

บทที่ 4

การทดลองและ ผลการทดลอง

ในส่วนของการทดลองของวิจัยเรื่องการใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายปริมาณ PM2.5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ PM2.5 เพื่อทำนายปริมาณ PM2.5 ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย จุดน้ำค้างเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ย ความเร็วลมเฉลี่ย วันที่ และเดือน

ในการทดสอบค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยการกำหนดโหนดใน Hidden layer ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบด้วยการกำหนดโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนชั้นใน Hidden layer 1 ถึง 4 โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ภาษา Python ไลบรารีที่ใช้ Keras โดยแบ่งข้อมูล 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในการฝึกฝนและ 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในการทดสอบ เพื่อพยากรณ์ปริมาณ PM2.5 โดยการเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่ได้จากค่าพยากรณ์ที่เปรียบเทียบกับค่าจริง เพื่อหาแบบจำลองที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด เป็นแบบจำลองในการพยากรณ์ต่อไป

ในการทดสอบเพื่อพยากรณ์ปริมาณ PM2.5 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพยากรณ์ปริมาณ PM2.5 เช่น Temperature คืออุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน Dew Point คือจุดน้ำค้างเฉลี่ยของแต่ละวัน Humidity คือความชื้นเฉลี่ยของแต่ละวัน Wind Seed คือความเร็วลมเฉลี่ยของแต่ละวัน day คือวันที่บันทึกข้อมูล และ month คือเดือนที่บันทึกข้อมูล

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลปัจจัยในการพยากรณ์

| No. | Temperature | Dew Point | Humidity | Wind Speed | day | month |
|-----|-------------|-----------|----------|------------|-----|-------|
| 1 | 23.1 | 16.9 | 71 | 5.7 | 3 | 3 |
| 2 | 24.4 | 17.1 | 67.8 | 14.6 | 4 | 3 |
| 3 | 22.8 | 15.5 | 63.6 | 6 | 5 | 3 |
| 4 | 24.8 | 17.4 | 66.7 | 4 | 6 | 3 |
| 5 | 25.1 | 17.1 | 65.8 | 6.2 | 7 | 3 |
| 6 | 26.2 | 18.2 | 64.6 | 5.1 | 8 | 3 |
| 7 | 26.6 | 17.4 | 61.2 | 6.2 | 9 | 3 |

ตารางที่ 4.1 ต่อ

| No. | Temperature | Dew Point | Humidity | Wind Speed | day | month |
|-----|-------------|-----------|----------|------------|-----|-------|
| 8 | 25.9 | 17.3 | 61.4 | 4.5 | 10 | 3 |
| 9 | 24.9 | 17.3 | 61.1 | 5.3 | 11 | 3 |
| 10 | 22.8 | 15.6 | 43.5 | 5.4 | 12 | 3 |
| 11 | 27.4 | 19.3 | 63.9 | 14.5 | 13 | 3 |
| 12 | 26.2 | 18.6 | 65.4 | 5.4 | 14 | 3 |
| 13 | 27.3 | 19.8 | 66.4 | 5 | 15 | 3 |
| 14 | 28.1 | 18.7 | 60.5 | 5.2 | 16 | 3 |
| 15 | 28.7 | 17.9 | 51.4 | 7.4 | 17 | 3 |
| 16 | 25.7 | 16.2 | 60 | 5.1 | 18 | 3 |
| 17 | 26.4 | 17.9 | 63.2 | 4.8 | 19 | 3 |
| 18 | 26.8 | 17.2 | 59.3 | 5 | 20 | 3 |
| 19 | 27.9 | 17.3 | 57.4 | 7.5 | 21 | 3 |
| 20 | 28.8 | 18.2 | 55.6 | 4.8 | 22 | 3 |
| 21 | 28.9 | 17.9 | 54.6 | 5.1 | 23 | 3 |
| 22 | 25.8 | 17.6 | 63.8 | 4.6 | 24 | 3 |
| 23 | 24.9 | 18.1 | 66.9 | 13.2 | 25 | 3 |
| 24 | 26.7 | 18.6 | 62.6 | 6.9 | 26 | 3 |
| 25 | 25.6 | 18.3 | 61.1 | 6.8 | 27 | 3 |
| 26 | 26.7 | 19.2 | 65.1 | 6.9 | 28 | 3 |
| 27 | 28.2 | 16.6 | 52.9 | 8.1 | 29 | 3 |
| 28 | 25.9 | 18.1 | 64.3 | 4 | 30 | 3 |

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยการนำข้อมูลจากตารางที่ 4.1 ไปทดสอบในโปรแกรมที่เตรียมไว้ก็จะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดจำนวนชั้นซ่อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 200 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 1 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 200 รอบ การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

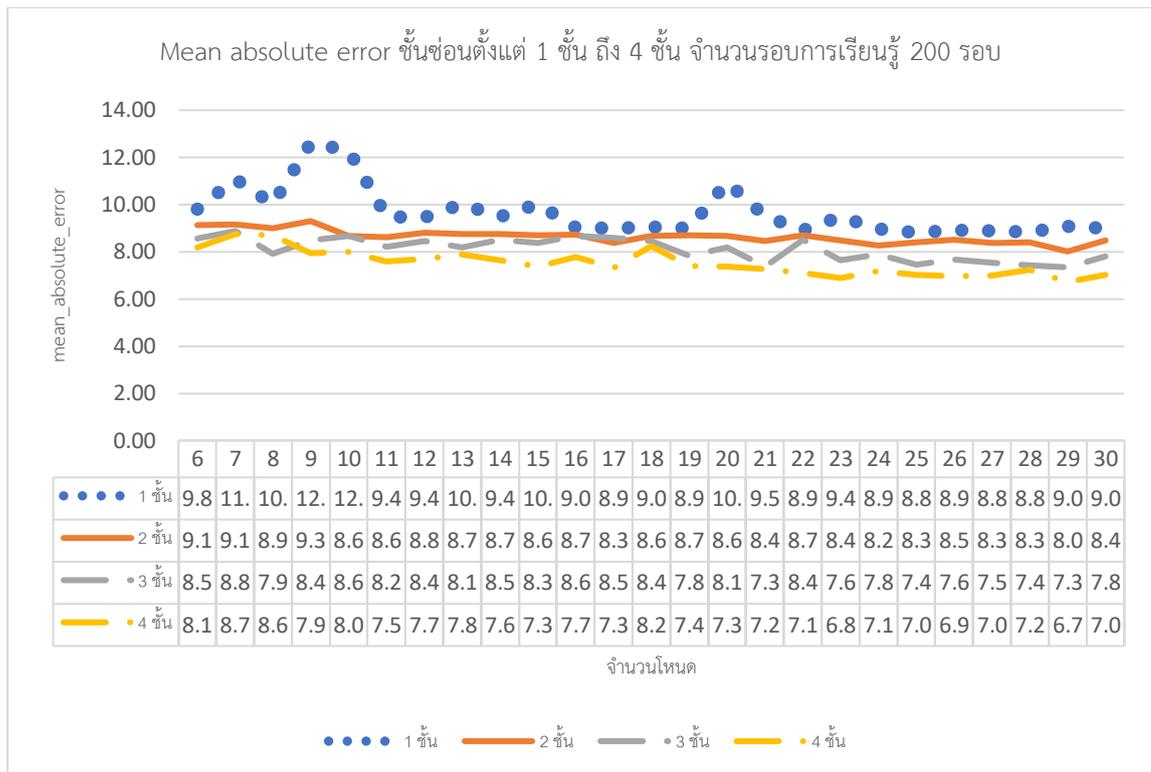
ตารางที่ 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 200 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 200 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 6 | 9.80 | 9.12 | 8.56 | 8.18 |
| 7 | 11.08 | 9.17 | 8.88 | 8.75 |
| 8 | 10.03 | 8.99 | 7.91 | 8.69 |
| 9 | 12.60 | 9.30 | 8.48 | 7.93 |
| 10 | 12.30 | 8.67 | 8.68 | 8.00 |
| 11 | 9.49 | 8.60 | 8.22 | 7.58 |
| 12 | 9.44 | 8.80 | 8.46 | 7.70 |
| 13 | 10.01 | 8.75 | 8.19 | 7.89 |
| 14 | 9.49 | 8.75 | 8.51 | 7.65 |
| 15 | 10.02 | 8.68 | 8.37 | 7.37 |
| 16 | 9.02 | 8.71 | 8.68 | 7.79 |
| 17 | 8.99 | 8.38 | 8.58 | 7.31 |
| 18 | 9.04 | 8.67 | 8.46 | 8.23 |
| 19 | 8.99 | 8.70 | 7.83 | 7.40 |
| 20 | 10.94 | 8.67 | 8.19 | 7.36 |
| 21 | 9.50 | 8.47 | 7.38 | 7.28 |

