

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

บทนี้จะเป็นการสรุปผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation Neural Network (BP) ที่มีชั้นซ่อน 2 ชั้น และโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Generalized Regression (GRNN) ตามวิธีการในบทที่ 4 โดยใช้โปรแกรม MATLAB Version 6.5 รันบนคอมพิวเตอร์ Pentium M processor 1.6 GHz หน่วยความจำ 640 MB โดยจะสรุปผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ได้แก่

1. ผลการทดลองของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation Neural Networks (BP) จะถูกแสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.1
2. ผลการทดลองของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Generalized Regression (GRNN) จะถูกแสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.2

#### 5.1 ผลการทดลองของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation Neural Networks (BP)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation Neural Networks ในหลายรูปแบบ เพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับใช้หาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนระบบจำหน่ายแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 3 สายป้อน ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 โดยทำการปรับค่าจำนวนนิวรอนในแต่ละชั้นซ่อน และปรับรูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอนในแต่ละชั้นซ่อน และทำการบันทึกค่า MAPE ของชุดทดสอบที่ดีที่สุดของแต่ละโครงสร้างไว้เพื่อเปรียบเทียบหาโครงสร้างที่เหมาะสมซึ่งเป็นโครงสร้างที่มี MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุด อีกทั้งยังทำการลดจำนวนชุดฝึกสอนในขณะที่ยังคงใช้จำนวนชุดทดสอบเท่าเดิมเพื่อดูแนวโน้มของค่า MAPE ว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยสรุปการฝึกสอนเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 แบ่งเป็น
  - การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 45 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด
  - การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 35 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด
2. การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 แบ่งเป็น

- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด
- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

3. การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 แบ่งเป็น

- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด
- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

**5.1.1 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3**

**5.1.1.1 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 45 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด**

ผลการทดลอง และค่า MAPE ของชุดทดสอบสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 45 ชุด และใช้ชุดทดสอบ จำนวน 20 ชุด ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 5.1

**ตารางที่ 5.1** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation

สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 45 ชุด จำนวนชุดทดสอบจำนวน 20 ชุด

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1   | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9193      | 1.31                 |
| 2   | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1443      | 1.45                 |
| 3   | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1035      | 1.51                 |
| 4   | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0739      | 2.05                 |
| 5   | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0850      | 2.26                 |
| 6   | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5772      | 3.01                 |
| 7   | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2773      | 3.26                 |
| 8   | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.8989      | 3.21                 |
| 9   | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.6135      | 3.36                 |
| 10  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1399      | 1.47                 |
| 11  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1357      | 1.46                 |

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาทื) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 12  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2943      | 1.56                 |
| 13  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4459      | 2.15                 |
| 14  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4937      | 2.45                 |
| 15  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.3889      | 2.57                 |
| 16  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3722      | 3.46                 |
| 17  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.2239      | 3.51                 |
| 18  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3463      | 1.44                 |
| 19  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0974      | 1.48                 |
| 20  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1130      | 1.57                 |
| 21  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0793      | 2.18                 |
| 22  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1102      | 2.25                 |
| 23  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1010      | 2.45                 |
| 24  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.9116      | 2.39                 |
| 25  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.2723     | 1.52                 |
| 26  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 11.4856     | 0.19                 |
| 27  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1243      | 1.35                 |
| 28  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0262      | 1.49                 |
| 29  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0893      | 2.00                 |
| 30  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2446      | 2.18                 |
| 31  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.1760      | 2.27                 |
| 32  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.0284     | 2.17                 |
| 33  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 12.7639     | 1.38                 |
| 34  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.6272      | 0.33                 |
| 35  | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3482      | 1.40                 |
| 36  | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1089      | 1.46                 |
| 37  | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0979      | 1.53                 |

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 38  | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2543      | 2.05                 |
| 39  | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1428      | 2.26                 |
| 40  | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.7996      | 2.50                 |
| 41  | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.2374      | 2.17                 |
| 42  | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.5776     | 1.58                 |
| 43  | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.9008      | 1.00                 |
| 44  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1052      | 1.25                 |
| 45  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1228      | 1.48                 |
| 46  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0914      | 1.59                 |
| 47  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1619      | 2.18                 |
| 48  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2435      | 2.50                 |
| 49  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.8622     | 2.34                 |
| 50  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 12.2400     | 1.49                 |
| 51  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.7578     | 2.15                 |
| 52  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3456      | 1.31                 |
| 53  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1142      | 1.45                 |
| 54  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0679      | 1.53                 |
| 55  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1141      | 2.07                 |
| 56  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0926      | 2.24                 |
| 57  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.4267      | 2.45                 |
| 58  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.8269      | 2.33                 |
| 59  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.4129      | 3.31                 |
| 60  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.4501      | 0.53                 |
| 61  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1222      | 1.34                 |

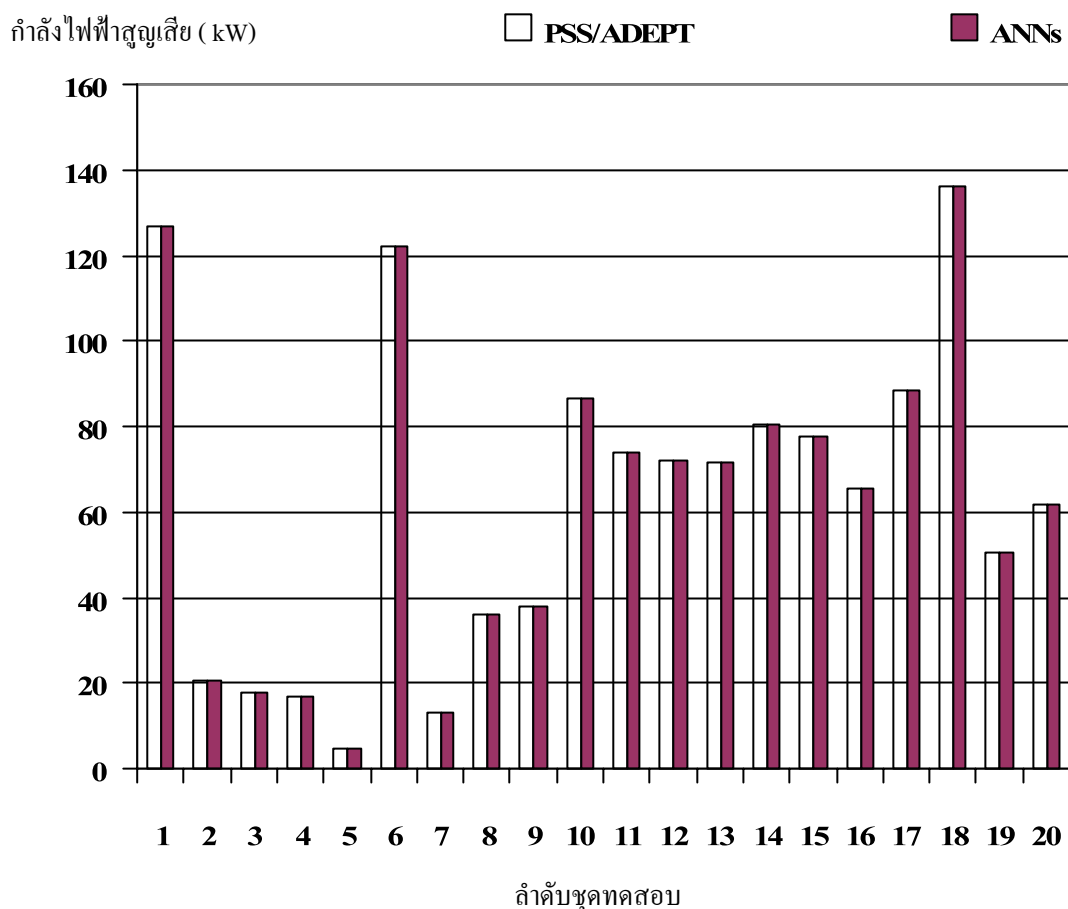
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาทื) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 62  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0984      | 1.50                 |
| 63  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0986      | 1.60                 |
| 64  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0938      | 2.21                 |
| 65  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.8397      | 2.26                 |
| 66  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6774      | 1.31                 |
| 67  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.9704      | 1.36                 |
| 68  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 8.9029      | 1.54                 |

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 เท่ากับ 4 และจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 3 และมีฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนที่ 1 ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต เป็นแบบ Tan-sigmoid Transfer Function, Log-sigmoid Transfer Function และ Linear Transfer Function ตามลำดับ โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 0.0679 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดโพล์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.2 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.2 ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 45 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุดทดสอบที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ BP<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|-------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1           | 126.704                                  | 126.715                                | 0.008591               |
| 2           | 20.458                                   | 20.459                                 | 0.005928               |
| 3           | 17.617                                   | 17.621                                 | 0.020937               |
| 4           | 16.822                                   | 16.860                                 | 0.230236               |
| 5           | 4.766                                    | 4.770                                  | 0.086301               |
| 6           | 122.034                                  | 122.137                                | 0.084187               |
| 7           | 13.292                                   | 13.330                                 | 0.286514               |
| 8           | 36.209                                   | 36.247                                 | 0.104316               |
| 9           | 37.882                                   | 37.949                                 | 0.176587               |
| 10          | 86.622                                   | 86.658                                 | 0.0415                 |
| 11          | 73.989                                   | 73.948                                 | 0.054967               |
| 12          | 72.042                                   | 71.994                                 | 0.065841               |
| 13          | 71.625                                   | 71.618                                 | 0.009326               |
| 14          | 80.453                                   | 80.457                                 | 0.005321               |
| 15          | 77.713                                   | 77.713                                 | 0                      |
| 16          | 65.551                                   | 65.512                                 | 0.060092               |
| 17          | 88.506                                   | 88.505                                 | 0.002048               |
| 18          | 136.307                                  | 136.353                                | 0.033882               |
| 19          | 50.472                                   | 50.477                                 | 0.009867               |
| 20          | 61.753                                   | 61.798                                 | 0.072105               |



**รูปที่ 5.1** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 45 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยุคใหม่นั้นมีค่าคลาดเคลื่อนน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.0679 % ซึ่งถือว่าต่ำมาก

#### 5.1.1.2 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 35 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด

ผลการทดลอง และค่า MAPE ของชุดทดสอบสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 ที่ใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 35 ชุด และใช้ชุดทดสอบจำนวน 20 ชุด ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 5.3

**ตารางที่ 5.3** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation  
สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 35 ชุด  
จำนวนชุดทดสอบจำนวน 20 ชุด

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1   | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2733      | 1.40                 |
| 2   | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1512      | 1.43                 |
| 3   | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9580      | 1.52                 |
| 4   | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.1526      | 2.07                 |
| 5   | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.2664      | 1.50                 |
| 6   | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.9740      | 2.06                 |
| 7   | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.3054      | 1.17                 |
| 8   | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 13.0545     | 0.29                 |
| 9   | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 21.7220     | 0.08                 |
| 10  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1423      | 1.44                 |
| 11  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1690      | 1.46                 |
| 12  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3109      | 1.55                 |
| 13  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4023      | 2.14                 |
| 14  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.8988      | 1.46                 |
| 15  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.6367      | 1.27                 |
| 16  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 15.9057     | 1.00                 |
| 17  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 15.3976     | 0.08                 |
| 18  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2875      | 1.40                 |
| 19  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2458      | 1.27                 |
| 20  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2947      | 1.51                 |
| 21  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2861      | 2.06                 |
| 22  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.2120      | 2.15                 |
| 23  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.6126      | 2.23                 |



ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 24  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 12.2097     | 1.11                 |
| 25  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 13.4295     | 0.12                 |
| 26  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 13.8756     | 0.21                 |
| 27  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2238      | 1.34                 |
| 28  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1567      | 1.45                 |
| 29  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2406      | 1.55                 |
| 30  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.9841      | 2.03                 |
| 31  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.4919      | 1.49                 |
| 32  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 9.3291      | 1.07                 |
| 33  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 13.0503     | 0.49                 |
| 34  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 11.9858     | 0.21                 |
| 35  | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2830      | 1.31                 |
| 36  | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2476      | 1.45                 |
| 37  | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1478      | 1.51                 |
| 38  | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2182      | 2.05                 |
| 39  | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.5253      | 2.13                 |
| 40  | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.5148      | 1.34                 |
| 41  | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.9598      | 2.17                 |
| 42  | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 16.2258     | 0.15                 |
| 43  | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.7185      | 0.20                 |
| 44  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3061      | 1.34                 |
| 45  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3692      | 1.48                 |
| 46  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.4175      | 1.57                 |
| 47  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.7305      | 1.40                 |
| 48  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.5595      | 2.09                 |
| 49  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.8030      | 1.39                 |

