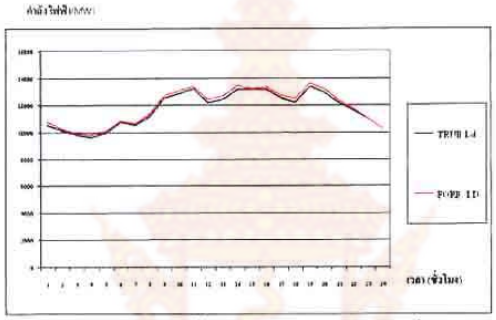
ภาพประกอบ 21 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (22 สิงหาคม 2000)



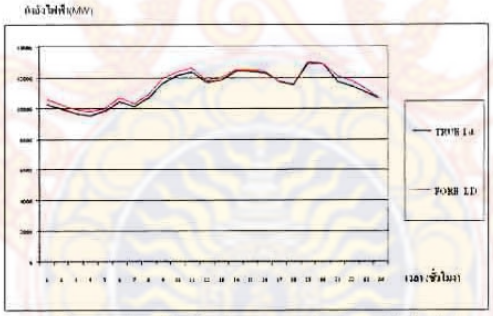
ภาพประกอบ 22 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (23 สิงหาคม 2000)



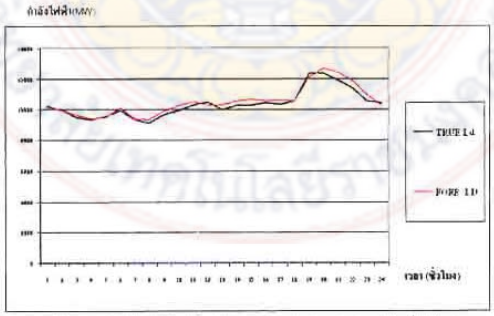
ภาพประกอบ 23 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (24 สิงหาคม 2000)



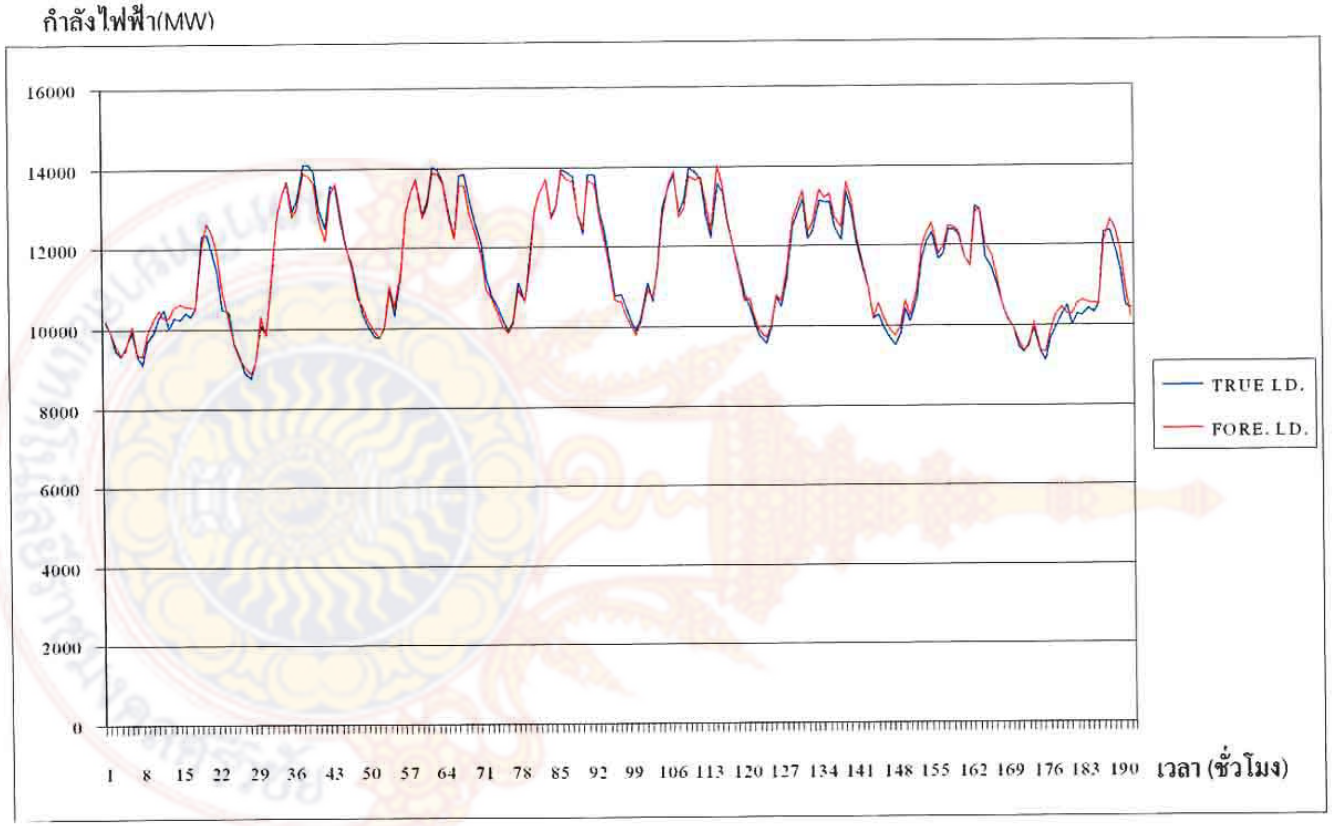
ภาพประกอบ 24 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (25 สิงหาคม 2000)