ตารางที่ 4.2 ต่อ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 200 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 22 | 8.91 | 8.71 | 8.49 | 7.10 |
| 23 | 9.47 | 8.48 | 7.64 | 6.88 |
| 24 | 8.97 | 8.27 | 7.88 | 7.18 |
| 25 | 8.81 | 8.39 | 7.45 | 7.03 |
| 26 | 8.93 | 8.52 | 7.67 | 6.98 |
| 27 | 8.89 | 8.36 | 7.53 | 7.00 |
| 28 | 8.84 | 8.39 | 7.43 | 7.24 |
| 29 | 9.09 | 8.01 | 7.34 | 6.72 |
| 30 | 9.00 | 8.48 | 7.81 | 7.03 |

จากตารางที่ 4.2 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 200 เพื่อคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 29 โหนด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 6.72



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 200 รอบ

จากภาพที่ 4.1 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 200 รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 4 ชั้น

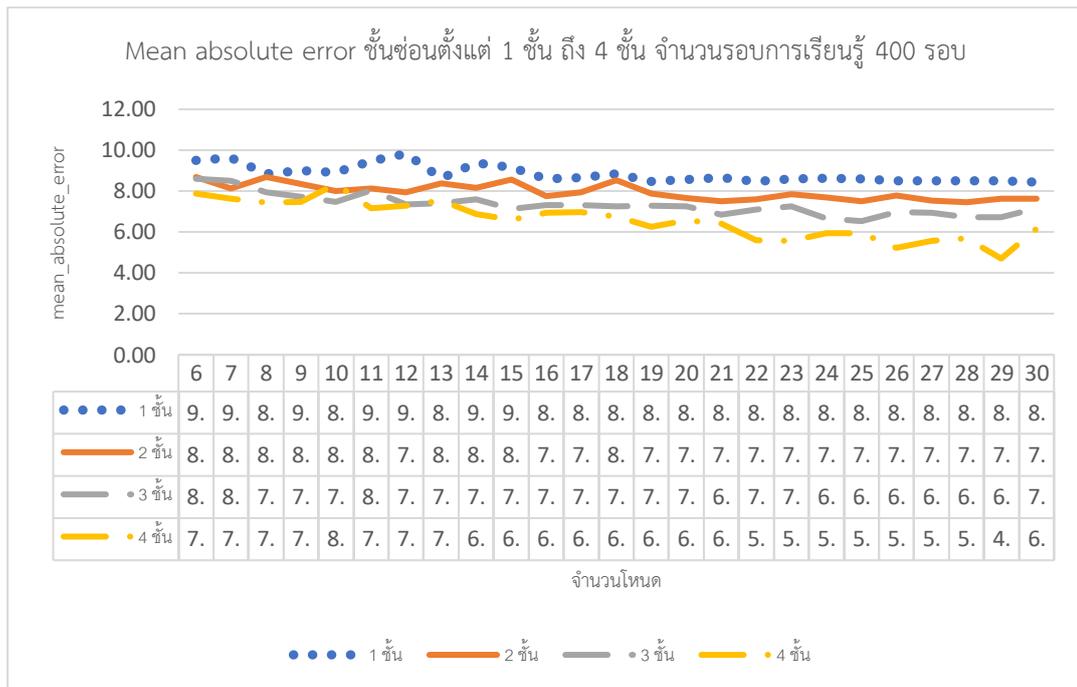
4.2 การทดลองที่ 2 กำหนดจำนวนชั้นช้อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 400 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 2 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 400 การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 400 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 400 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นช้อน 1 ชั้น | ชั้นช้อน 2 ชั้น | ชั้นช้อน 3 ชั้น | ชั้นช้อน 4 ชั้น |
| 6 | 9.50 | 8.69 | 8.60 | 7.87 |
| 7 | 9.62 | 8.14 | 8.51 | 7.62 |
| 8 | 8.85 | 8.69 | 7.95 | 7.44 |
| 9 | 9.00 | 8.35 | 7.72 | 7.48 |
| 10 | 8.92 | 8.00 | 7.46 | 8.35 |
| 11 | 9.46 | 8.13 | 8.03 | 7.16 |
| 12 | 9.83 | 7.94 | 7.35 | 7.30 |
| 13 | 8.62 | 8.38 | 7.41 | 7.53 |
| 14 | 9.37 | 8.17 | 7.61 | 6.87 |
| 15 | 9.17 | 8.55 | 7.12 | 6.59 |
| 16 | 8.61 | 7.74 | 7.31 | 6.94 |
| 17 | 8.67 | 7.95 | 7.33 | 6.96 |
| 18 | 8.85 | 8.55 | 7.26 | 6.76 |
| 19 | 8.48 | 7.89 | 7.30 | 6.25 |
| 20 | 8.57 | 7.67 | 7.24 | 6.57 |
| 21 | 8.67 | 7.50 | 6.85 | 6.42 |
| 22 | 7.60 | 7.10 | 5.59 | 8.47 |
| 23 | 8.60 | 7.86 | 7.25 | 5.57 |
| 24 | 8.64 | 7.70 | 6.67 | 5.96 |
| 25 | 8.59 | 7.51 | 6.54 | 5.95 |
| 26 | 8.52 | 7.78 | 6.97 | 5.22 |
| 27 | 8.52 | 7.54 | 6.96 | 5.57 |
| 28 | 8.51 | 7.46 | 6.72 | 5.70 |
| 29 | 8.52 | 7.63 | 6.73 | 4.70 |
| 30 | 8.44 | 7.65 | 7.16 | 6.16 |

จากตารางที่ 4.3 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวน โหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 400 เพื่อคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 29 โหนด มีค่าความ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 4.70



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวน โหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 400 รอบ

จากภาพที่ 4.2 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน ตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 400 รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของ จำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น

4.3 การทดลองที่ 3 กำหนดจำนวนชั้นซ่อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 600 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอน ทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการ

ทดลองที่ 3 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นซ้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 600 การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.4

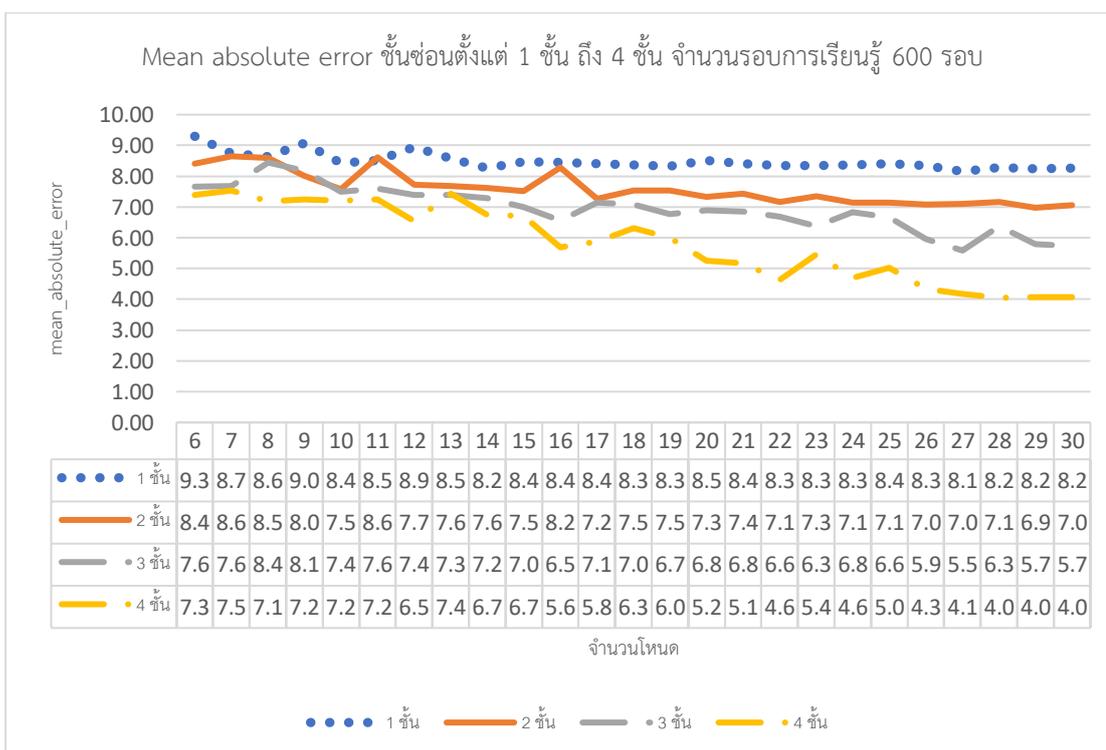
ตารางที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 600 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 600 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ้อน 1 ชั้น | ชั้นซ้อน 2 ชั้น | ชั้นซ้อน 3 ชั้น | ชั้นซ้อน 4 ชั้น |
| 6 | 9.30 | 8.42 | 7.65 | 7.38 |
| 7 | 8.74 | 8.65 | 7.69 | 7.53 |
| 8 | 8.63 | 8.59 | 8.44 | 7.19 |
| 9 | 9.07 | 8.00 | 8.18 | 7.25 |
| 10 | 8.43 | 7.58 | 7.49 | 7.21 |
| 11 | 8.52 | 8.62 | 7.60 | 7.25 |
| 12 | 8.95 | 7.71 | 7.40 | 6.53 |
| 13 | 8.58 | 7.69 | 7.38 | 7.42 |
| 14 | 8.26 | 7.63 | 7.28 | 6.75 |
| 15 | 8.47 | 7.51 | 7.00 | 6.71 |
| 16 | 8.45 | 8.28 | 6.57 | 5.68 |
| 17 | 8.40 | 7.26 | 7.14 | 5.88 |
| 18 | 8.37 | 7.53 | 7.08 | 6.31 |
| 19 | 8.32 | 7.53 | 6.77 | 6.01 |
| 20 | 8.51 | 7.33 | 6.89 | 5.26 |
| 21 | 8.40 | 7.43 | 6.85 | 5.16 |
| 22 | 8.35 | 7.16 | 6.68 | 4.64 |
| 23 | 8.35 | 7.35 | 6.38 | 5.46 |
| 24 | 8.36 | 7.13 | 6.84 | 4.69 |
| 25 | 8.40 | 7.13 | 6.66 | 5.03 |
| 26 | 8.35 | 7.08 | 5.96 | 4.35 |