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

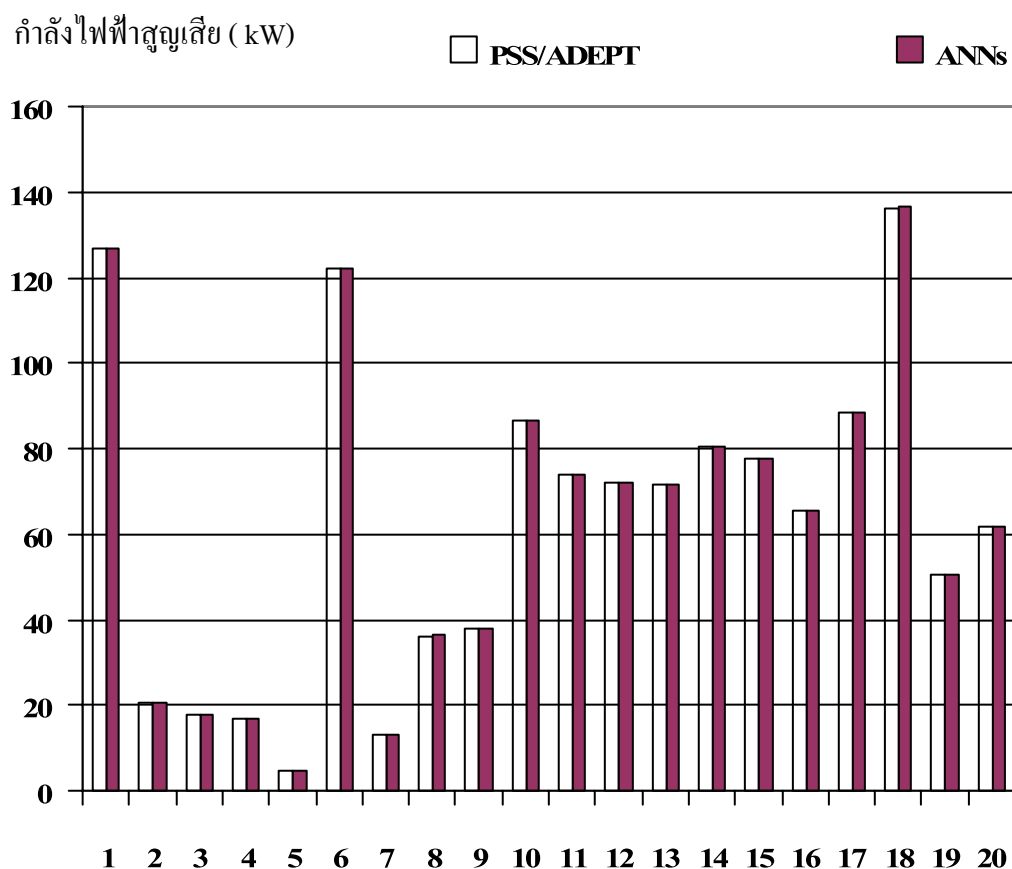
| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 50  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.5732     | 0.50                 |
| 51  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 15.7235     | 0.42                 |
| 52  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2886      | 1.42                 |
| 53  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1765      | 1.45                 |
| 54  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3460      | 1.52                 |
| 55  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6395      | 1.60                 |
| 56  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.4661      | 2.06                 |
| 57  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 20.9809     | 1.45                 |
| 58  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 4.8353      | 1.44                 |
| 59  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 10.0156     | 0.21                 |
| 60  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 19.9166     | 0.14                 |
| 61  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2822      | 1.32                 |
| 62  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3558      | 1.47                 |
| 63  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5455      | 1.56                 |
| 64  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6727      | 2.06                 |
| 65  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.4895      | 1.44                 |
| 66  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.8380      | 2.08                 |
| 67  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 15.7321     | 0.35                 |
| 68  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.7324      | 1.09                 |

จากตารางที่ 5.3 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 เท่ากับ 3 และจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 1 และมีฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนที่ 1 ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต เป็นแบบ Log-sigmoid Transfer Function, Log-sigmoid Transfer Function และ Linear Transfer Function ตามลำดับ โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 0.1423 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบ

กับที่ได้จากโปรแกรมโหลดไฟล์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.4 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.2

**ตารางที่ 5.4** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 35 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ BP<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 126.998                                  | 126.715                                | 0.223552               |
| 2                   | 20.470                                   | 20.459                                 | 0.053674               |
| 3                   | 17.636                                   | 17.621                                 | 0.082362               |
| 4                   | 16.781                                   | 16.860                                 | 0.472187               |
| 5                   | 4.770                                    | 4.770                                  | 0.006094               |
| 6                   | 121.886                                  | 122.137                                | 0.205342               |
| 7                   | 13.269                                   | 13.330                                 | 0.460681               |
| 8                   | 36.260                                   | 36.247                                 | 0.036507               |
| 9                   | 37.916                                   | 37.949                                 | 0.088082               |
| 10                  | 86.591                                   | 86.658                                 | 0.07698                |
| 11                  | 73.925                                   | 73.948                                 | 0.031735               |
| 12                  | 71.939                                   | 71.994                                 | 0.077133               |
| 13                  | 71.485                                   | 71.618                                 | 0.185753               |
| 14                  | 80.429                                   | 80.457                                 | 0.035081               |
| 15                  | 77.711                                   | 77.713                                 | 0.002456               |
| 16                  | 65.440                                   | 65.512                                 | 0.110185               |
| 17                  | 88.562                                   | 88.505                                 | 0.064943               |
| 18                  | 136.698                                  | 136.353                                | 0.253332               |
| 19                  | 50.422                                   | 50.477                                 | 0.109127               |
| 20                  | 61.630                                   | 61.798                                 | 0.271542               |



**รูปที่ 5.2** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 35 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.4 และรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยุคนี้มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.1423 % ซึ่งถือว่าต่ำมาก

### 5.1.2 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1

#### 5.1.2.1 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลอง และค่า MAPE ของชุดทดสอบสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 42 ชุด และใช้ชุดทดสอบ จำนวน 18 ชุด ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 5.5

**ตารางที่ 5.5** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบจำนวน 18 ชุด

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1   | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9193      | 1.31                 |
| 2   | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1443      | 1.45                 |
| 3   | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1035      | 1.51                 |
| 4   | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0739      | 2.05                 |
| 5   | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0850      | 2.26                 |
| 6   | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5772      | 3.01                 |
| 7   | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2773      | 3.26                 |
| 8   | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.8989      | 4.21                 |
| 9   | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.6135      | 3.36                 |
| 10  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1399      | 1.47                 |
| 11  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1357      | 1.46                 |
| 12  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2943      | 1.56                 |
| 13  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4459      | 2.15                 |
| 14  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4937      | 2.45                 |
| 15  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.3889      | 2.57                 |
| 16  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3722      | 3.46                 |
| 17  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.2239      | 4.51                 |

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาฬิกา) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|------------------------|
| 18  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.9042      | 1.31                   |
| 19  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1622      | 1.45                   |
| 20  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1984      | 1.54                   |
| 21  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2778      | 2.08                   |
| 22  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0909      | 2.27                   |
| 23  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4282      | 2.43                   |
| 24  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4810      | 3.22                   |
| 25  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5667      | 3.22                   |
| 26  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.2410      | 3.04                   |
| 27  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0760      | 1.32                   |
| 28  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1498      | 1.46                   |
| 29  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2870      | 1.56                   |
| 30  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1776      | 2.13                   |
| 31  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6410      | 2.27                   |
| 32  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4801      | 2.46                   |
| 33  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6042      | 2.15                   |
| 34  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.0781      | 1.26                   |
| 35  | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.8914      | 1.33                   |
| 36  | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1533      | 1.34                   |
| 37  | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1015      | 1.52                   |
| 38  | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.0905      | 2.07                   |
| 39  | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2725      | 2.22                   |
| 40  | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6725      | 2.59                   |
| 41  | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5510      | 3.07                   |
| 42  | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.9138      | 3.38                   |
| 43  | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.3396      | 2.36                   |

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

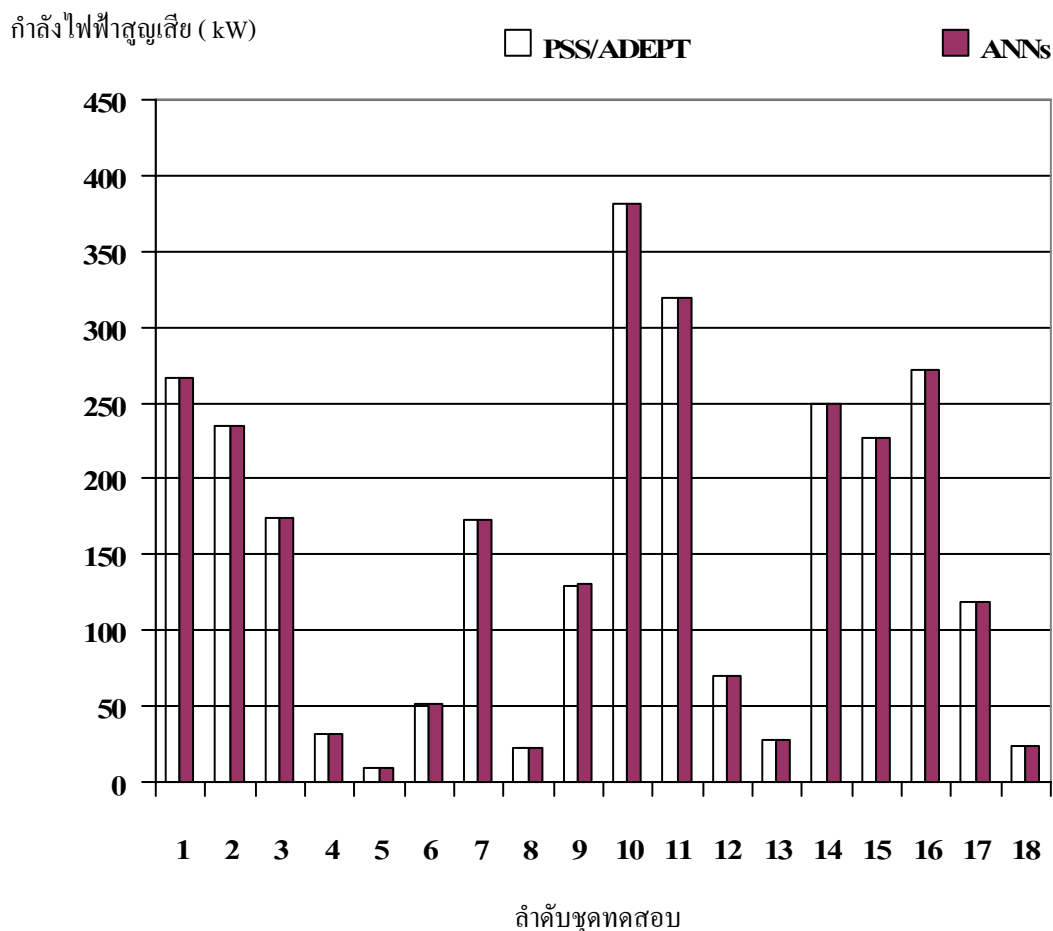
| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 44  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1530      | 1.24                 |
| 45  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1400      | 1.47                 |
| 46  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1062      | 2.00                 |
| 47  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1114      | 2.19                 |
| 48  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.1967      | 2.38                 |
| 49  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.8056      | 3.23                 |
| 50  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3631      | 3.32                 |
| 51  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.0098      | 2.45                 |
| 52  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.7993      | 1.40                 |
| 53  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1160      | 1.44                 |
| 54  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0755      | 1.52                 |
| 55  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2434      | 2.02                 |
| 56  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5099      | 2.26                 |
| 57  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6404      | 2.53                 |
| 58  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4764      | 2.40                 |
| 59  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.0312      | 3.07                 |
| 60  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.7199      | 3.24                 |
| 61  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.1408      | 1.47                 |
| 62  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.0809      | 1.48                 |
| 63  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4238      | 1.59                 |
| 64  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9428      | 2.16                 |
| 65  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4453      | 2.21                 |
| 66  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.0199      | 2.38                 |
| 67  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.3507      | 3.10                 |
| 68  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.8943      | 3.09                 |

จากตารางที่ 5.5 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 เท่ากับ 5 และจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 4 และมีฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนที่ 1 ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต เป็นแบบ Log-sigmoid Transfer Function, Log-sigmoid Transfer Function และ Linear Transfer Function ตามลำดับ โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 0.0739 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดโฟลว์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.6 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.3

**ตารางที่ 5.6** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุดทดสอบที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ BP (kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT (kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|-------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 1           | 266.380                               | 266.480                             | 0.037438               |
| 2           | 234.825                               | 234.899                             | 0.031351               |
| 3           | 174.249                               | 174.217                             | 0.018507               |
| 4           | 31.394                                | 31.366                              | 0.089032               |
| 5           | 9.572                                 | 9.588                               | 0.171166               |
| 6           | 51.071                                | 50.876                              | 0.382221               |
| 7           | 173.206                               | 173.215                             | 0.005328               |
| 8           | 22.264                                | 22.252                              | 0.053604               |
| 9           | 130.004                               | 129.954                             | 0.038471               |
| 10          | 381.954                               | 381.925                             | 0.00755                |
| 11          | 318.990                               | 318.905                             | 0.026542               |
| 12          | 69.476                                | 69.354                              | 0.176336               |
| 13          | 28.254                                | 28.236                              | 0.06185                |
| 14          | 250.028                               | 249.850                             | 0.071417               |
| 15          | 227.240                               | 227.105                             | 0.059215               |
| 16          | 272.179                               | 272.375                             | 0.071953               |
| 17          | 118.349                               | 118.375                             | 0.02214                |
| 18          | 24.147                                | 24.145                              | 0.006                  |