ภาพประกอบ 25 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (26 สิงหาคม 2000)



ภาพประกอบ 26 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (27 สิงหาคม 2000)



ภาพประกอบ 27 ผลการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง ในช่วง 21-27 สิงหาคม 2000

บทสรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นโดยใช้โครงข่ายประสาท เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง โดยพบว่ารูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายที่นำเสนอนี้มีความเหมาะสม โดยสามารถนำเอาอุณหภูมิที่ได้จากการพยากรณ์มาใช้แทนอุณหภูมิจริงได้ และจะต้องจัดสอนโครงข่ายแยกตามชนิดของวัน เพื่อให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น จากงานวิจัยพบว่าโครงข่ายประสาทที่เหมาะสมควรใช้จำนวนเซล 10 เซลในชั้นซ่อน และจำนวนวันในอดีตจะอยู่ในช่วงระยะเวลา 8 วันก็เพียงพอต่อการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาท และจะให้ค่าผิดพลาดที่น้อยกว่าผลพยากรณ์กำลังไฟฟ้าที่ได้จากวิธีของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ประมาณ 13-29%

สรุปผล

จากงานวิจัยโครงข่ายประสาทสามารถนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในช่วงระยะสั้นได้ โดยจะเป็นลักษณะเป็นรายชั่วโมง ซึ่งสามารถ สรุปได้ดังนี้

1). รูปแบบอินพุทที่ใช้ในการที่ให้โครงข่ายทำการเรียนรู้นั้น จะต้องมีการจัดกลุ่มประเภทชนิดของวันและระยะเวลาจำนวนวันในอดีตในการเรียนรู้ อยู่ในช่วงประมาณ 8 วัน นั้นถือว่าเหมาะสมที่สุด

2.) รูปแบบข้อมูลอินพุทของค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ป้อนให้กับโครงข่ายนั้น เป็นปัจจัยสำคัญต่อการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าระยะสั้น และในทางปฏิบัติเราไม่สามารถทราบได้ว่าก่อนหน้าวันพยากรณ์ 1 วันในวันนั้นจะมีค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดเท่าไหร่ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องพยากรณ์ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของวันก่อนวันพยากรณ์เสียก่อน และพบว่าในการใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่เป็นค่าจริงกับค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนจะให้ค่าความผิดพลาด MAPE ในการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าระยะสั้น ที่ไม่แตกต่างมากนัก ดังนั้นการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดที่ได้จากการพยากรณ์มาก่อนก็สามารถนำไปใช้งานได้

3.) จำนวนอินพุทที่ใช้ในโครงข่าย 55 อินพุท ในโมเดลที่ 5 นั้นถือว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด และในแต่ละจำนวนเซลในชั้นซ่อนจะพบว่ามีค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์มีค่าไม่แตกต่างมากนัก ซึ่งจะเลือกใช้จำนวนเซล 10 เซล เนื่องจากให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

4.) เนื่องจากในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผล CPU PENTIUM 133 MHz และขนาดหน่วยความจำ 32 Mbyte ซึ่งในการเรียนรู้ของโครงข่ายใช้เวลาประมาณ 90 วินาที แต่หากทำการทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลก็จะทำให้เวลาในการเรียนรู้ของโครงข่ายนั้นเร็วขึ้น

5). จากการเปรียบเทียบค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์ค่ากำลังไฟฟ้าระยะสั้นในงานวิจัยกับผลที่ได้จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทั้ง 3 ช่วงฤดูกาล พบว่าค่า MAPE ที่ได้จากการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยในแต่ละวันนั้นมีค่าเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างสูงไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่ค่าความผิดพลาดในแต่ละวันที่ได้จากงานวิจัยมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก โดยมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 2% และเมื่อหาค่าเฉลี่ยของ MAPE ของแต่ละฤดูกาล จะพบว่าผลที่ได้จากการพยากรณ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะมีค่าที่แม่นยำกว่าค่าพยากรณ์ที่ได้จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย อยู่ประมาณ 27-36 เปอร์เซ็นต์