ตารางที่ 4.4 ต่อ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 600 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 27 | 8.15 | 7.09 | 5.58 | 4.17 |
| 28 | 8.29 | 7.17 | 6.37 | 4.05 |
| 29 | 8.24 | 6.98 | 5.79 | 4.07 |
| 30 | 8.27 | 7.07 | 5.73 | 4.07 |

จากตารางที่ 4.4 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 600 เพื่อคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 28 โหนด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 4.05



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 600 รอบ

จากภาพที่ 4.3 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 600

รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ้อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ้อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ้อน 4 ชั้น

4.4 การทดลองที่ 4 กำหนดจำนวนชั้นซ้อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 800 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 4 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นซ้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 800 การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.5

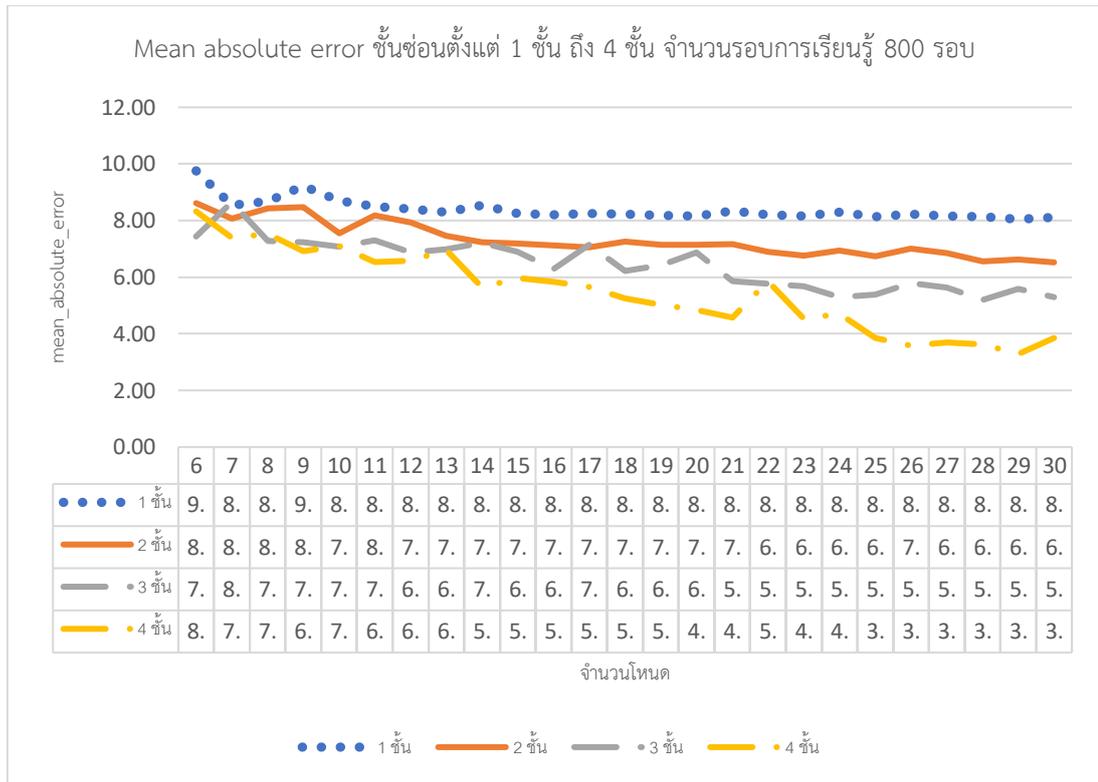
ตารางที่ 4.5 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 800 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 800 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ้อน 1 ชั้น | ชั้นซ้อน 2 ชั้น | ชั้นซ้อน 3 ชั้น | ชั้นซ้อน 4 ชั้น |
| 6 | 9.76 | 8.62 | 7.45 | 8.32 |
| 7 | 8.55 | 8.07 | 8.65 | 7.40 |
| 8 | 8.68 | 8.43 | 7.29 | 7.54 |
| 9 | 9.22 | 8.48 | 7.23 | 6.92 |
| 10 | 8.70 | 7.55 | 7.07 | 7.11 |
| 11 | 8.50 | 8.17 | 7.30 | 6.54 |
| 12 | 8.40 | 7.93 | 6.86 | 6.57 |
| 13 | 8.30 | 7.46 | 6.98 | 6.96 |
| 14 | 8.53 | 7.23 | 7.22 | 5.64 |
| 15 | 8.25 | 7.19 | 6.90 | 5.96 |
| 16 | 8.20 | 7.13 | 6.29 | 5.83 |
| 17 | 8.25 | 7.05 | 7.14 | 5.67 |
| 18 | 8.22 | 7.26 | 6.22 | 5.25 |
| 19 | 8.18 | 7.14 | 6.41 | 5.02 |
| 20 | 8.15 | 7.15 | 6.87 | 4.83 |

ตารางที่ 4.5 ต่อ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 800 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 21 | 8.33 | 7.18 | 5.86 | 4.57 |
| 22 | 8.19 | 6.91 | 5.78 | 5.87 |
| 23 | 8.17 | 6.77 | 5.67 | 4.53 |
| 24 | 8.30 | 6.94 | 5.30 | 4.72 |
| 25 | 8.14 | 6.74 | 5.39 | 3.85 |
| 26 | 8.22 | 7.01 | 5.80 | 3.58 |
| 27 | 8.17 | 6.86 | 5.63 | 3.69 |
| 28 | 8.13 | 6.57 | 5.20 | 3.64 |
| 29 | 8.05 | 6.64 | 5.58 | 3.28 |
| 30 | 8.11 | 6.52 | 5.29 | 3.84 |

จากตารางที่ 4.5 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 800 เพื่อคำนวณหาความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 29 โหนด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 3.28



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 800 รอบ

จากภาพที่ 4.4 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 800 รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 4 ชั้น