รูปที่ 5.3 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยุคนี้มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.0739 % ซึ่งถือว่าต่ำมาก

#### 5.1.2.2 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลอง และค่า MAPE ของชุดทดสอบสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 32 ชุด และใช้ชุดทดสอบจำนวน 18 ชุด ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 5.7

**ตารางที่ 5.7** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation  
 สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 32 ชุด  
 จำนวนชุดทดสอบจำนวน 18 ชุด

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1   | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6409      | 1.37                 |
| 2   | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5563      | 1.36                 |
| 3   | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4056      | 1.48                 |
| 4   | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6897      | 1.54                 |
| 5   | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4970      | 2.10                 |
| 6   | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.7167      | 1.21                 |
| 7   | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.1305      | 0.50                 |
| 8   | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.7624      | 0.34                 |
| 9   | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.2691      | 0.08                 |
| 10  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4674      | 1.32                 |
| 11  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3951      | 1.45                 |
| 12  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9248      | 1.56                 |
| 13  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.4298      | 1.49                 |
| 14  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.3865      | 2.13                 |
| 15  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.3883      | 1.01                 |
| 16  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.4250      | 1.07                 |
| 17  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 4.4772      | 0.13                 |
| 18  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6046      | 1.41                 |
| 19  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5046      | 1.33                 |
| 20  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.8876      | 1.51                 |
| 21  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.0630      | 2.05                 |
| 22  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.0312      | 1.34                 |
| 23  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.6403      | 1.44                 |

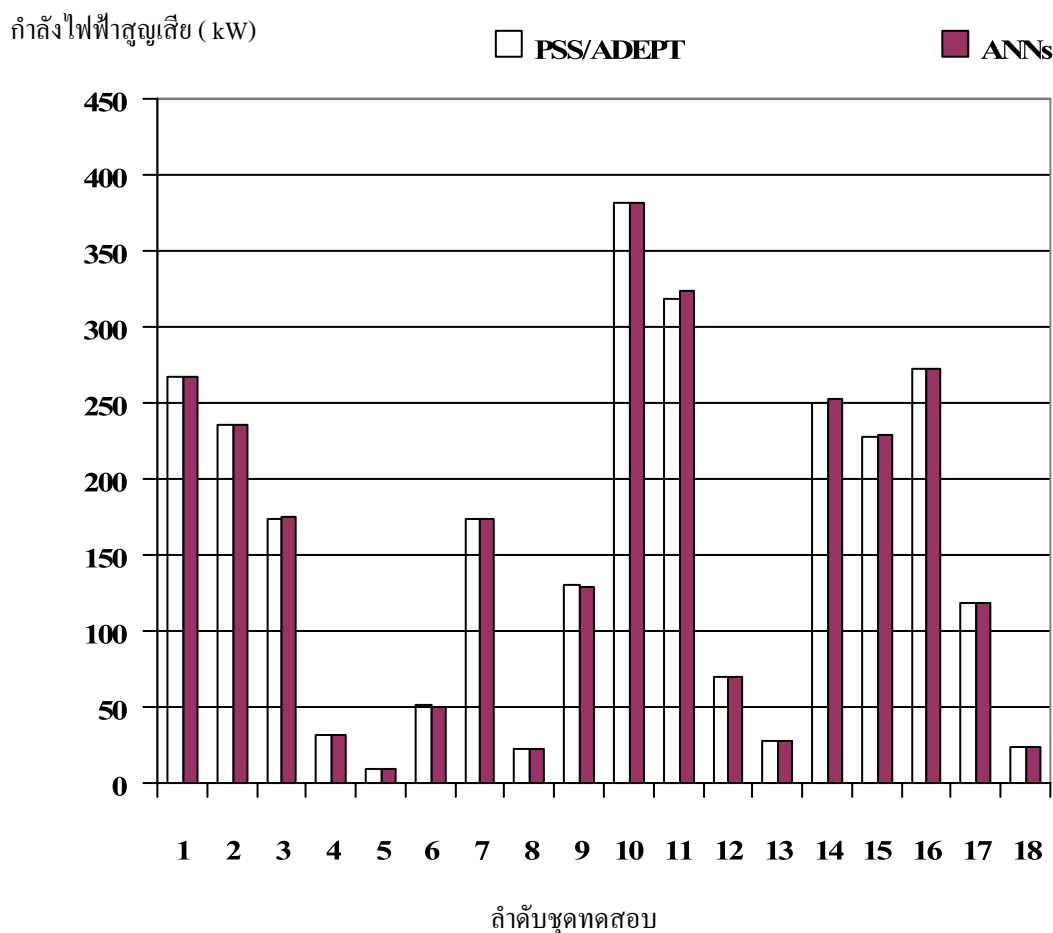
ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 24  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.3457      | 0.25                 |
| 25  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.2759      | 0.10                 |
| 26  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.7724      | 0.14                 |
| 27  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6068      | 1.25                 |
| 28  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5266      | 1.45                 |
| 29  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5601      | 1.53                 |
| 30  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.3666      | 1.27                 |
| 31  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.2364      | 0.49                 |
| 32  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.9437      | 0.28                 |
| 33  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.2028      | 0.25                 |
| 34  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 7.3750      | 0.16                 |
| 35  | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6437      | 1.17                 |
| 36  | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4215      | 1.34                 |
| 37  | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4615      | 1.51                 |
| 38  | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.8806      | 2.05                 |
| 39  | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.1578      | 1.44                 |
| 40  | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.9469      | 0.57                 |
| 41  | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 8.0112      | 0.16                 |
| 42  | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.3938     | 0.20                 |
| 43  | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.1127      | 0.11                 |
| 44  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5687      | 1.30                 |
| 45  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3750      | 1.44                 |
| 46  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6398      | 1.53                 |
| 47  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.8523      | 1.36                 |
| 48  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.1896      | 1.24                 |
| 49  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.3429      | 0.38                 |



**ตารางที่ 5.8** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ BP<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 267.610                                  | 266.480                                | 0.423943               |
| 2                   | 235.469                                  | 234.899                                | 0.242557               |
| 3                   | 174.631                                  | 174.217                                | 0.23731                |
| 4                   | 31.409                                   | 31.366                                 | 0.137352               |
| 5                   | 9.596                                    | 9.588                                  | 0.078721               |
| 6                   | 50.570                                   | 50.876                                 | 0.601782               |
| 7                   | 173.507                                  | 173.215                                | 0.168608               |
| 8                   | 22.272                                   | 22.252                                 | 0.086755               |
| 9                   | 129.045                                  | 129.954                                | 0.699077               |
| 10                  | 382.235                                  | 381.925                                | 0.081155               |
| 11                  | 323.482                                  | 318.905                                | 1.435263               |
| 12                  | 69.207                                   | 69.354                                 | 0.211241               |
| 13                  | 28.283                                   | 28.236                                 | 0.164296               |
| 14                  | 252.411                                  | 249.850                                | 1.025116               |
| 15                  | 228.954                                  | 227.105                                | 0.81416                |
| 16                  | 272.805                                  | 272.375                                | 0.157765               |
| 17                  | 118.466                                  | 118.375                                | 0.076776               |
| 18                  | 24.171                                   | 24.145                                 | 0.107782               |



**รูปที่ 5.4** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับ โปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยุคใหม่นั้นมีค่าคลาดเคลื่อนน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.375 % ซึ่งถือว่าต่ำมาก

### 5.1.3 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1

#### 5.1.3.1 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลอง และค่า MAPE ของชุดทดสอบสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 42 ชุด และใช้ชุดทดสอบ จำนวน 18 ชุด ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 5.9

**ตารางที่ 5.9** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation  
 สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 42 ชุด  
 จำนวนชุดทดสอบจำนวน 18 ชุด

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1   | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5084      | 1.40                 |
| 2   | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3344      | 1.42                 |
| 3   | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4153      | 1.51                 |
| 4   | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.2920      | 2.04                 |
| 5   | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3454      | 2.26                 |
| 6   | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.7945      | 2.17                 |
| 7   | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.9482      | 2.42                 |
| 8   | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 7.1009      | 1.33                 |
| 9   | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 4.9314      | 1.08                 |
| 10  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3312      | 1.43                 |
| 11  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4288      | 1.48                 |
| 12  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6306      | 1.58                 |
| 13  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.1713      | 2.13                 |
| 14  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4575      | 2.38                 |
| 15  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5398      | 1.58                 |
| 16  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.1903      | 1.08                 |
| 17  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.0202      | 0.51                 |
| 18  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4956      | 1.14                 |
| 19  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3997      | 1.32                 |
| 20  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5205      | 1.50                 |
| 21  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5133      | 2.07                 |
| 22  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.9269      | 2.32                 |
| 23  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.1194      | 2.45                 |
| 24  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.2386      | 1.44                 |

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาทื) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 25  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.3809      | 0.39                 |
| 26  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.1744      | 0.25                 |
| 27  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2136      | 1.18                 |
| 28  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4358      | 1.48                 |
| 29  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.0555      | 1.58                 |
| 30  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.9738      | 2.16                 |
| 31  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.3919      | 1.56                 |
| 32  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.5340      | 1.28                 |
| 33  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.3659      | 1.07                 |
| 34  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 8.6058      | 0.48                 |
| 35  | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.5106      | 1.21                 |
| 36  | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2384      | 1.44                 |
| 37  | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6300      | 1.53                 |
| 38  | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.7244      | 2.06                 |
| 39  | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.7891      | 2.33                 |
| 40  | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.9717      | 2.30                 |
| 41  | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.1451      | 1.17                 |
| 42  | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.9542      | 1.40                 |
| 43  | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.0827      | 0.42                 |
| 44  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3979      | 1.43                 |
| 45  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.2621      | 1.48                 |
| 46  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4347      | 1.58                 |
| 47  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.0014      | 2.15                 |
| 48  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.3441      | 2.36                 |
| 49  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 3.0018      | 2.01                 |



ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

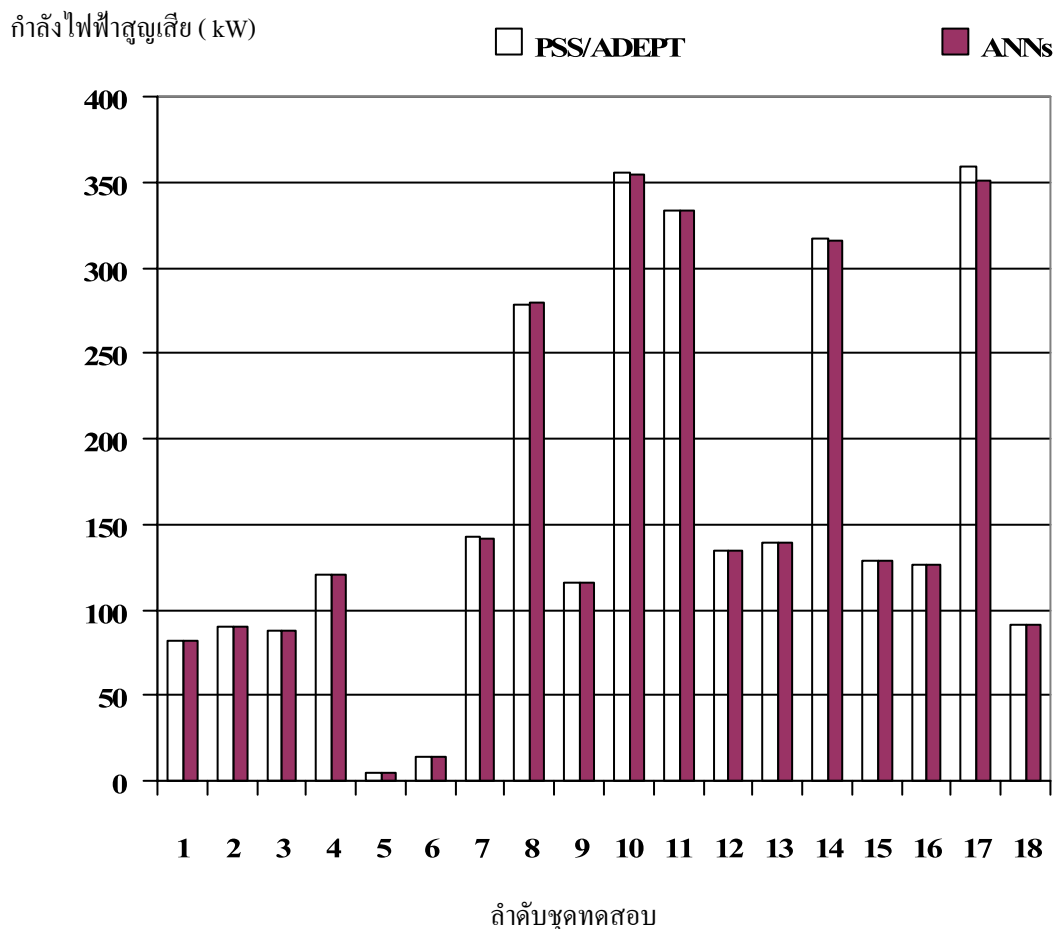
| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 50  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.8088      | 1.40                 |
| 51  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 7.1003      | 1.49                 |
| 52  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.4970      | 1.29                 |
| 53  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3929      | 1.42                 |
| 54  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.7281      | 1.50                 |
| 55  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.2905      | 2.03                 |
| 56  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9802      | 2.26                 |
| 57  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.1052      | 2.26                 |
| 58  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 2.0219      | 2.04                 |
| 59  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.8416      | 1.56                 |
| 60  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.9661      | 1.05                 |
| 61  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3812      | 1.36                 |
| 62  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3713      | 1.49                 |
| 63  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6184      | 1.58                 |
| 64  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5939      | 2.14                 |
| 65  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.2657      | 2.29                 |
| 66  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 4.0112      | 1.59                 |
| 67  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.0972      | 0.22                 |
| 68  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 7.6015      | 0.44                 |