6.) โปรแกรมการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าระยะสั้น ที่ได้พัฒนาออกแบบมานั้น พบว่าสามารถทำงานได้เป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่ยังมีปัญหาในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลในการเรียนรู้และการทดสอบของโครงข่ายประสาทอยู่บ้าง เนื่องจากจะต้องทำการจัดเตรียมข้อมูลทุกครั้งเมื่อมีการทำการพยากรณ์ จะทำให้เป็นการเสียเวลาและไม่สะดวกนักต่อผู้ใช้โปรแกรม

6.2 ข้อเสนอแนะ

1.) การพยากรณ์กำลังไฟฟ้าระยะสั้นนี้ นอกจากค่ากำลังไฟฟ้าและค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดในอดีตที่ใช้สอนโครงข่ายแล้ว ยังสามารถที่จะหาแฟกเตอร์หรือองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อการใช้กำลังไฟฟ้าได้อีก หากเราสามารถที่จะหาข้อมูลมาได้ เช่นความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เป็นต้น ซึ่งอาจจะทำให้ค่าผิดพลาดจากการพยากรณ์มีค่าต่ำลงได้

2.) ในงานวิจัยนี้จะให้ค่าความผิดพลาดที่ต่ำมากเฉพาะการพยากรณ์วันต่อวันเท่านั้น ซึ่งหากว่าพยากรณ์ล่วงหน้าเกิน 2 วันแล้วจะให้ค่าความผิดพลาดสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นควรจะหาวิธีการหรือรูปแบบของข้อมูลอื่น ๆ เพื่อที่จะสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าหลาย ๆ วันได้ เช่นการนำเอาค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ค่ากำลังไฟฟ้ารายชั่วโมงของวันก่อนวันพยากรณ์ มาใช้เป็นอินพุทในการสอนโครงข่ายประสาท เป็นต้น

3.) จากปัญหาที่พบในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลของโปรแกรมการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าระยะสั้นที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ควรจะมีการปรับปรุงในด้านฐานข้อมูล (database) ให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ

4.) จากงานวิจัยการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าระยะสั้นนี้อาจจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการที่จะนำไปศึกษาเพื่อที่จะพยากรณ์กำลังไฟฟ้าในระยะปานกลางหรือระยะยาวต่อไปได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ.

ขอขอบคุณ กุณจักรี ศิริมณีวัฒนา ฝ่ายวางแผนการผลิตกำลังไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้เอื้อเฟื้อให้ข้อมูลในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชิดชนก เหลือสินทรัพย์.2535. โครงข่ายประสาท (Artificial Neural Network). เซมิคอนดัคเตอร์ อิเลคทรอนิกส์. (ตุลาคม 2535), 91-97

[2] ชูศักดิ์ ลิ่มสกุล.2541. การออกแบบโครงข่ายประสาท. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

[3] ธิติพงษ์- จุฬารัตน์ ต้นประเสริฐ. 2542. บทสรุปของทฤษฎีและการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม. ไมโครคอมพิวเตอร์.(พฤษภาคม 2542), 116-121.

[4] วิษณุ พะลายานนท์ .2538. เทคนิคการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตนครหลวง, กรุงเทพฯ. วารสารการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(ธันวาคม 2538) , 22-25.

[5] สัญญา ดวงไพศาล. 2542. การพยากรณ์อุตสาหกรรม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (กุมภาพันธ์ 2542), 28-35.

[6] สหัส พรหมสิทธิ์.2538. นิวรอลเน็ตเวอร์ก สิ่งประดิษฐ์เลียนแบบสมองมนุษย์(1) . ไมโครคอมพิวเตอร์. (มีนาคม 2528), 248-256.

[7] A.G. Baklrtzis.,et al. 1996. " A Neural Network Short Term Load Forecasting Model for The Greek Power System". IEEE Transactions on Power Systems 11(May 1996),858-864.

[8] I. Drezga and S. Rahman .1998. "Input Variable Selection for ANN-Based Short-Term Load Forecasting", IEEE Transactions onPower Systems. 13(November1998.),1238-1244.

[9] I. Drezga and S. Rahman .1999. " Short-Term Load Forecasting with Local ANN Predictors ". IEEE Transactions on Power Systems.14 (August 1999), 844-850.

[10] J.Hertz.A.Krogh and R.Palmer.1991. "Introduction to the theory of Neural Computation", Addison Wesley. 1991.

[11] V. Vemuri. Artificial Neural Networks. 1998. "Theoretical Concepts" . IEEE Press.