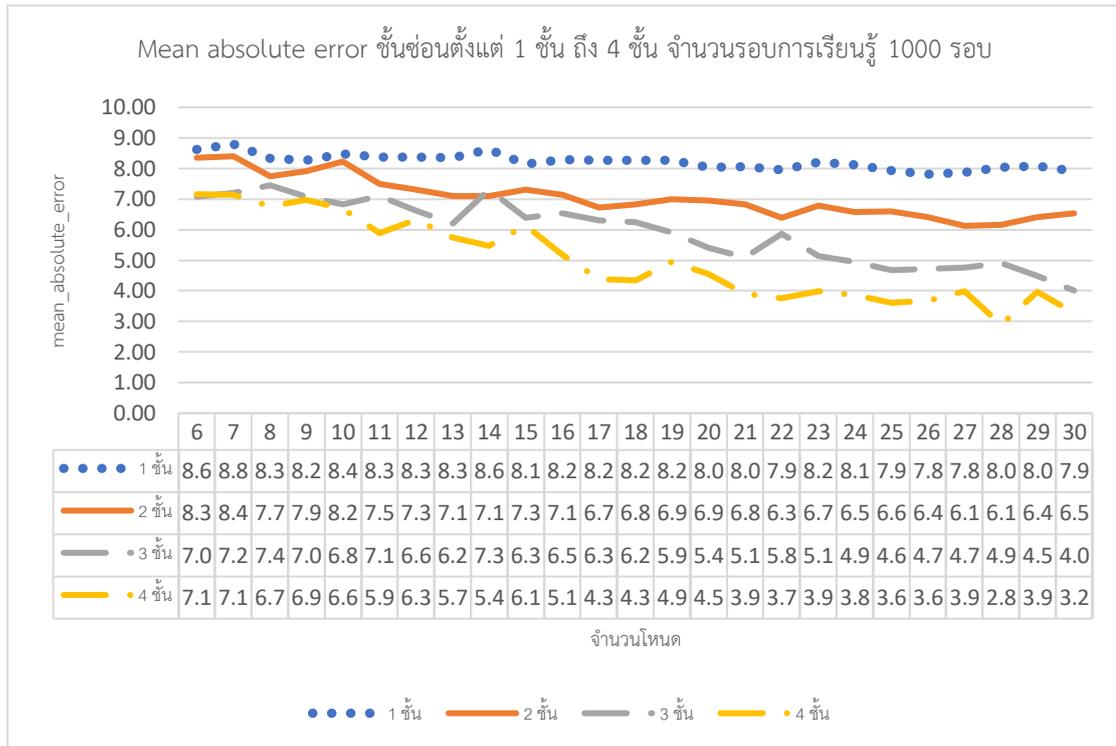
4.5 การทดลองที่ 5 กำหนดจำนวนชั้นช้อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1000 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 5 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1000 การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1000 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 1000 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 6 | 8.63 | 8.34 | 7.07 | 7.16 |
| 7 | 8.80 | 8.40 | 7.20 | 7.15 |
| 8 | 8.33 | 7.75 | 7.45 | 6.76 |
| 9 | 8.28 | 7.91 | 7.07 | 6.96 |
| 10 | 8.47 | 8.23 | 6.83 | 6.69 |
| 11 | 8.38 | 7.50 | 7.10 | 5.90 |
| 12 | 8.37 | 7.30 | 6.62 | 6.33 |
| 13 | 8.34 | 7.11 | 6.20 | 5.75 |
| 14 | 8.62 | 7.11 | 7.31 | 5.47 |
| 15 | 8.13 | 7.30 | 6.39 | 6.13 |
| 16 | 8.29 | 7.14 | 6.54 | 5.19 |
| 17 | 8.26 | 6.72 | 6.30 | 4.38 |
| 18 | 8.27 | 6.84 | 6.25 | 4.33 |
| 19 | 8.27 | 6.99 | 5.91 | 4.95 |
| 20 | 8.05 | 6.96 | 5.40 | 4.56 |
| 21 | 8.06 | 6.83 | 5.10 | 3.91 |
| 22 | 7.95 | 6.39 | 5.87 | 3.75 |
| 23 | 8.20 | 6.78 | 5.15 | 3.98 |
| 24 | 8.11 | 6.58 | 4.94 | 3.86 |
| 25 | 7.94 | 6.61 | 4.68 | 3.61 |
| 26 | 7.81 | 6.41 | 4.73 | 3.68 |
| 27 | 7.87 | 6.12 | 4.76 | 3.98 |
| 28 | 8.04 | 6.16 | 4.91 | 2.89 |
| 29 | 8.09 | 6.40 | 4.50 | 3.96 |
| 30 | 7.91 | 6.53 | 4.01 | 3.27 |

จากตารางที่ 4.6 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวน โหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1000 รอบ เพื่อคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 28 โหนด มีค่าความ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 2.89



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวน โหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1000 รอบ

จากภาพที่ 4.5 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน ตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 1000 รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของ จำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น

4.6 การทดลองที่ 6 กำหนดจำนวนชั้นซ่อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1200 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 6 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1200 การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

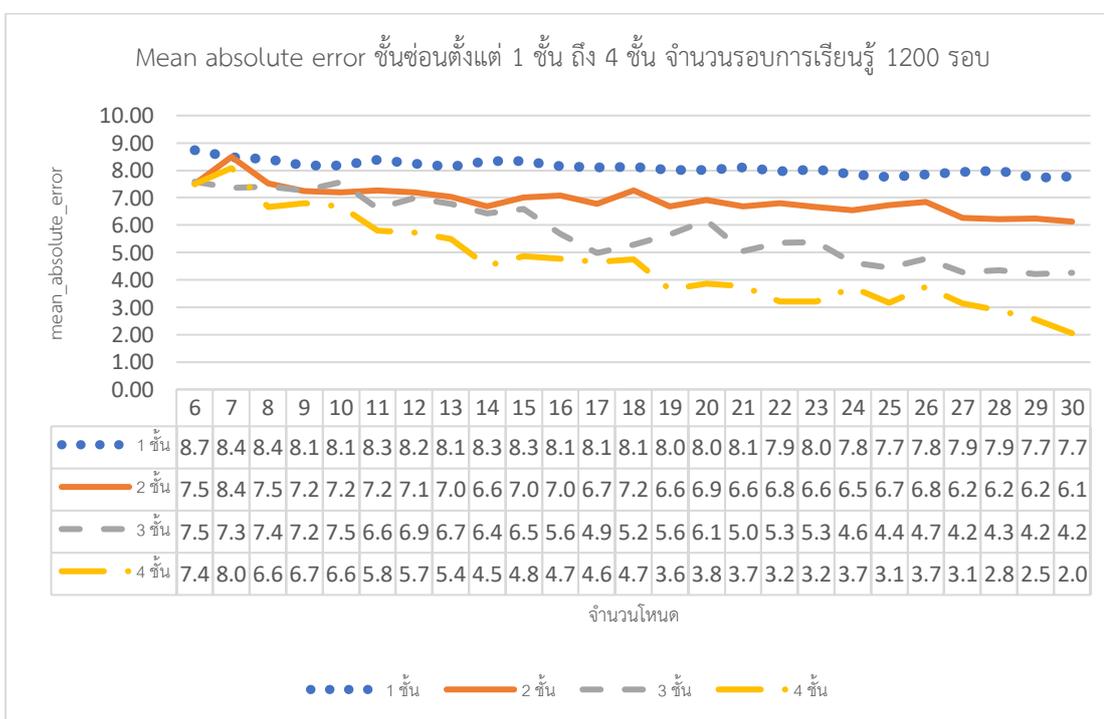
ตารางที่ 4.7 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1200 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 1200 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 6 | 8.74 | 7.51 | 7.58 | 7.49 |
| 7 | 8.48 | 8.49 | 7.36 | 8.08 |
| 8 | 8.42 | 7.51 | 7.41 | 6.65 |
| 9 | 8.17 | 7.25 | 7.26 | 6.79 |
| 10 | 8.17 | 7.21 | 7.57 | 6.68 |
| 11 | 8.38 | 7.26 | 6.62 | 5.80 |
| 12 | 8.24 | 7.19 | 6.98 | 5.74 |
| 13 | 8.14 | 7.04 | 6.78 | 5.49 |
| 14 | 8.34 | 6.67 | 6.43 | 4.52 |
| 15 | 8.35 | 7.00 | 6.59 | 4.87 |
| 16 | 8.15 | 7.07 | 5.69 | 4.78 |
| 17 | 8.10 | 6.78 | 4.98 | 4.66 |
| 18 | 8.12 | 7.27 | 5.28 | 4.75 |
| 19 | 8.00 | 6.68 | 5.67 | 3.66 |
| 20 | 8.02 | 6.91 | 6.17 | 3.87 |
| 21 | 8.11 | 6.69 | 5.05 | 3.78 |
| 22 | 7.97 | 6.81 | 5.35 | 3.21 |
| 23 | 8.03 | 6.66 | 5.38 | 3.20 |
| 24 | 7.85 | 6.54 | 4.62 | 3.72 |

ตารางที่ 4.7 ต่อ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 1200 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 25 | 7.76 | 6.74 | 4.44 | 3.16 |
| 26 | 7.84 | 6.85 | 4.77 | 3.75 |
| 27 | 7.95 | 6.27 | 4.27 | 3.14 |
| 28 | 7.98 | 6.22 | 4.35 | 2.89 |
| 29 | 7.73 | 6.23 | 4.21 | 2.56 |
| 30 | 7.78 | 6.13 | 4.26 | 2.05 |

จากตารางที่ 4.7 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1200 รอบ เพื่อคำนวณหาความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 30 โหนด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 2.05



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1200 รอบ

จากภาพที่ 4.6 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน ตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 1200 รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 4 ชั้น

4.7 การทดลองที่ 7 กำหนดจำนวนชั้นช้อน 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1400 รอบ

จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 7 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1400 การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.8