จากตารางที่ 5.9 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 เท่ากับ 3 และจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 1 และมีฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนที่ 1 ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต เป็นแบบ Tan-sigmoid Transfer Function, Tan-sigmoid Transfer Function และ Linear Transfer Function ตามลำดับ โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 0.2136 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมา

เปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดไฟล์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.10 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.5

ตารางที่ 5.10 ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ BP<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 81.308                                   | 81.298                                 | 0.012805               |
| 2                   | 89.644                                   | 89.639                                 | 0.006091               |
| 3                   | 87.915                                   | 87.932                                 | 0.01862                |
| 4                   | 120.749                                  | 120.720                                | 0.023995               |
| 5                   | 4.475                                    | 4.483                                  | 0.163128               |
| 6                   | 13.577                                   | 13.607                                 | 0.214409               |
| 7                   | 142.008                                  | 142.179                                | 0.119961               |
| 8                   | 279.343                                  | 278.280                                | 0.381746               |
| 9                   | 115.977                                  | 116.177                                | 0.172258               |
| 10                  | 354.776                                  | 355.115                                | 0.095532               |
| 11                  | 333.830                                  | 333.703                                | 0.038267               |
| 12                  | 134.293                                  | 134.254                                | 0.029077               |
| 13                  | 139.160                                  | 139.089                                | 0.051474               |
| 14                  | 316.145                                  | 317.050                                | 0.285246               |
| 15                  | 128.807                                  | 128.816                                | 0.007636               |
| 16                  | 126.345                                  | 126.363                                | 0.013995               |
| 17                  | 351.301                                  | 359.206                                | 2.200559               |
| 18                  | 91.204                                   | 91.196                                 | 0.009551               |



**รูปที่ 5.5** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.10 และรูปที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยุคนี้มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.2136 % ซึ่งถือว่าต่ำ

#### 5.1.3.2 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลอง และค่า MAPE ของชุดทดสอบสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทยุคนี้สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 32 ชุด และใช้ชุดทดสอบจำนวน 18 ชุด ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 5.7

**ตารางที่ 5.11** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบจำนวน 18 ชุด

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1   | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.6386      | 1.38                 |
| 2   | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.5326      | 1.42                 |
| 3   | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.7065      | 1.48                 |
| 4   | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 7.4753      | 1.52                 |
| 5   | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 10.8932     | 1.45                 |
| 6   | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 13.5805     | 1.07                 |
| 7   | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 8.8338      | 0.44                 |
| 8   | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 15.8472     | 0.08                 |
| 9   | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 19.1192     | 0.09                 |
| 10  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3270      | 1.41                 |
| 11  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 3.9131      | 1.44                 |
| 12  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.9638      | 1.46                 |
| 13  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 7.6069      | 1.45                 |
| 14  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 7.8063      | 1.22                 |
| 15  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 16.3065     | 0.43                 |
| 16  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 16.1851     | 0.06                 |
| 17  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | logsig                                    | linear                                  | 18.1575     | 0.06                 |
| 18  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.1493      | 1.27                 |
| 19  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.4522      | 1.42                 |
| 20  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.4708      | 1.48                 |
| 21  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.9343      | 1.56                 |
| 22  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.4892      | 1.34                 |
| 23  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 11.7033     | 0.46                 |
| 24  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 19.5437     | 0.10                 |

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------------------|
| 25  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 8.2893      | 0.23                 |
| 26  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 19.8052     | 0.13                 |
| 27  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3727      | 1.32                 |
| 28  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.3353      | 1.46                 |
| 29  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.9200      | 1.57                 |
| 30  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 6.5278      | 1.42                 |
| 31  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.8341      | 0.51                 |
| 32  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 15.3611     | 0.09                 |
| 33  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 12.0677     | 0.19                 |
| 34  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | tansig                                    | linear                                  | 13.3147     | 0.06                 |
| 35  | 2                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.1104      | 1.39                 |
| 36  | 3                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6095      | 1.42                 |
| 37  | 4                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6154      | 1.50                 |
| 38  | 5                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 4.9171      | 1.54                 |
| 39  | 6                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 5.9084      | 1.26                 |
| 40  | 7                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 10.1104     | 1.54                 |
| 41  | 8                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 9.6253      | 0.30                 |
| 42  | 9                                       | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 20.1365     | 0.13                 |
| 43  | 10                                      | 9                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 20.2498     | 0.10                 |
| 44  | 3                                       | 1                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.3067      | 1.41                 |
| 45  | 4                                       | 2                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 0.6034      | 1.45                 |
| 46  | 5                                       | 3                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 1.1704      | 1.56                 |
| 47  | 6                                       | 4                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 2.9899      | 1.42                 |
| 48  | 7                                       | 5                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 8.9388      | 0.40                 |
| 49  | 8                                       | 6                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 15.3343     | 0.14                 |

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

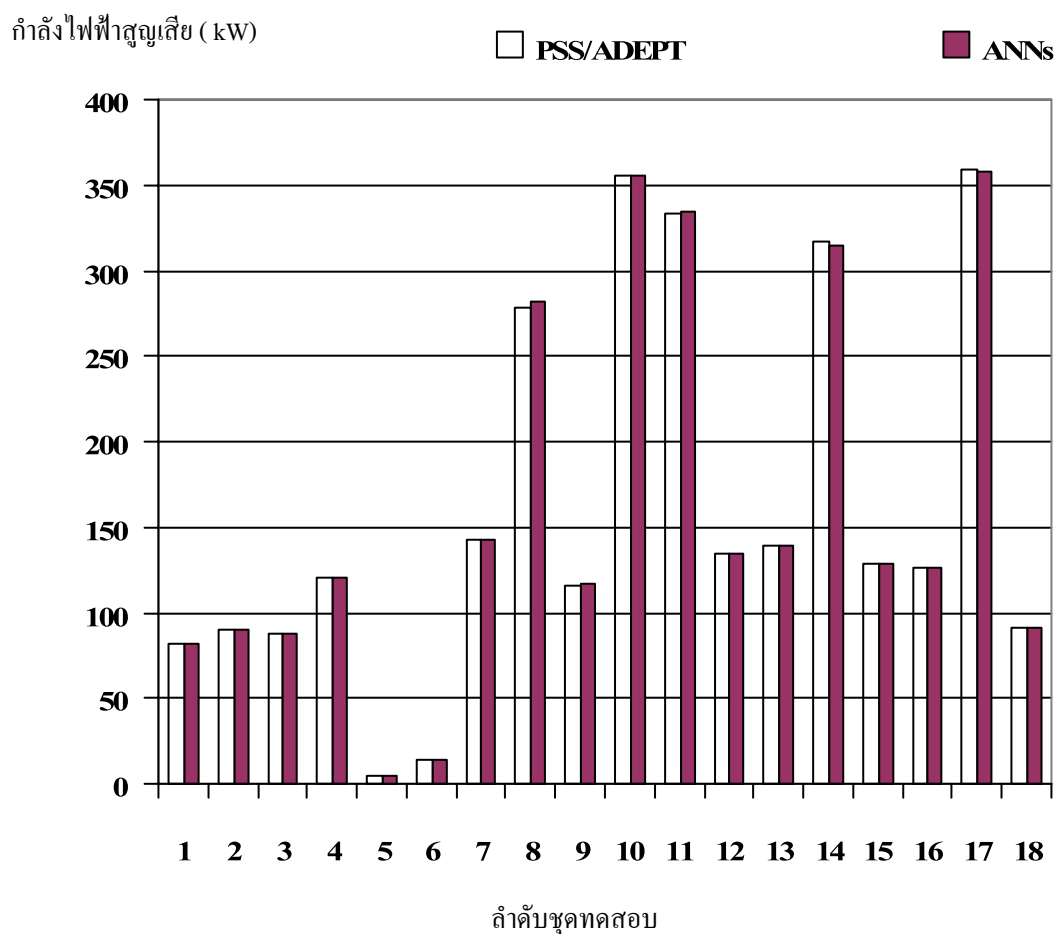
| ที่ | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer1 | No of<br>Neurons in<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 1 | Transfer<br>Function<br>Hidden<br>Layer 2 | Transfer<br>Function<br>Output<br>Layer | MAPE<br>(%) | เวลาที่ใช้<br>(นาที่) |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 50  | 9                                       | 7                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 13.1813     | 0.07                  |
| 51  | 10                                      | 8                                        | logsig                                    | tansig                                    | linear                                  | 15.1534     | 0.06                  |
| 52  | 2                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.1638      | 1.28                  |
| 53  | 3                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 1.2055      | 1.43                  |
| 54  | 4                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.3321      | 1.50                  |
| 55  | 5                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 6.4807      | 2.04                  |
| 56  | 6                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.4815      | 1.35                  |
| 57  | 7                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 9.9282      | 0.42                  |
| 58  | 8                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 16.4504     | 0.37                  |
| 59  | 9                                       | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.9211      | 0.18                  |
| 60  | 10                                      | 9                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 18.4372     | 0.06                  |
| 61  | 3                                       | 1                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.8239      | 1.11                  |
| 62  | 4                                       | 2                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 0.8261      | 1.45                  |
| 63  | 5                                       | 3                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.7643      | 1.54                  |
| 64  | 6                                       | 4                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 5.0157      | 2.07                  |
| 65  | 7                                       | 5                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 9.0497      | 1.18                  |
| 66  | 8                                       | 6                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 9.1166      | 1.16                  |
| 67  | 9                                       | 7                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 15.2378     | 0.09                  |
| 68  | 10                                      | 8                                        | tansig                                    | logsig                                    | linear                                  | 15.5339     | 0.06                  |

จากตารางที่ 5.11 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 เท่ากับ 3 และจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 1 และมีฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนที่ 1 ชั้นซ่อนที่ 2 และชั้นเอาต์พุต เป็นแบบ Log-sigmoid Transfer Function, Tan-sigmoid Transfer Function และ Linear Transfer Function ตามลำดับ โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 0.3067 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมา

เปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดไฟล์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.12 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.6

**ตารางที่ 5.12** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ BP<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 81.313                                   | 81.298                                 | 0.019103               |
| 2                   | 89.635                                   | 89.639                                 | 0.003989               |
| 3                   | 87.876                                   | 87.932                                 | 0.06271                |
| 4                   | 120.762                                  | 120.720                                | 0.034997               |
| 5                   | 4.532                                    | 4.483                                  | 1.108991               |
| 6                   | 13.634                                   | 13.607                                 | 0.202151               |
| 7                   | 142.940                                  | 142.179                                | 0.535323               |
| 8                   | 282.446                                  | 278.280                                | 1.497077               |
| 9                   | 116.424                                  | 116.177                                | 0.211977               |
| 10                  | 355.334                                  | 355.115                                | 0.061668               |
| 11                  | 333.963                                  | 333.703                                | 0.078126               |
| 12                  | 134.190                                  | 134.254                                | 0.048052               |
| 13                  | 139.270                                  | 139.089                                | 0.130708               |
| 14                  | 314.655                                  | 317.050                                | 0.755409               |
| 15                  | 128.623                                  | 128.816                                | 0.150516               |
| 16                  | 126.213                                  | 126.363                                | 0.118854               |
| 17                  | 357.730                                  | 359.206                                | 0.410818               |
| 18                  | 91.114                                   | 91.196                                 | 0.090115               |



รูปที่ 5.6 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ BP สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.12 และรูปที่ 5.6 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยุคใหม่มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.3067 % ซึ่งถือว่าต่ำ



## 5.2 ผลการทดลองของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Generalized Regression (GRNN)

การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบโดยทำการลองปรับขนาดความกว้างและความแคบของกราฟ Radial Basis Function ที่ใช้ในชั้นซ่อน และทำการปรับค่าการกระจายเพื่อให้ได้ค่าการกระจายที่ดีที่สุดที่ทำให้ค่า MAPE ของชุดทดสอบมีค่าต่ำสุดสำหรับแต่ละฟังก์ชัน และบันทึกค่าไว้เพื่อเปรียบเทียบ อีกทั้งยังทำการลดจำนวนชุดฝึกสอนในขณะที่ยังคงใช้จำนวนชุดทดสอบเท่าเดิมเพื่อดูแนวโน้มของค่า MAPE ว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมาน้อยเพียงใด โดยสามารถสรุปการฝึกสอนเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 แบ่งเป็น

- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 45 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด
- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 35 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด

2. การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 แบ่งเป็น

- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด
- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

3. การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 แบ่งเป็น

- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด
- การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

### 5.2.1 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3

#### 5.2.1.1 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 45 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด

ผลการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 45 ชุด และใช้จำนวนชุดทดสอบ 20 จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.13