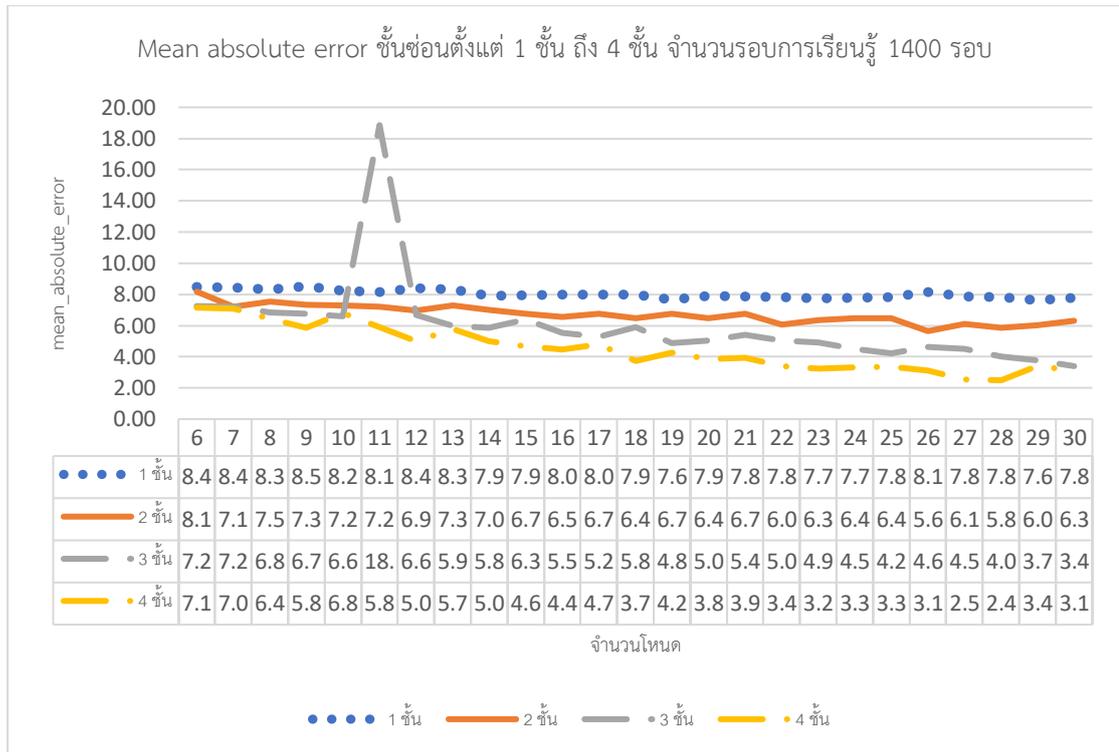
ตารางที่ 4.8 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1400 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นช้อน 1 ชั้น | ชั้นช้อน 2 ชั้น | ชั้นช้อน 3 ชั้น | ชั้นช้อน 4 ชั้น |
| 6 | 8.49 | 8.18 | 7.25 | 7.15 |
| 7 | 8.43 | 7.19 | 7.22 | 7.08 |
| 8 | 8.34 | 7.53 | 6.84 | 6.42 |
| 9 | 8.52 | 7.34 | 6.77 | 5.86 |
| 10 | 8.24 | 7.29 | 6.60 | 6.81 |
| 11 | 8.15 | 7.21 | 18.86 | 5.89 |
| 12 | 8.40 | 6.98 | 6.66 | 5.02 |
| 13 | 8.32 | 7.31 | 5.99 | 5.76 |
| 14 | 7.92 | 7.00 | 5.86 | 5.02 |
| 15 | 7.96 | 6.74 | 6.37 | 4.68 |
| 16 | 8.01 | 6.54 | 5.52 | 4.46 |
| 17 | 8.00 | 6.76 | 5.28 | 4.78 |

ตารางที่ 4.8 ต่อ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ (Mean Absolute Error) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| จำนวนโหนด | ชั้นซ่อน 1 ชั้น | ชั้นซ่อน 2 ชั้น | ชั้นซ่อน 3 ชั้น | ชั้นซ่อน 4 ชั้น |
| 18 | 7.98 | 6.48 | 5.88 | 3.75 |
| 19 | 7.67 | 6.74 | 4.89 | 4.25 |
| 20 | 7.90 | 6.46 | 5.05 | 3.86 |
| 21 | 7.88 | 6.75 | 5.40 | 3.92 |
| 22 | 7.83 | 6.05 | 5.03 | 3.42 |
| 23 | 7.75 | 6.33 | 4.94 | 3.25 |
| 24 | 7.77 | 6.49 | 4.51 | 3.31 |
| 25 | 7.82 | 6.49 | 4.23 | 3.37 |
| 26 | 8.13 | 5.65 | 4.64 | 3.11 |
| 27 | 7.86 | 6.12 | 4.52 | 2.55 |
| 28 | 7.81 | 5.84 | 4.03 | 2.49 |
| 29 | 7.63 | 6.03 | 3.77 | 3.42 |
| 30 | 7.80 | 6.30 | 3.40 | 3.12 |

จากตารางที่ 4.8 ได้ผลการทดลองโดยการกำหนดจำนวนชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1400 เพื่อคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวน 28 โหนด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 2.49



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนด จำนวนรอบในการเรียนรู้ 1400 รอบ

จากภาพที่ 4.7 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อนตั้งแต่ 1 ชั้นถึง 4 ชั้น จำนวนโหนดตั้งแต่ 6 ถึง 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น จำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ โดยเส้นประสีฟ้าคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 1 ชั้น เส้นทึบสีส้มคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 2 ชั้น เส้นประสีเทาคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 3 ชั้น เส้นประสีเหลืองคือค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นช้อน 4 ชั้น

4.8 การทดลองที่ 8 กำหนดจำนวนชั้นช้อน 2 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นช้อนชั้นที่ 1 มี จำนวน 6 โหนด จำนวนชั้นช้อนที่ 2 มีจำนวนโหนด 7 ถึง จำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ จำนวนชั้นช้อนที่ 2 มีจำนวนโหนด 6 เท่ากัน เพื่อดูว่าจำนวนโหนดในแต่ละชั้นไม่เท่ากันมีผลกระทบต่อโมเดลหรือไม่

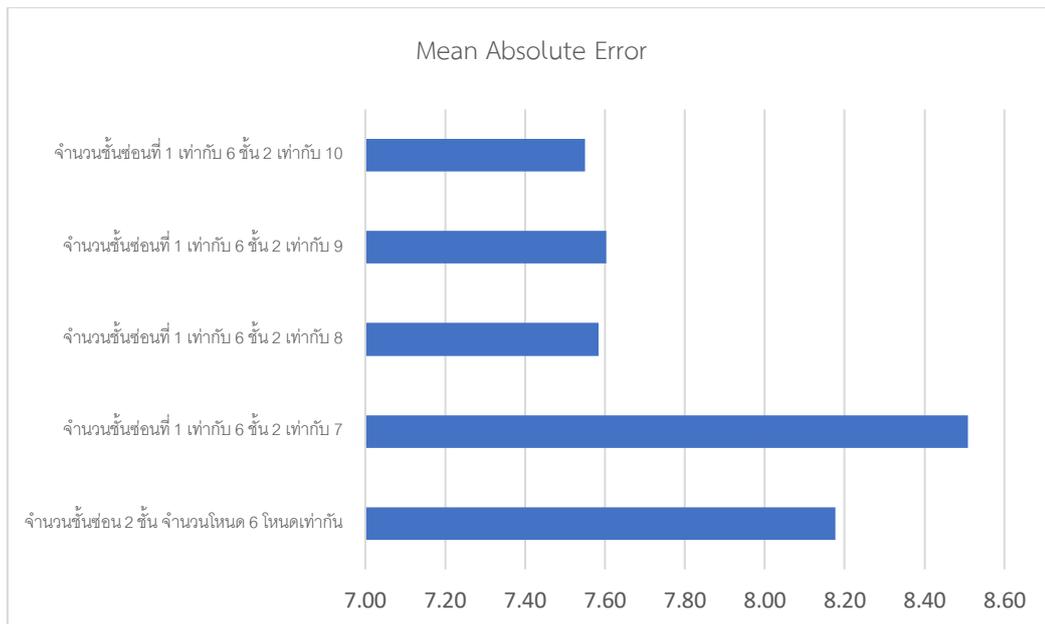
จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยผลการทดลองที่ 8 จะทำการกำหนดจำนวนชั้นช้อน 2 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นช้อนชั้นที่ 1 มี จำนวน 6 โหนด

จำนวนชั้นซ้อนที่ 2 มีจำนวนโหนด 7 ถึง จำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ จำนวนชั้นซ้อนที่ 2 มีจำนวนโหนด 6 เท่ากัน เพื่อดูว่าจำนวนโหนดในแต่ละชั้นไม่เท่ากันมีผลกระทบต่อโมเดลหรือไม่ การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น จำนวนโหนด 6 เท่ากัน และ จำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น จำนวนโหนดชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้น 2 มีตั้งแต่ 7 ถึง 10 โหนด จำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ

| ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error) | | | | |
|--|---|---|---|--|
| จำนวนชั้นซ้อน 6 เท่ากัน 2 ชั้น | จำนวนชั้นซ้อนที่ 1 เท่ากับ 6 ชั้น 2 เท่า 7 | จำนวนชั้นซ้อนที่ 1 เท่ากับ 6 ชั้น 2 เท่า 8 | จำนวนชั้นซ้อนที่ 1 เท่ากับ 6 ชั้น 2 เท่า 9 | จำนวนชั้นซ้อนที่ 1 เท่ากับ 6 ชั้น 2 เท่า 10 |
| 8.18 | 8.50 | 7.58 | 7.60 | 7.55 |