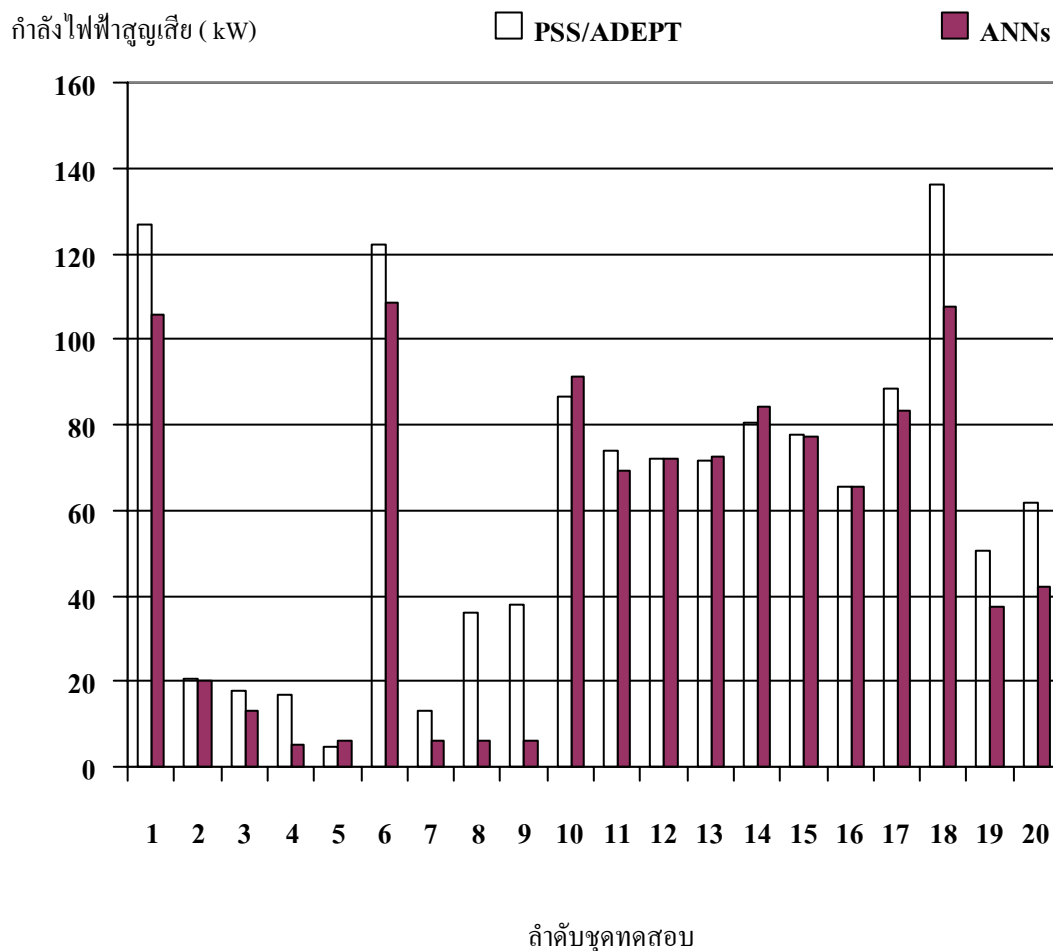
**ตารางที่ 5.13** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสาย  
ป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 45 ชุด จำนวนชุดทดสอบ  
จำนวน 20 ชุด

| สมการ Transfer<br>Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-n^2}$          | 100 ถึง 10000               | 100                    | 90.0588  | 7.3800                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 88.7990  | 6.8500                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 29.2541  | 7.0800                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.6000                 | 24.8365  | 6.8800                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.7000                 | 24.4485  | 6.9400                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.6800                 | 24.0079  | 6.7800                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.6600                 | 23.6909  | 6.9900                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.6600                 | 23.6909  | 7.0000                   |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.6600                 | 23.6909  | 7.2200                   |
| $a(n) = e^{-0.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 90.0652  | 6.6100                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 89.4351  | 6.7000                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 37.0253  | 6.6490                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.4000                 | 25.6361  | 6.6390                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.5000                 | 24.6008  | 6.5590                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.4800                 | 23.9815  | 6.6500                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.4600                 | 23.8562  | 6.7400                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.4700                 | 23.7216  | 6.7900                   |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.4667                 | 23.6911  | 6.8000                   |
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 90.0525  | 6.6500                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 88.1633  | 6.6600                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 26.5316  | 6.6900                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.8000                 | 23.8077  | 6.6900                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.8000                 | 23.8077  | 6.7900                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.8000                 | 23.8077  | 6.6890                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.8200                 | 23.7713  | 6.7900                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.8100                 | 23.6952  | 6.8600                   |

ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

**ตารางที่ 5.14** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 45 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ GRNN<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 105.898                                    | 126.715                                | 16.42795               |
| 2                   | 20.066                                     | 20.459                                 | 1.922014               |
| 3                   | 13.268                                     | 17.621                                 | 24.70637               |
| 4                   | 5.238                                      | 16.860                                 | 68.93299               |
| 5                   | 5.928                                      | 4.770                                  | 24.27175               |
| 6                   | 108.482                                    | 122.137                                | 11.17969               |
| 7                   | 5.914                                      | 13.330                                 | 55.63039               |
| 8                   | 5.978                                      | 36.247                                 | 83.50877               |
| 9                   | 5.967                                      | 37.949                                 | 84.27654               |
| 10                  | 91.435                                     | 86.658                                 | 5.512213               |
| 11                  | 69.386                                     | 73.948                                 | 6.169773               |
| 12                  | 71.955                                     | 71.994                                 | 0.053869               |
| 13                  | 72.554                                     | 71.618                                 | 1.306789               |
| 14                  | 84.128                                     | 80.457                                 | 4.5629                 |
| 15                  | 77.226                                     | 77.713                                 | 0.625675               |
| 16                  | 65.555                                     | 65.512                                 | 0.065145               |
| 17                  | 83.464                                     | 88.505                                 | 5.695468               |
| 18                  | 107.545                                    | 136.353                                | 21.12781               |
| 19                  | 37.232                                     | 50.477                                 | 26.24081               |
| 20                  | 42.270                                     | 61.798                                 | 31.60003               |



**รูปที่ 5.7** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 45 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.14 และรูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 0.3067 % ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

#### 5.2.1.2 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 35 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 20 ชุด

ผลการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 35 ชุด และใช้จำนวนชุดทดสอบ 20 จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.15

**ตารางที่ 5.15** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อน  
ที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอนจำนวน 35 ชุด จำนวนชุดทดสอบ  
จำนวน 20 ชุด

| สมการ Transfer<br>Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน(วินาที) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|-------------------------|
| $a(n) = e^{-n^2}$          | 100 ถึง 10000               | 100                    | 77.1058  | 6.7790                  |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 76.1174  | 6.6600                  |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 44.0455  | 6.6100                  |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.6000                 | 31.3557  | 6.7300                  |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.6000                 | 31.3557  | 6.6800                  |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.6400                 | 30.6355  | 6.7800                  |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.6600                 | 30.6134  | 6.4900                  |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.6700                 | 30.6115  | 6.5500                  |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.6667                 | 30.6115  | 6.9300                  |
| $a(n) = e^{-0.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 77.1108  | 6.5990                  |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 76.6139  | 6.8200                  |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 52.1416  | 6.7390                  |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.4000                 | 32.0655  | 6.6290                  |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.5000                 | 31.7846  | 6.6290                  |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.4800                 | 30.6476  | 6.2490                  |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.4600                 | 30.6209  | 6.7100                  |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.4700                 | 30.6118  | 6.7700                  |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.4733                 | 30.6115  | 6.8200                  |
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 77.1007  | 6.6500                  |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 75.6262  | 6.6000                  |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 37.0033  | 6.4400                  |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.8000                 | 30.6183  | 6.6100                  |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.8000                 | 30.6183  | 6.4990                  |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.8000                 | 30.6183  | 6.6590                  |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.8200                 | 30.6115  | 6.4990                  |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.8200                 | 30.6115  | 6.5600                  |

ตารางที่ 5.15 (ต่อ)

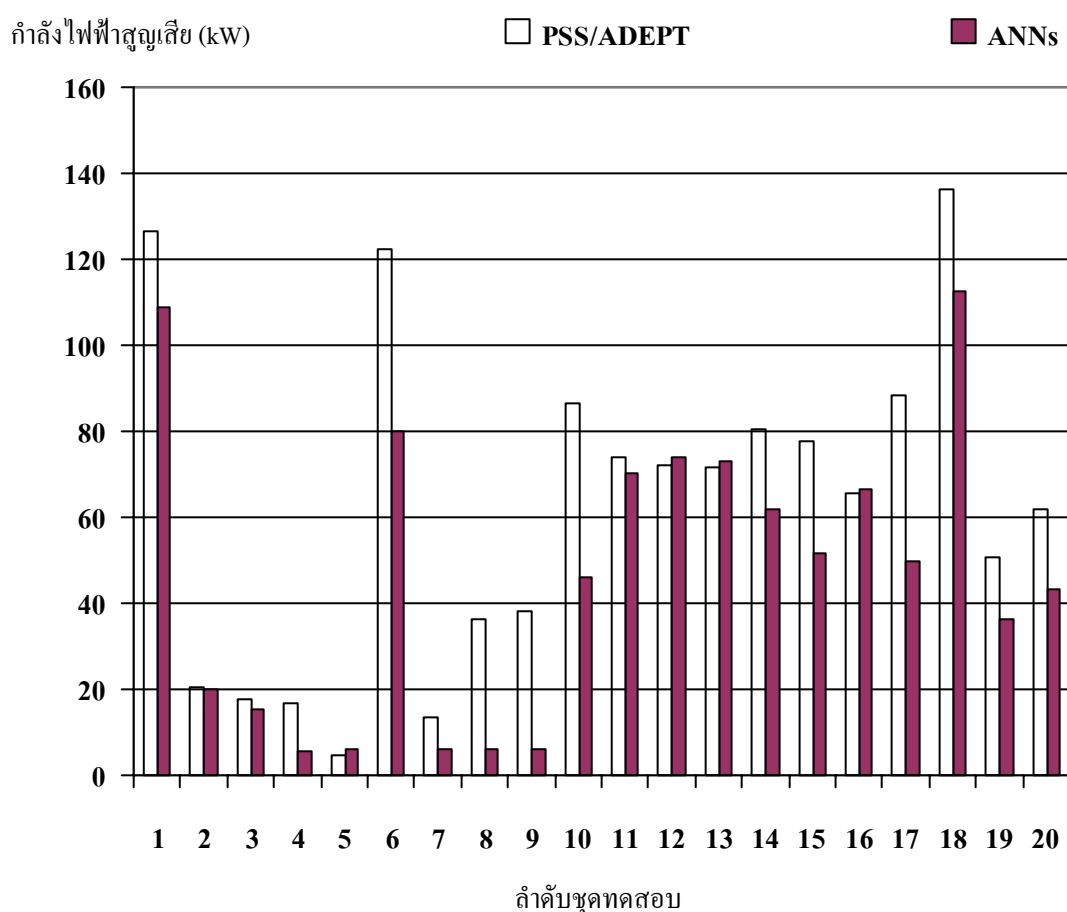
| สมการ Transfer Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$    | 0.008 ถึง 0.833             | 0.8167                 | 30.6115  | 6.6200                   |
| $a(n) = e^{-2n^2}$      | 100 ถึง 10000               | 100                    | 77.0957  | 6.6400                   |
|                         | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 75.1402  | 6.6790                   |
|                         | 1 ถึง 100                   | 1                      | 31.7846  | 6.4690                   |
|                         | 0.2 ถึง 20                  | 1                      | 31.7846  | 6.6200                   |
|                         | 0.1 ถึง 10                  | 0.9000                 | 30.6694  | 6.7100                   |
|                         | 0.04 ถึง 4                  | 0.9200                 | 30.6209  | 6.7890                   |
|                         | 0.02 ถึง 2                  | 0.9400                 | 30.6118  | 6.7400                   |
|                         | 0.13 ถึง 1.33               | 0.9467                 | 30.6115  | 6.9900                   |
|                         | 0.01 ถึง 1                  | 0.9400                 | 30.6118  | 6.8100                   |
|                         | 0.006 ถึง 0.667             | 0.6667                 | 33.8386  | 6.8700                   |

จากตารางที่ 5.13 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดและใช้เวลาในการฝึกสอนน้อยที่สุดด้วยคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีสมการของฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนคือ  $a(n) = e^{-1.5n^2}$  และมีการกระจายที่ดีที่สุดเท่ากับ 0.8200 โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 30.6115 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดโพล์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.16 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.8

**ตารางที่ 5.16** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 35 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ GRNN<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 108.878                                    | 126.715                                | 14.07652               |
| 2                   | 20.159                                     | 20.459                                 | 1.466361               |
| 3                   | 15.161                                     | 17.621                                 | 13.96281               |
| 4                   | 5.644                                      | 16.860                                 | 66.52721               |
| 5                   | 5.957                                      | 4.770                                  | 24.87716               |
| 6                   | 79.955                                     | 122.137                                | 34.53633               |
| 7                   | 5.891                                      | 13.330                                 | 55.80715               |
| 8                   | 6.050                                      | 36.247                                 | 83.30878               |
| 9                   | 5.997                                      | 37.949                                 | 84.19828               |
| 10                  | 46.228                                     | 86.658                                 | 46.65439               |
| 11                  | 70.397                                     | 73.948                                 | 4.802                  |
| 12                  | 74.044                                     | 71.994                                 | 2.846428               |
| 13                  | 73.199                                     | 71.618                                 | 2.206802               |
| 14                  | 61.997                                     | 80.457                                 | 22.94338               |
| 15                  | 51.559                                     | 77.713                                 | 33.65493               |
| 16                  | 66.299                                     | 65.512                                 | 1.200907               |
| 17                  | 49.745                                     | 88.505                                 | 43.79429               |
| 18                  | 112.754                                    | 136.353                                | 17.30752               |
| 19                  | 36.391                                     | 50.477                                 | 27.90643               |
| 20                  | 43.164                                     | 61.798                                 | 30.15204               |





**รูปที่ 5.8** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้าระยอง 3 โดยใช้ชุดฝึกสอน 35 ชุด ชุดทดสอบ 20 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.16 และรูปที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทดัดเทียมนี้มีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 30.6115 % ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

## 5.2.2 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทดัดเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1

### 5.2.2.1 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทดัดเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด และใช้จำนวนชุดทดสอบ 18 จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสาย  
 ป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ  
 จำนวน 18 ชุด

| สมการ Transfer<br>Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-n^2}$          | 100 ถึง 10000               | 100                    | 82.4812  | 6.6690                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 81.8364  | 6.9600                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 23.9225  | 6.6400                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.8000                 | 20.5980  | 6.5390                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.8000                 | 20.5980  | 6.7100                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.8000                 | 20.5980  | 6.7100                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.8200                 | 20.5726  | 6.7790                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.8100                 | 20.5612  | 6.9100                   |
|                            | 0.008 ถึง 0.833             | 0.8167                 | 20.5595  | 6.9700                   |
| $a(n) = e^{-0.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 82.4843  | 6.6700                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 82.1712  | 6.6300                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 41.6068  | 6.8200                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.6000                 | 20.7099  | 6.7300                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.6000                 | 20.7099  | 6.8390                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.5600                 | 20.6291  | 6.7500                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.5800                 | 20.5736  | 6.7090                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.5800                 | 20.5736  | 6.6300                   |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.5733                 | 20.5583  | 6.6200                   |
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 82.4782  | 6.7400                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 81.4855  | 6.6590                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 20.5588  | 6.7990                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 1                      | 20.5588  | 6.5090                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 1                      | 20.5588  | 6.5300                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 1                      | 20.5588  | 6.5500                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 1                      | 20.5588  | 6.8700                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 1                      | 20.5588  | 6.9200                   |
|                            | 0.009 ถึง 0.909             | 0.9091                 | 21.6205  | 6.8400                   |

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

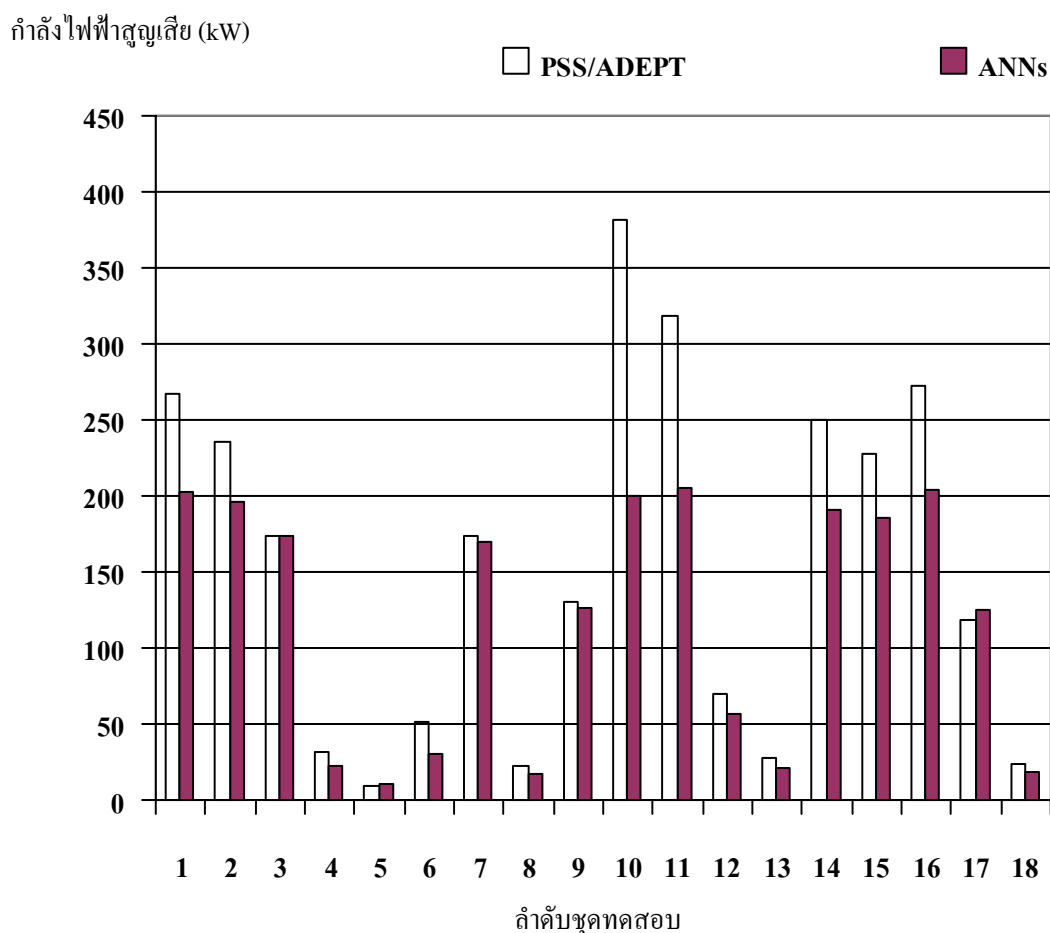
| สมการ Transfer Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-2n^2}$      | 100 ถึง 10000               | 100                    | 82.4751  | 6.7000                   |
|                         | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 81.1206  | 6.7800                   |
|                         | 1 ถึง 100                   | 1                      | 22.4677  | 6.6390                   |
|                         | 0.2 ถึง 20                  | 1.2000                 | 20.7099  | 6.7600                   |
|                         | 0.1 ถึง 10                  | 1.2000                 | 20.7099  | 6.8100                   |
|                         | 0.04 ถึง 4                  | 1.1600                 | 20.5736  | 6.7290                   |
|                         | 0.02 ถึง 2                  | 1.1600                 | 20.5736  | 6.6290                   |
|                         | 0.13 ถึง 1.33               | 1.1467                 | 20.5583  | 6.5190                   |
|                         | 0.011 ถึง 1.176             | 1.1529                 | 20.5541  | 6.8600                   |
|                         | 0.011 ถึง 1.124             | 1.1236                 | 20.6191  | 6.8190                   |

จากตารางที่ 5.17 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีสมการของฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนคือ

$a(n) = e^{-2n^2}$  และมีการกระจายที่ดีที่สุดเท่ากับ 1.1529 โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 20.5541 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหนดโฟลว์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.18 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.9

**ตารางที่ 5.18** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ GRNN<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 202.406                                    | 266.480                                | 24.04453               |
| 2                   | 196.591                                    | 234.899                                | 16.30841               |
| 3                   | 174.043                                    | 174.217                                | 0.100289               |
| 4                   | 22.075                                     | 31.366                                 | 29.62066               |
| 5                   | 9.951                                      | 9.588                                  | 3.784201               |
| 6                   | 29.649                                     | 50.876                                 | 41.72326               |
| 7                   | 169.212                                    | 173.215                                | 2.311135               |
| 8                   | 16.779                                     | 22.252                                 | 24.5971                |
| 9                   | 126.021                                    | 129.954                                | 3.025885               |
| 10                  | 200.042                                    | 381.925                                | 47.62268               |
| 11                  | 204.942                                    | 318.905                                | 35.73578               |
| 12                  | 56.979                                     | 69.354                                 | 17.84285               |
| 13                  | 20.611                                     | 28.236                                 | 27.00539               |
| 14                  | 191.406                                    | 249.850                                | 23.39171               |
| 15                  | 185.895                                    | 227.105                                | 18.14588               |
| 16                  | 204.557                                    | 272.375                                | 24.89888               |
| 17                  | 124.722                                    | 118.375                                | 5.361676               |
| 18                  | 18.241                                     | 24.145                                 | 24.45317               |



รูปที่ 5.9 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.18 และรูปที่ 5.9 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 20.5541 % ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

#### 5.2.2.2 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด และใช้จำนวนชุดทดสอบ 18 จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.19

ตารางที่ 5.19 ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อน  
ที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบจำนวน  
18 ชุด

| สมการ Transfer<br>Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-n^2}$          | 100 ถึง 10000               | 100                    | 78.0651  | 7.0400                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 77.1723  | 6.5790                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 25.2995  | 6.7400                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.8000                 | 23.2150  | 6.7900                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.9000                 | 23.2063  | 6.7790                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.8800                 | 23.0216  | 6.6590                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.8800                 | 23.0216  | 6.7300                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.8700                 | 23.0202  | 6.8400                   |
|                            | 0.008 ถึง 0.833             | 0.8333                 | 23.0636  | 6.7900                   |
| $a(n) = e^{-0.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 78.0696  | 6.6300                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 77.6224  | 6.7300                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 40.9813  | 6.6000                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.6000                 | 23.0366  | 6.5690                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.6000                 | 23.0366  | 6.7900                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.6000                 | 23.0366  | 6.6500                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.6200                 | 23.0205  | 6.6490                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.6200                 | 23.0205  | 6.7200                   |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.6200                 | 23.0205  | 6.8100                   |
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 78.0606  | 6.3800                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 76.7239  | 6.7500                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 23.1073  | 6.5800                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 1                      | 23.1073  | 6.7700                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 1                      | 23.1073  | 6.6390                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 1.0800                 | 23.0225  | 6.7290                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 1.0600                 | 23.0215  | 6.6590                   |
|                            | 0.011 ถึง 1.111             | 1.0667                 | 23.0201  | 6.6200                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 1                      | 23.1073  | 6.8890                   |

ตารางที่ 5.19 (ต่อ)

| สมการ Transfer Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-2n^2}$      | 100 ถึง 10000               | 100                    | 78.0561  | 6.7200                   |
|                         | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 76.2772  | 6.3790                   |
|                         | 1 ถึง 100                   | 1                      | 24.1862  | 6.6700                   |
|                         | 0.2 ถึง 20                  | 1.2000                 | 23.0366  | 6.6500                   |
|                         | 0.1 ถึง 10                  | 1.2000                 | 23.0366  | 6.7290                   |
|                         | 0.04 ถึง 4                  | 1.2400                 | 23.0205  | 6.6500                   |
|                         | 0.02 ถึง 2                  | 1.2400                 | 23.0205  | 6.6190                   |
|                         | 0.13 ถึง 1.33               | 1.2400                 | 23.0205  | 6.5790                   |
|                         | 0.011 ถึง 1.124             | 1.1236                 | 23.2599  | 6.8200                   |

จากตารางที่ 5.19 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีสมการของฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนคือ

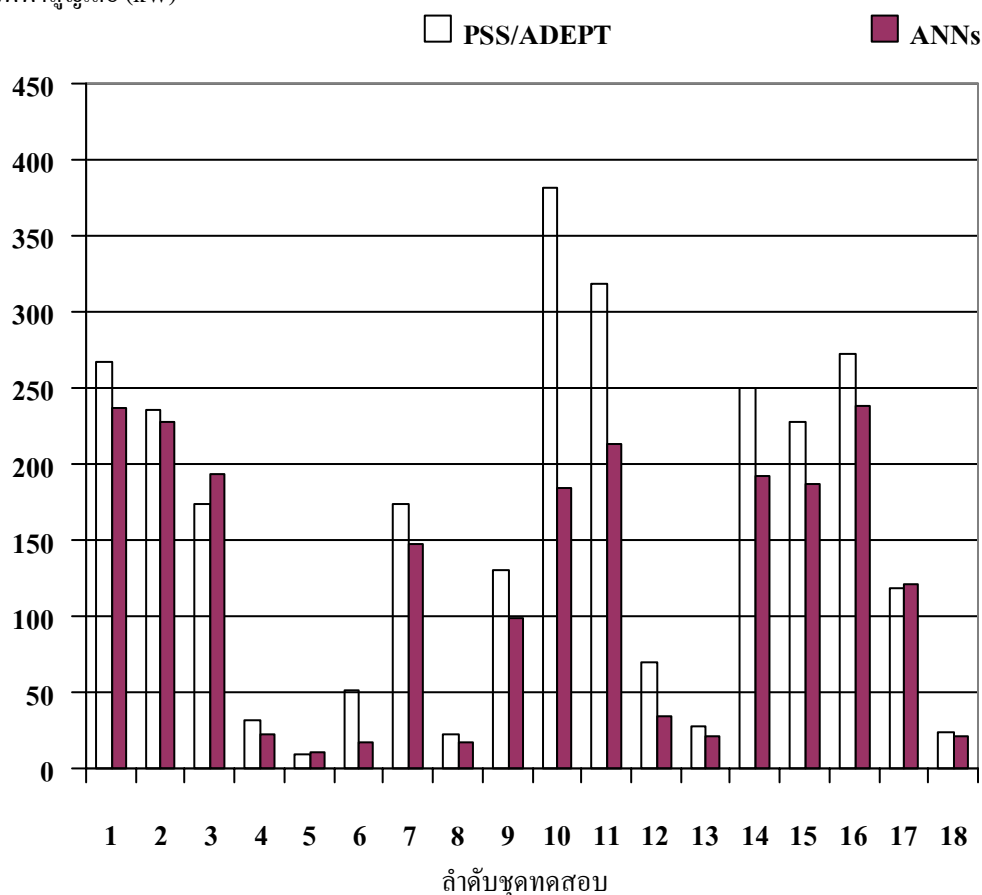
$a(n) = e^{-1.5n^2}$  และมีค่าการกระจายที่ดีที่สุดเท่ากับ 1.0667 โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 23.0201 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดโฟลว์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.20 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.10