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น ชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้นที่ 2 มี 7 โหนด มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ 8.50 ไม่ห่างจากที่มีจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น จำนวนโหนด 6 โหนดเท่ากัน 2 ชั้น พอมาเป็นจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น ชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้นที่ 2 มี 8 โหนด จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ 7.58 ห่างจากที่มีจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น จำนวนโหนด 6 โหนดเท่ากัน 2 ชั้น 0.6 แต่พอจำนวนชั้นซ้อน 2 ชั้น ชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้นที่ 2 มี 9 โหนด และ 10 โหนด ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ 7.60 และ 7.55 ซึ่งไม่ต่างกับที่ ชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้นที่ 2 มี 8 โหนด มากนัก ผู้วิจัยจึงไม่ได้ทำการทดลองต่อเพราะว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่ต่างกันมากเกินไป



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น จำนวนโหนด 6 เท่ากัน และ จำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น จำนวนโหนดชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้น 2 มีตั้งแต่ 7 ถึง 10 โหนด จำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ

จากภาพที่ 4.8 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของจำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น จำนวนโหนด 6 เท่ากัน และ จำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น จำนวนโหนดชั้นที่ 1 มี 6 โหนด ชั้น 2 มีตั้งแต่ 7 ถึง 10 โหนด จำนวนรอบการเรียนรู้ 1400 รอบ เท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบว่าจำนวนโหนดไม่เท่ากันในแต่ละชั้นมีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของโมเดลหรือไม่

4.9 การทดลองที่ 9 ใช้ mlpregressor ค่าตั้งต้นว่าดีกว่าการกำหนดจำนวนโหนดและชั้นเองหรือไม่ โดยจำนวนรอบการเรียนรู้ 200 ถึง 1400 รอบ

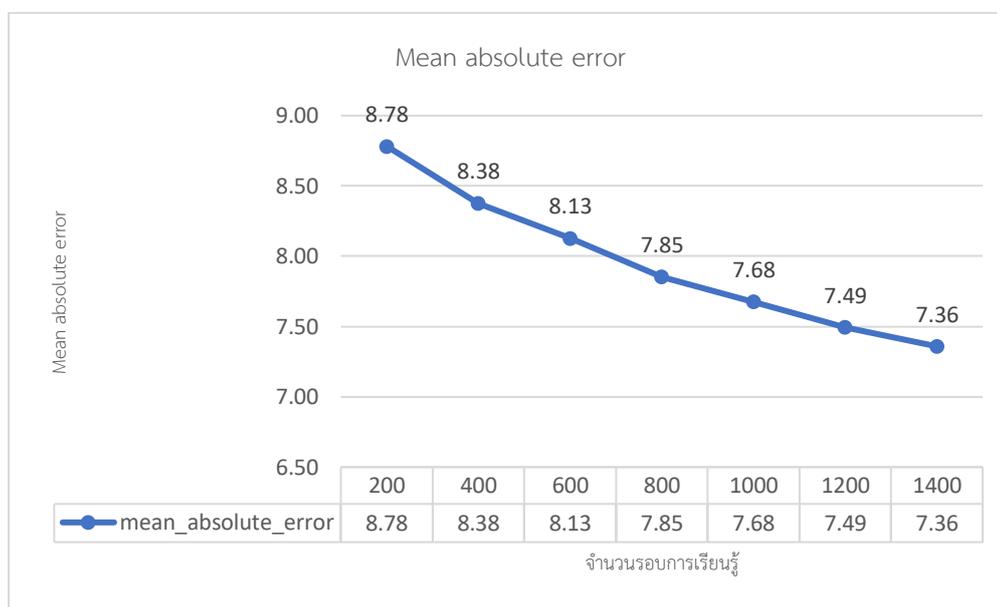
จากการทดลองโดยนำค่าในตารางที่ 4.1 ในการทดสอบจึงได้ผลของค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยตอนทดลองโมเดล จากนั้นสรุปหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุดให้แบบจำลอง โดยใช้ค่าตั้งต้นของ mlpregressor มีเปลี่ยนแปลงแค่จำนวนรอบการเรียนรู้เท่านั้น ค่าตั้งต้นมีค่าตามนี้ (hidden_layer_sizes=(100,),activation='relu',*,solver='adam',alpha=0.0001,batch_size='auto', learning_rate='constant', learning_rate_init=0.001, power_t=0.5, max_iter=200, shuffle=True,random_state=None,tol=0.0001,verbose=False,warm_start=False,momentum=0.9, nesterovs_momentum=True, early_stopping=False, validation_fraction=0.1,

beta_1=0.9, beta_2=0.999, epsilon=1e-08, n_iter_no_change=10, max_fun=15000) การทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 mlpregressor ค่าตั้งต้นจำนวนรอบการเรียนรู้ 200 ถึง 1400 รอบ

| จำนวนรอบการเรียนรู้ | Mean Absolute Error |
|---------------------|---------------------|
| 200 | 8.78 |
| 400 | 8.38 |
| 600 | 8.13 |
| 800 | 7.85 |
| 1000 | 7.68 |
| 1200 | 7.49 |
| 1400 | 7.36 |

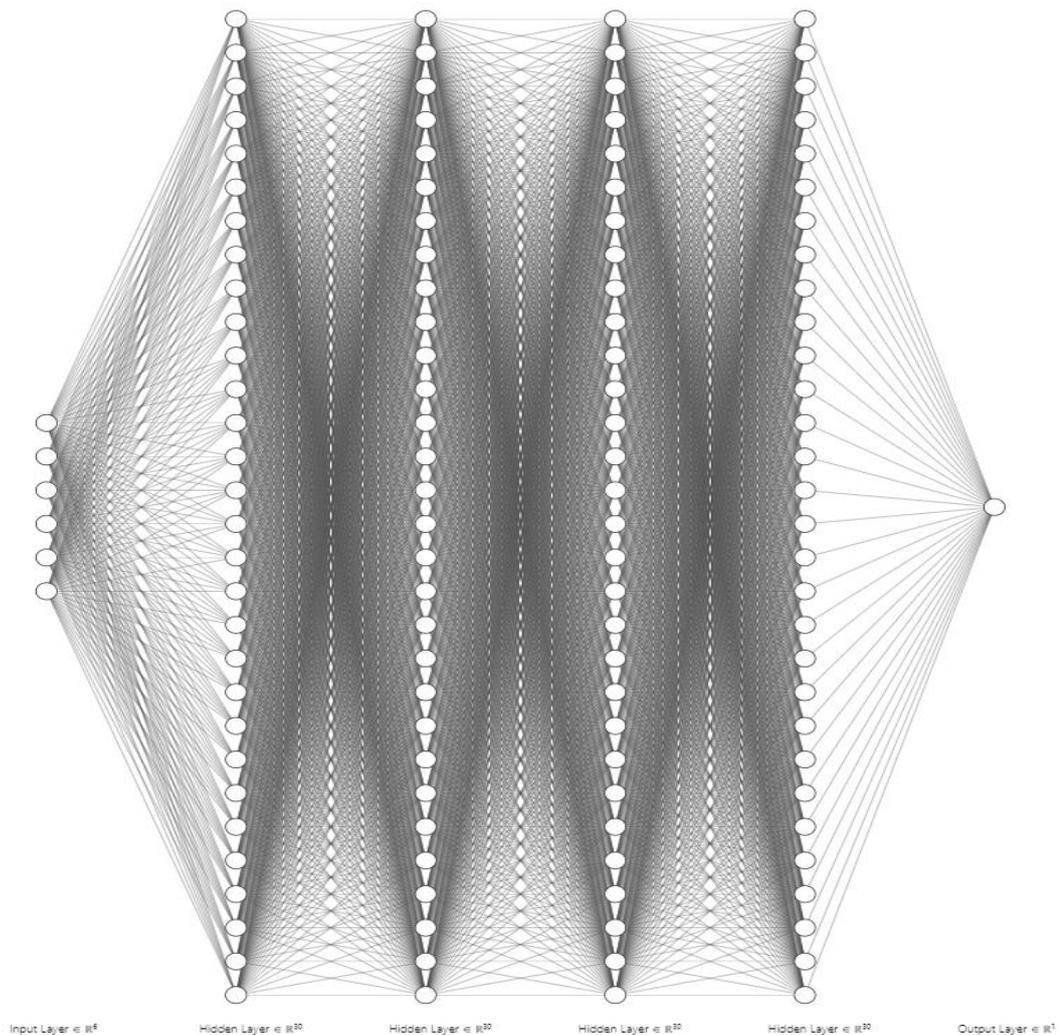
จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าถ้าใช้ค่าตั้งต้นของ mlpregressor ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของโมเดลลดลง เมื่อยิ่งจำนวนรอบการเรียนรู้ยิ่งสูงขึ้น



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของ mlpregressor ที่ใช้ค่าตั้งต้น จำนวนรอบการเรียนรู้ตั้งแต่ 200 ถึง 1400 รอบ เพิ่มขึ้นทีละ 200 รอบ