**ตารางที่ 5.20** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ GRNN<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 237.349                                    | 266.480                                | 10.93198               |
| 2                   | 228.130                                    | 234.899                                | 2.881843               |
| 3                   | 193.722                                    | 174.217                                | 11.19554               |
| 4                   | 21.908                                     | 31.366                                 | 30.15266               |
| 5                   | 9.895                                      | 9.588                                  | 3.203791               |
| 6                   | 17.727                                     | 50.876                                 | 65.15669               |
| 7                   | 146.944                                    | 173.215                                | 15.16657               |
| 8                   | 16.703                                     | 22.252                                 | 24.93748               |
| 9                   | 98.293                                     | 129.954                                | 24.36274               |
| 10                  | 184.049                                    | 381.925                                | 51.81009               |
| 11                  | 213.180                                    | 318.905                                | 33.15242               |
| 12                  | 33.744                                     | 69.354                                 | 51.3454                |
| 13                  | 21.257                                     | 28.236                                 | 24.71725               |
| 14                  | 192.670                                    | 249.850                                | 22.88575               |
| 15                  | 187.371                                    | 227.105                                | 17.49582               |
| 16                  | 237.954                                    | 272.375                                | 12.63732               |
| 17                  | 120.944                                    | 118.375                                | 2.169675               |
| 18                  | 21.693                                     | 24.145                                 | 10.15826               |



กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW)



รูปที่ 5.10 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.20 และรูปที่ 5.10 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมนี้มีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 23.0201 % ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

### 5.2.3 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1

#### 5.2.3.1 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด และใช้จำนวนชุดทดสอบ 18 จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.21

**ตารางที่ 5.21** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสาย  
 ป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 42 ชุด จำนวนชุดทดสอบ  
 จำนวน 18 ชุด

| สมการ Transfer<br>Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-n^2}$          | 100 ถึง 10000               | 100                    | 114.6348 | 7.2000                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 114.0550 | 6.7600                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 66.2400  | 6.7600                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.2000                 | 26.9519  | 6.7700                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.2000                 | 26.9519  | 6.5090                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.2000                 | 26.9519  | 6.7790                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.1800                 | 26.9086  | 6.6700                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.1700                 | 26.8920  | 6.6400                   |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.1733                 | 26.8972  | 6.4990                   |
| $a(n) = e^{-0.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 114.6378 | 7.0710                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 114.3483 | 6.7590                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 86.3528  | 6.7890                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.2000                 | 27.4112  | 6.7000                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.1000                 | 27.0854  | 6.7000                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.1200                 | 26.8915  | 6.5100                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.1200                 | 26.8915  | 6.6900                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.1200                 | 26.8915  | 6.8300                   |
|                            | 0.006 ถึง 0.667             | 0.1200                 | 26.8915  | 6.8100                   |
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 114.6319 | 6.7800                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 113.7609 | 6.7700                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 52.9603  | 6.6600                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.2000                 | 26.9408  | 6.7600                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.2000                 | 26.9408  | 6.8200                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.2000                 | 26.9408  | 6.4390                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.2200                 | 26.9079  | 6.7690                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.2100                 | 26.8942  | 6.9100                   |
|                            | 0.009 ถึง 0.909             | 0.2080                 | 26.8917  | 6.8490                   |

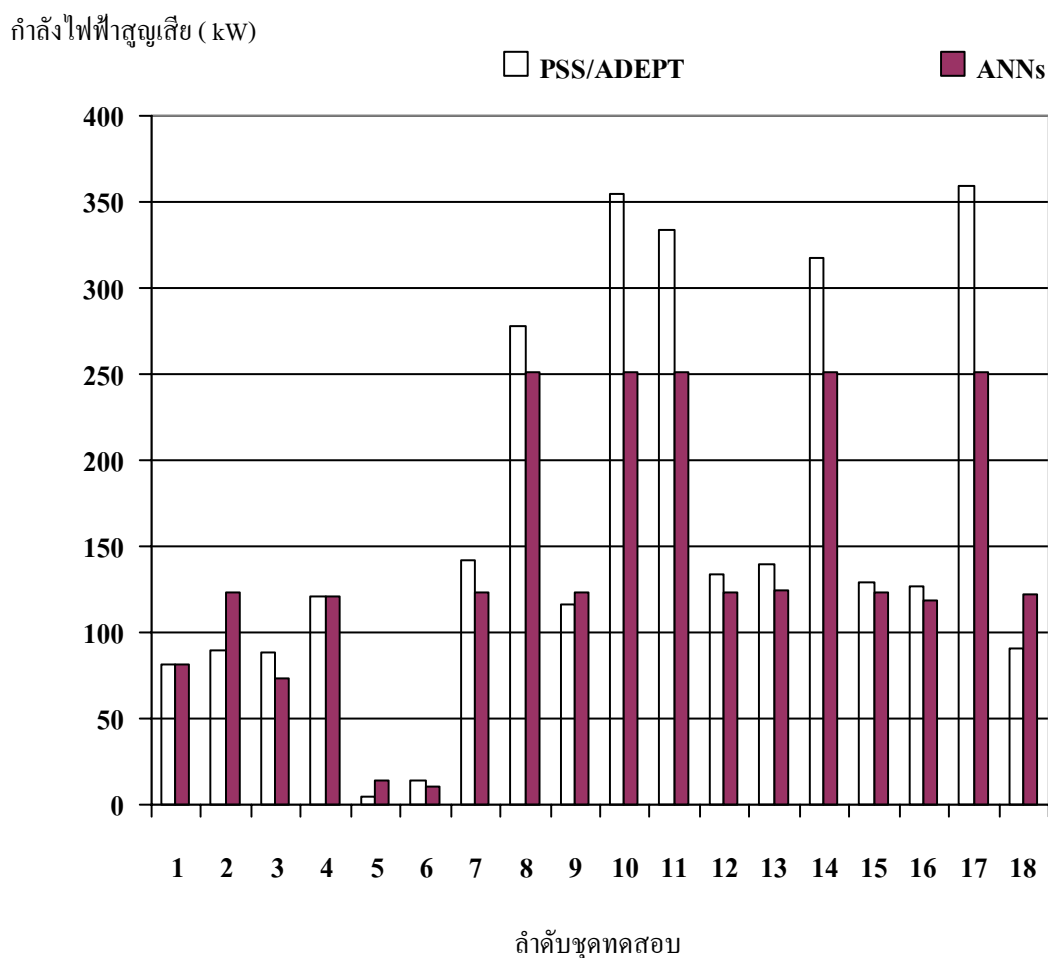
ตารางที่ 5.21 (ต่อ)

| สมการ Transfer Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-2n^2}$      | 100 ถึง 10000               | 100                    | 114.6290 | 6.7500                   |
|                         | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 113.4660 | 6.4800                   |
|                         | 1 ถึง 100                   | 1                      | 43.8918  | 6.6600                   |
|                         | 0.2 ถึง 20                  | 0.2000                 | 27.0854  | 6.6600                   |
|                         | 0.1 ถึง 10                  | 0.3000                 | 26.9870  | 6.6890                   |
|                         | 0.04 ถึง 4                  | 0.2400                 | 26.8915  | 6.7090                   |
|                         | 0.02 ถึง 2                  | 0.2400                 | 26.8915  | 6.7490                   |
|                         | 0.01 ถึง 1                  | 0.2100                 | 26.8942  | 6.9100                   |
|                         | 0.009 ถึง 0.909             | 0.2455                 | 26.8976  | 6.4590                   |

จากตารางที่ 5.21 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดและยังใช้เวลาฝึกสอนที่น้อยที่สุดด้วยคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีสมการของฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนคือ  $a(n) = e^{-0.5n^2}$  และมีค่าการกระจายที่ดีที่สุดเท่ากับ 0.1200 โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 26.8915 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดไฟแล้วจะแสดงได้ตามตารางที่ 5.22 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.11

**ตารางที่ 5.22** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ GRNN<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 81.362                                     | 81.298                                 | 0.078569               |
| 2                   | 123.103                                    | 89.639                                 | 37.33207               |
| 3                   | 73.642                                     | 87.932                                 | 16.25093               |
| 4                   | 120.702                                    | 120.720                                | 0.01456                |
| 5                   | 13.869                                     | 4.483                                  | 209.3896               |
| 6                   | 10.275                                     | 13.607                                 | 24.48829               |
| 7                   | 123.103                                    | 142.179                                | 13.41684               |
| 8                   | 251.399                                    | 278.280                                | 9.659893               |
| 9                   | 123.103                                    | 116.177                                | 5.961171               |
| 10                  | 251.399                                    | 355.115                                | 29.20647               |
| 11                  | 251.399                                    | 333.703                                | 24.66386               |
| 12                  | 123.103                                    | 134.254                                | 8.305953               |
| 13                  | 124.463                                    | 139.089                                | 10.51514               |
| 14                  | 251.399                                    | 317.050                                | 20.70687               |
| 15                  | 123.338                                    | 128.816                                | 4.253244               |
| 16                  | 118.447                                    | 126.363                                | 6.264568               |
| 17                  | 250.882                                    | 359.206                                | 30.15635               |
| 18                  | 121.640                                    | 91.196                                 | 33.38298               |



**รูปที่ 5.11** แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 42 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.22 และรูปที่ 5.11 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 26.8915 % ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

### 5.2.3.2 การฝึกสอนโดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ 18 ชุด

ผลการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด และใช้จำนวนชุดทดสอบ 18 จะแสดงได้ดังตารางที่ 5.23

**ตารางที่ 5.23** ผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสาย  
 ป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้จำนวนชุดฝึกสอน 32 ชุด จำนวนชุดทดสอบ  
 จำนวน 18 ชุด

| สมการ Transfer<br>Function | ค่า spread ที่ใช้ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดีที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการฝึกสอน (วินาที) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| $a(n) = e^{-n^2}$          | 100 ถึง 10000               | 100                    | 109.8987 | 6.5390                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 109.6419 | 6.5190                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 81.6701  | 6.6090                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.4000                 | 45.6825  | 6.5200                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.4000                 | 45.6825  | 6.6000                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.4000                 | 45.6825  | 6.5190                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.4000                 | 45.6825  | 6.5300                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.4000                 | 45.6825  | 6.5600                   |
|                            | 0.005 ถึง 0.5               | 0.4050                 | 45.6571  | 6.4590                   |
| $a(n) = e^{-0.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 109.9000 | 6.4890                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 109.7718 | 6.5100                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 95.5110  | 6.4600                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.2000                 | 46.5326  | 6.5390                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.3000                 | 45.8030  | 6.4890                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.2800                 | 45.7053  | 6.4800                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.2800                 | 45.7053  | 6.6000                   |
|                            | 0.004 ถึง 0.4               | 0.2880                 | 45.6651  | 6.4390                   |
|                            | 0.003 ถึง 0.3               | 0.2853                 | 45.6646  | 6.5490                   |
| $a(n) = e^{-1.5n^2}$       | 100 ถึง 10000               | 100                    | 109.8974 | 6.1190                   |
|                            | 10 ถึง 1000                 | 10                     | 109.5117 | 6.4700                   |
|                            | 1 ถึง 100                   | 1                      | 70.2089  | 6.4690                   |
|                            | 0.2 ถึง 20                  | 0.4000                 | 46.2652  | 6.4700                   |
|                            | 0.1 ถึง 10                  | 0.5000                 | 45.6711  | 6.6000                   |
|                            | 0.04 ถึง 4                  | 0.4800                 | 45.7303  | 6.4900                   |
|                            | 0.02 ถึง 2                  | 0.5000                 | 45.6711  | 6.6200                   |
|                            | 0.01 ถึง 1                  | 0.5000                 | 45.6711  | 6.5890                   |
|                            | 0.005 ถึง 0.5               | 0.4950                 | 45.6611  | 6.6390                   |

ตารางที่ 5.23 (ต่อ)

| สมการ<br>Transfer Function | ค่า spread ที่ใช้<br>ในการทดสอบ | ค่า spread ที่ดี<br>ที่สุด | MAPE (%) | เวลาในการ<br>ฝึกสอน (วินาที) |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|------------------------------|
| $a(n) = e^{-2n^2}$         | 100 ถึง 10000                   | 100                        | 109.8961 | 6.5700                       |
|                            | 10 ถึง 1000                     | 10                         | 109.3810 | 6.5390                       |
|                            | 1 ถึง 100                       | 1                          | 60.9070  | 6.3600                       |
|                            | 0.2 ถึง 20                      | 0.6000                     | 45.8030  | 6.4790                       |
|                            | 0.1 ถึง 10                      | 0.6000                     | 45.8030  | 6.6200                       |
|                            | 0.04 ถึง 4                      | 0.5600                     | 45.7053  | 6.5400                       |
|                            | 0.02 ถึง 2                      | 0.5800                     | 45.6834  | 6.5090                       |
|                            | 0.01 ถึง 1                      | 0.5700                     | 45.6666  | 6.6390                       |
|                            | 0.006 ถึง 0.602                 | 0.5723                     | 45.6586  | 6.6800                       |

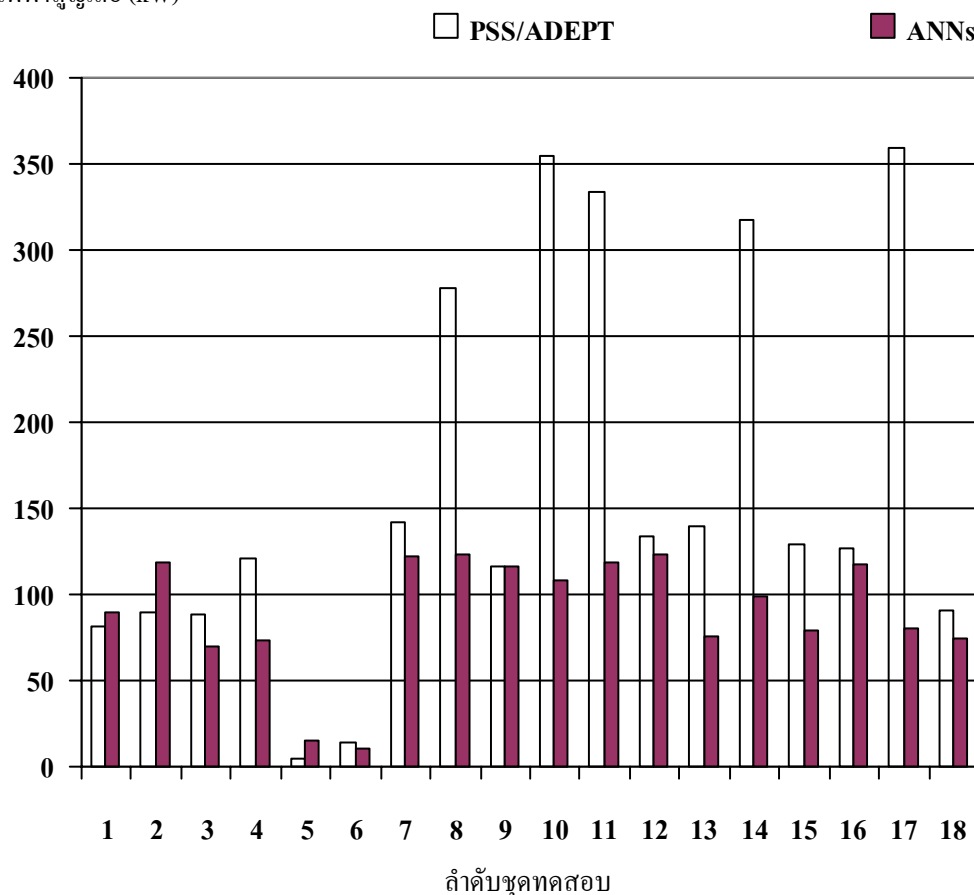
จากตารางที่ 5.22 จะได้ว่ารูปแบบของโครงข่ายเทียมที่มีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่น้อยที่สุดและยังใช้เวลาฝึกสอนที่น้อยที่สุดด้วยคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีสมการของฟังก์ชันการถ่ายโอนในชั้นซ่อนคือ  $a(n) = e^{-n^2}$  และมีการกระจายที่ดีที่สุดเท่ากับ 0.4050 โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบ เท่ากับ 45.6571 % และเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมมาวิเคราะห์โดยนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้จากโปรแกรมโหลดโพล์จะแสดงได้ตามตารางที่ 5.24 และนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.12

**ตารางที่ 5.24** ผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม PSS/ADEPT

| ชุด<br>ทดสอบ<br>ที่ | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>ANNs แบบ GRNN<br>(kW) | กำลังไฟฟ้าสูญเสีย<br>PSS/ADEPT<br>(kW) | ความคลาดเคลื่อน<br>(%) |
|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 90.106                                     | 81.298                                 | 10.83484               |
| 2                   | 118.279                                    | 89.639                                 | 31.95016               |
| 3                   | 69.650                                     | 87.932                                 | 20.79049               |
| 4                   | 73.758                                     | 120.720                                | 38.90158               |
| 5                   | 14.656                                     | 4.483                                  | 226.9602               |
| 6                   | 10.351                                     | 13.607                                 | 23.92583               |
| 7                   | 121.820                                    | 142.179                                | 14.31901               |
| 8                   | 123.102                                    | 278.280                                | 55.76343               |
| 9                   | 116.234                                    | 116.177                                | 0.048783               |
| 10                  | 108.106                                    | 355.115                                | 69.55754               |
| 11                  | 118.408                                    | 333.703                                | 64.51686               |
| 12                  | 122.976                                    | 134.254                                | 8.400279               |
| 13                  | 75.238                                     | 139.089                                | 45.90606               |
| 14                  | 99.044                                     | 317.050                                | 68.76062               |
| 15                  | 79.202                                     | 128.816                                | 38.51573               |
| 16                  | 117.800                                    | 126.363                                | 6.776809               |
| 17                  | 79.751                                     | 359.206                                | 77.79792               |
| 18                  | 74.688                                     | 91.196                                 | 18.10091               |



กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW)



รูปที่ 5.12 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของชุดทดสอบของ ANNs แบบ GRNN สำหรับสายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้าชลบุรี 1 โดยใช้ชุดฝึกสอน 32 ชุด ชุดทดสอบ 18 ชุด กับโปรแกรม PSS/ADEPT

จากตารางที่ 5.24 และรูปที่ 5.12 แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เป็นผลลัพธ์ของชุดทดสอบของโครงข่ายประสาทยูนิเวอร์ซัลมีค่าคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่หาจากโปรแกรม PSS/ADEPT โดยมีค่า MAPE ของชุดทดสอบเท่ากับ 45.6571 % ซึ่งมีค่าสูงมาก

### 5.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมหลายๆ รูปแบบเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายป้อนทั้ง 3 แบบนั้น จะสามารถนำผลการทดลองมาเขียนเป็นตารางสรุปผลการทดลองได้ตามตารางที่ 5.25

ตารางที่ 5.25 สรุปผลการทดลอง

| สายป้อน                             | จำนวนข้อมูล<br>ฝึกสอน | จำนวนข้อมูล<br>ทดสอบ | ชนิดของ<br>ANNs | MAPE ของ<br>ชุดทดสอบที่ดีที่สุด<br>(%) |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|----------------------------------------|
| สายป้อนที่ 6 สถานี<br>ไฟฟ้าระยอง 3  | 45                    | 20                   | BP              | 0.0679                                 |
|                                     | 35                    | 20                   | BP              | 0.1423                                 |
|                                     | 45                    | 20                   | GRNN            | 23.6908                                |
|                                     | 35                    | 20                   | GRNN            | 30.6115                                |
| สายป้อนที่ 4 สถานี<br>ไฟฟ้าชลบุรี 1 | 42                    | 18                   | BP              | 0.0739                                 |
|                                     | 32                    | 18                   | BP              | 0.3750                                 |
|                                     | 42                    | 18                   | GRNN            | 20.5541                                |
|                                     | 32                    | 18                   | GRNN            | 23.0201                                |
| สายป้อนที่ 8 สถานี<br>ไฟฟ้าชลบุรี 1 | 42                    | 18                   | BP              | 0.2136                                 |
|                                     | 32                    | 18                   | BP              | 0.3067                                 |
|                                     | 42                    | 18                   | GRNN            | 26.8915                                |
|                                     | 32                    | 18                   | GRNN            | 45.6571                                |

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าโครงข่ายชนิด GRNN จะใช้เวลาในการฝึกสอนที่น้อยกว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบ BP มาก แต่เมื่อดูจากตารางที่ 5.25 จะเห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมชนิด BP จะให้ค่า MAPE ของชุดทดสอบที่ดีกว่าการใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิด GRNN โดยโครงข่ายประสาทเทียมชนิด BP จะมีค่า MAPE ของชุดทดสอบที่ดีมากคือมีค่าต่ำกว่า 1% สำหรับสายป้อนทั้ง 3 สายป้อน ในขณะที่ MAPE ของชุดทดสอบของการใช้โครงข่ายชนิด GRNN จะมีค่าสูงมาก คือมีค่ามากกว่า 20 % ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทเทียมชนิด GRNN จะมีความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อเทียบกับผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทเทียมชนิด BP และเมื่อพิจารณาโครงข่ายประสาทเทียมชนิด BP ในการทดลองลดจำนวนชุดฝึกสอนลง โดยยังคงให้จำนวนชุดทดสอบเท่าเดิมจะทำให้ค่า MAPE ของชุดทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะมีความคลาดเคลื่อนไปจากการหาโดยโปรแกรม PSS/ADEPT มากขึ้น แต่ค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวก็ยังจะมีค่าที่ไม่สูงมากนักเนื่องจากค่า MAPE ของชุดทดสอบของโครงข่ายที่ถูกลดจำนวนชุดฝึกสอนลงยังคงมีค่าต่ำกว่า 1% เช่นเดียวกัน แต่ถ้ามองถึงเวลาที่ต้องสูญเสียไปในการเตรียมชุดฝึกสอนซึ่งต้องใช้นานมากแล้ว การลดจำนวนชุดฝึกสอนลงจะเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการดำเนินการได้ ดังนั้นการใช้ชุดฝึกสอนน้อยก็จะมีเหมาะสมมากกว่าการใช้ชุดฝึกสอนมาก

ดังนั้นจากการทดลองสรุปได้ว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความเหมาะสมในการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในงานวิจัยครั้งนี้ได้แก่โครงข่ายประสาทเทียมชนิด Feed Forward Neural Network with Back – Propagation Algorithm ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมชนิดนี้เมื่อผ่านกระบวนการฝึกสอนแล้วจะสามารถหาคำตอบที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยมากเมื่อเทียบกับการหาค่าโดยโปรแกรมโหลดโพล์ PSS/ADEPT โดยค่า MAPE ของชุดทดสอบจะมีขึ้นอยู่กัจำนวนชุดฝึกสอน ถ้าชุดฝึกสอนมีจำนวนมากขึ้นก็จะทำให้ค่า MAPE ของชุดทดสอบมีค่าน้อยลงเช่นกัน โดยตารางที่ 5.26 แสดงโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในแต่ละการทดสอบ

ตารางที่ 5.26 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในการทดสอบ

| รายการ                                    | สายป้อนที่ 6 สถานีไฟฟ้า<br>ระยอง 3       |                                          | สายป้อนที่ 4 สถานีไฟฟ้า<br>ชลบุรี 1      |                                          | สายป้อนที่ 8 สถานีไฟฟ้า<br>ชลบุรี 1      |                                          |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                           | 45 ชุด<br>ฝึกสอน<br>20 ชุด<br>ทดสอบ      | 35 ชุด<br>ฝึกสอน<br>20 ชุด<br>ทดสอบ      | 42 ชุด<br>ฝึกสอน<br>18 ชุด<br>ทดสอบ      | 32 ชุด<br>ฝึกสอน<br>18 ชุด<br>ทดสอบ      | 42 ชุด<br>ฝึกสอน<br>18 ชุด<br>ทดสอบ      | 32 ชุด<br>ฝึกสอน<br>18 ชุด<br>ทดสอบ      |
| ชนิด<br>โครงข่าย<br>ประสาท<br>เทียม       | Back<br>Propagation<br>Neural<br>Network | Back<br>Propagation<br>Neural<br>Network | Back<br>Propagation<br>Neural<br>Network | Back<br>Propagation<br>Neural<br>Network | Back<br>Propagation<br>Neural<br>Network | Back<br>Propagation<br>Neural<br>Network |
| จำนวน<br>นิวรอนใน<br>ชั้นซ่อนที่ 1        | 4                                        | 3                                        | 5                                        | 4                                        | 3                                        | 3                                        |
| จำนวน<br>นิวรอนใน<br>ชั้นซ่อนที่ 2        | 3                                        | 1                                        | 4                                        | 2                                        | 1                                        | 1                                        |
| ฟังก์ชันการ<br>ถ่ายโอนใน<br>ชั้นซ่อนที่ 1 | tan-sigmoid                              | log-sigmoid                              | log-sigmoid                              | log-sigmoid                              | tan-sigmoid                              | log-sigmoid                              |
| ฟังก์ชันการ<br>ถ่ายโอนใน<br>ชั้นซ่อนที่ 2 | log-sigmoid                              | log-sigmoid                              | log-sigmoid                              | tan-sigmoid                              | tan-sigmoid                              | tan-sigmoid                              |
| ฟังก์ชันการ<br>ถ่ายโอนใน<br>ชั้นเอาต์พุต  | linear                                   | linear                                   | linear                                   | linear                                   | linear                                   | linear                                   |