จากภาพที่ 4.9 เป็นภาพที่แสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ได้ทำการใช้ mlpregressor ค่าตั้งต้นมา จำนวนรอบการเรียนรู้ตั้งแต่ 200 ถึง 1400 รอบ เพิ่มขึ้นทีละ 200 รอบ จากกราฟจะเห็นได้ชัดว่ายิ่งรอบเพิ่มมากขึ้นเท่าไรค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยก็ยิ่งลดลง

4.9 สรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 4.10 กราฟแสดง คือ จำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 30 โหนดเท่ากันทุกชั้น

จากภาพที่ 4.10 แสดงแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนข้อมูลนำเข้า 6 ข้อมูล จำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นซ่อนแต่ละชั้น 30 โหนดและ จำนวนข้อมูลออก 1 โหนด โดยแต่ละชั้นตั้งแต่ ชั้นข้อมูลนำเข้า ชั้นซ่อนและ ชั้นข้อมูลออก มีความสัมพันธ์กันด้วยค่าถ่วงน้ำหนักโดยค่าถ่วงน้ำหนักนี้จะทำการคำนวณให้ได้ค่าข้อมูลออกเพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ค่าถ่วงน้ำหนักที่กล่าวมาจะแสดงในตารางที่ 4.6 ผู้วิจัยกำหนดชุด

ข้อมูลในการเรียนรู้แต่ละรอบอยู่ที่ 140 กำหนดรอบการเรียนรู้อยู่ที่ 1200 รอบ แบ่งชุดข้อมูลในการเรียนรู้ 70 เปอร์เซ็นต์ ชุดข้อมูลทดสอบ 30 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดลองตั้งแต่การกำหนดชั้นซ่อนจำนวน 1 ชั้น จนถึง 4 ชั้นและในแต่ละชั้นซ่อนทดลองจำนวนโหนดในชั้นซ่อนตั้งแต่ 6 โหนด จนถึง 30 โหนด เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยโมเดล และเวลาในการประมวลผลเฉลี่ย จากการทดลองทั้งหมดพบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 30 โหนดเท่ากันให้ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 2.05 เมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่นแบบจำลองนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่น้อยที่สุด ใช้เวลาประมวลผล 46.59021 วินาที

ตารางที่ 4.11 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 1 ถึง 6 โหนด

| INPUT LAYER | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 1 | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0.282942 | 0.149100 | 0.205858 | 0.116692 | -0.344004 | -0.125479 |
| 2 | -0.002825 | 0.562690 | 0.187580 | -0.555202 | 0.228197 | -0.266385 |
| 3 | -0.305375 | -0.064968 | -0.331209 | -0.021893 | -0.276732 | -0.046243 |
| 4 | -0.502704 | 0.218088 | -0.230269 | -0.410851 | -0.123548 | -0.027908 |
| 5 | 0.430872 | 0.094709 | 0.140155 | 0.689624 | 0.070436 | -0.525560 |
| 6 | 0.408607 | 0.687371 | -0.497695 | -0.078771 | -0.297097 | 0.433534 |

จากตารางที่ 4.11 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 1 ถึง 6 โหนด

ตารางที่ 4.12 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 7 ถึง 12 โหนด

| INPUT LAYER | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 1 | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | -0.006145 | -0.290691 | 0.001464 | -0.232058 | 0.042199 | -0.482778 |
| 2 | -0.445631 | 0.059107 | -0.073155 | -0.518233 | 0.506647 | -0.112499 |

ตารางที่ 4.12 ต่อ

| INPUT LAYER | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 1 | | | | | |
|----------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 3 | -0.254665 | -0.221075 | -0.075613 | 0.174005 | 0.711151 | 0.029923 |
| 4 | -0.305643 | 0.122252 | -0.667776 | 0.011813 | -0.023338 | 0.201226 |
| 5 | 0.458147 | -0.669788 | -0.360921 | -0.606636 | 0.082417 | -0.496854 |
| 6 | 0.152612 | -0.317103 | 0.168639 | 0.296187 | -0.238340 | 0.559683 |

จากตารางที่ 4.12 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 7 ถึง 12 โหนด

ตารางที่ 4.13 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 13 ถึง 18 โหนด

| INPUT LAYER | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 1 | | | | | |
|----------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 0.039726 | -0.574535 | 0.578606 | 0.201303 | 0.143303 | -0.298422 |
| 2 | -0.587590 | 0.163153 | 0.282127 | 0.117711 | 0.103283 | -0.279840 |
| 3 | 0.191293 | -0.413688 | -0.008448 | -0.095998 | -0.147703 | -0.120324 |
| 4 | -0.168986 | -0.780932 | 0.154041 | 0.219361 | -0.618700 | 0.329692 |
| 5 | -0.208431 | -0.109971 | 0.656129 | 0.420752 | -0.338278 | 0.269327 |
| 6 | -0.251540 | 0.071869 | 0.695131 | 0.816426 | -0.051233 | -1.082480 |

จากตารางที่ 4.13 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 13 ถึง 18 โหนด

ตารางที่ 4.14 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 19 ถึง 24 โหนด

| INPUT LAYER | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 1 | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | 0.107144 | 0.292574 | 0.563714 | -0.057710 | 0.184065 | -0.235496 |
| 2 | -0.450947 | -0.651662 | 0.391653 | 0.239349 | -0.054320 | 0.025617 |
| 3 | -0.504326 | -0.109431 | -0.119720 | -0.384261 | 0.543773 | -0.116997 |
| 4 | 0.060267 | 0.445238 | 0.340205 | -0.404053 | 0.221397 | 0.593700 |
| 5 | -0.647491 | 0.328153 | 0.258533 | 0.244606 | 0.603044 | 0.249236 |
| 6 | 0.118366 | 0.111436 | -0.207698 | -0.319225 | -0.341213 | 0.005693 |

จากตารางที่ 4.14 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 19 ถึง 24 โหนด

ตารางที่ 4.15 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 25 ถึง 30 โหนด

| INPUT LAYER | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 1 | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1 | 0.162362 | -0.003037 | -0.540950 | 0.554851 | -0.299439 | 0.321478 |
| 2 | -0.313291 | 0.628291 | 0.382000 | 0.110548 | 0.013465 | -0.148517 |
| 3 | 0.065473 | 0.197018 | 0.482349 | -0.283590 | -0.327769 | -0.029465 |
| 4 | -0.781148 | 0.318699 | -0.612163 | 0.660711 | -0.056180 | -0.100116 |
| 5 | 0.170457 | 0.114308 | -0.265803 | -0.139408 | 0.220241 | 0.346260 |
| 6 | 0.534412 | -0.634306 | -0.075232 | -0.447784 | -0.338931 | 0.002761 |

จากตารางที่ 4.15 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก INPUT LAYER ไป HIDDEN LAYER 1 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 1 25 ถึง 30 โหนด

ตารางที่ 4.16 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 1 ถึง 6 โหนด

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | -0.461074 | -0.174846 | 0.036210 | -0.196680 | 0.038918 | 0.390085 |
| 2 | 0.237968 | -0.713624 | 0.000638 | 0.185628 | -0.213162 | 0.595945 |
| 3 | 0.109895 | -0.055039 | -0.147275 | 0.287001 | 0.374474 | 0.109793 |
| 4 | 0.283672 | -0.416573 | -0.172012 | -0.150428 | 0.357819 | 0.442669 |
| 5 | 0.459240 | -0.144257 | 0.011183 | 0.281498 | -0.073000 | -0.172476 |
| 6 | -0.461074 | -0.174846 | 0.036210 | -0.196680 | 0.038918 | 0.390085 |
| 7 | 0.227456 | -1.281676 | 0.019836 | 0.141186 | 0.197054 | 0.159645 |
| 8 | -0.161875 | 0.050665 | 0.369966 | -0.371801 | -0.226267 | -0.233370 |
| 9 | 0.098497 | 0.006684 | 0.280279 | -0.219641 | 0.041947 | -0.097747 |
| 10 | -0.454639 | -0.311104 | -0.419167 | -0.198494 | 0.398204 | 0.368514 |
| 11 | -0.287649 | -0.242693 | 0.004303 | 0.120491 | -0.156563 | -0.064087 |
| 12 | -0.206747 | -0.367542 | 0.328024 | -0.080173 | 0.149053 | 0.259929 |
| 13 | -0.102857 | -0.859558 | 0.348464 | -0.141792 | 0.060124 | -0.022387 |
| 14 | 0.146558 | -0.346104 | -0.155239 | 0.194194 | 0.307365 | 0.389330 |
| 15 | -0.067822 | -1.300495 | 0.246008 | -0.101929 | 0.063479 | -0.053141 |
| 16 | 0.139620 | -0.282138 | 0.224120 | -0.243011 | 0.330487 | 0.233754 |
| 17 | 0.251369 | 0.096845 | 0.281756 | 0.296451 | 0.009584 | -0.006024 |
| 18 | -0.250081 | 0.196622 | 0.153140 | 0.096043 | 0.428844 | 0.265577 |
| 19 | 0.265393 | 0.332572 | -0.511745 | 0.281448 | -0.155884 | 0.414760 |
| 20 | 0.256663 | -0.161512 | -0.028974 | 0.353576 | -0.513658 | 0.314365 |
| 21 | -0.041837 | -0.509978 | 0.073047 | -0.208346 | 0.228688 | -0.091272 |
| 22 | -0.001166 | -0.746571 | 0.099927 | -0.047400 | -0.194571 | 0.184413 |
| 23 | -0.563111 | -0.111662 | -0.114378 | 0.340800 | 0.043461 | -0.311785 |
| 24 | -0.226538 | -0.279992 | 0.109091 | 0.062586 | 0.250615 | 0.422631 |
| 25 | 0.397966 | 0.164947 | -0.343359 | -0.067124 | -0.264977 | 0.156924 |
| 26 | 0.187539 | -0.163389 | 0.131033 | 0.496324 | 0.229567 | 0.008350 |

ตารางที่ 4.16 ต่อ

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 27 | 0.152096 | -0.170443 | -0.205648 | -0.246272 | 0.317395 | 0.461142 |
| 28 | 0.420627 | -0.384594 | 0.334049 | 0.168174 | -0.093514 | 0.342688 |
| 29 | 0.043322 | 0.141572 | 0.279852 | 0.357949 | -0.086086 | 0.304767 |
| 30 | 0.151897 | -1.088390 | -0.033067 | 0.145996 | 0.538699 | 0.712764 |

จากตารางที่ 4.16 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 1 ไปชั้น HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดในชั้น HIDDEN LAYER 2 1 ถึง 6 โหนด

ตารางที่ 4.17 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 7 ถึง 12 โหนด

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 0.124509 | -1.058478 | 0.024219 | -0.112393 | -0.008661 | 0.116429 |
| 2 | -0.009484 | -0.180250 | 0.030510 | 0.510996 | -0.416191 | -0.929513 |
| 3 | -0.173558 | -0.100870 | -0.064873 | 0.386893 | -0.207275 | -0.270390 |
| 4 | -0.070358 | -0.338669 | -0.444187 | 0.464964 | -0.383418 | -0.051150 |
| 5 | 0.085635 | 0.226318 | 0.104733 | 0.236808 | 0.245200 | 0.068960 |
| 6 | -0.282364 | -0.048167 | -0.471892 | 0.545860 | -0.097084 | -0.477151 |
| 7 | -0.480469 | 0.037888 | -0.353802 | 0.367938 | -0.591288 | -0.261090 |
| 8 | 0.381695 | 0.187197 | 0.002884 | 0.320211 | -0.283284 | 0.156291 |
| 9 | -0.224040 | 0.113074 | 0.126397 | -0.136354 | 0.509749 | 0.069109 |
| 10 | 0.252652 | -0.435777 | -0.047986 | 0.245737 | 0.280077 | -0.044521 |
| 11 | 0.033246 | -0.609972 | 0.424088 | -0.275580 | 0.590446 | -0.296100 |
| 12 | -0.027092 | -0.221655 | -0.470747 | -0.030967 | -0.375198 | 0.091789 |
| 13 | -0.164073 | -0.051125 | 0.003306 | 0.070757 | -1.196249 | -0.024169 |
| 14 | -0.004462 | -0.623406 | 0.032619 | 0.305544 | -0.025812 | -0.459937 |

ตารางที่ 4.17 ต่อ

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 15 | -0.207829 | 0.075235 | -0.256525 | -0.069364 | -0.317939 | -0.627749 |
| 16 | 0.272922 | -1.206280 | -0.487916 | -0.635408 | -0.002267 | -0.070306 |
| 17 | 0.017136 | -0.363255 | 0.085177 | 0.315549 | 0.218605 | -0.002574 |
| 18 | 0.024732 | 0.452322 | 0.000505 | 0.594272 | 0.641105 | 0.125887 |
| 19 | -0.222819 | 0.007122 | -0.042532 | 0.228274 | 0.104232 | -0.066388 |
| 20 | 0.543918 | -0.065484 | -0.390331 | 0.117787 | 0.894847 | 0.143822 |
| 21 | -0.315993 | 0.113671 | -0.320664 | 0.267509 | 0.224860 | 0.141152 |
| 22 | 0.061713 | -0.449310 | -0.050378 | 0.026279 | 0.161802 | -0.746365 |
| 23 | 0.404740 | 0.125254 | 0.212091 | -0.541294 | -0.254099 | 0.346944 |
| 24 | 0.142616 | 0.135404 | -0.004473 | 0.249236 | -0.022564 | 0.234048 |
| 25 | -0.323613 | 0.067405 | -0.291968 | -0.217779 | 0.163373 | -0.135880 |
| 26 | -0.222786 | 0.290108 | 0.175489 | -0.041932 | 0.204309 | -0.040709 |
| 27 | -0.048860 | -0.075599 | -0.034147 | 0.181776 | -0.033791 | -0.261724 |
| 28 | -0.199640 | -0.245216 | -0.100291 | 0.473367 | -0.155514 | -0.039417 |
| 25 | -0.323613 | 0.067405 | -0.291968 | -0.217779 | 0.163373 | -0.135880 |
| 26 | -0.222786 | 0.290108 | 0.175489 | -0.041932 | 0.204309 | -0.040709 |
| 27 | -0.048860 | -0.075599 | -0.034147 | 0.181776 | -0.033791 | -0.261724 |
| 28 | -0.199640 | -0.245216 | -0.100291 | 0.473367 | -0.155514 | -0.039417 |
| 29 | -0.167235 | -0.636058 | 0.008548 | 0.452623 | -0.055772 | -0.021060 |
| 30 | 0.184989 | 0.017551 | -0.111023 | 0.682037 | 0.101251 | 0.257595 |

จากตารางที่ 4.17 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 7 ถึง 12 โหนด

ตารางที่ 4.18 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 13 ถึง 18 โหนด

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 0.370372 | 0.000185 | 0.020349 | -0.556220 | -0.516875 | 0.154290 |
| 2 | -0.275579 | 0.131771 | 0.024315 | -0.476091 | -0.049420 | 0.255808 |
| 3 | 0.025190 | 0.280784 | -0.062512 | 0.245640 | 0.169676 | 0.096416 |
| 4 | -0.383722 | 0.458570 | -1.078633 | -0.375024 | 0.213072 | -0.280389 |
| 5 | -0.215771 | -0.027746 | 0.137528 | -0.053197 | -0.015121 | 0.036074 |
| 6 | -0.595443 | -0.200602 | -0.502609 | -0.196028 | -0.140113 | -0.046607 |
| 7 | -0.505370 | -0.057377 | -0.663842 | -0.661337 | -0.012934 | 0.194477 |
| 8 | 0.401259 | -0.000919 | 0.007147 | -0.047256 | -0.350310 | 0.180890 |
| 9 | 0.047731 | 0.447940 | 0.154179 | 0.255480 | 0.220872 | -0.136922 |
| 10 | 0.254803 | 0.257068 | -0.048672 | -0.285440 | -0.137736 | -0.027476 |
| 11 | -0.492381 | 0.158513 | -0.365437 | -0.514994 | -0.063216 | -0.369423 |
| 12 | -0.201425 | 0.270796 | 0.054122 | -0.274508 | 0.314228 | 0.025332 |
| 13 | -0.519219 | 0.174231 | -0.314398 | -0.641488 | 0.164053 | 0.179455 |
| 14 | -0.312824 | 0.300911 | -0.509455 | -0.105469 | -0.469606 | 0.263614 |
| 15 | -0.116960 | 0.251286 | -0.875022 | -0.759761 | 0.156693 | -0.100915 |
| 16 | -0.365987 | -0.228693 | -0.064625 | -0.097112 | -0.264916 | 0.222718 |
| 17 | -0.348776 | 0.011435 | -0.062439 | -0.147290 | 0.312884 | -0.079863 |
| 18 | -0.572932 | -0.173295 | -0.054688 | 0.242105 | 0.318608 | -0.397961 |
| 19 | -0.459148 | -0.549477 | 0.355718 | 0.484264 | -0.319465 | 0.616649 |
| 20 | 0.117355 | 0.090144 | -0.278878 | 0.217028 | 0.227528 | -0.401963 |
| 21 | 0.061181 | 0.238796 | -0.070134 | -0.159567 | 0.130906 | -0.081121 |
| 22 | -0.035511 | 0.552709 | 0.271974 | -0.268915 | 0.119510 | -0.042553 |
| 23 | 0.472554 | -0.086131 | -0.171905 | 0.233202 | -0.443799 | 0.510481 |
| 24 | -0.536948 | -0.073709 | 0.216968 | 0.406624 | 0.100642 | 0.353967 |
| 25 | 0.033274 | 0.011690 | 0.420292 | 0.192509 | 0.030804 | -0.862677 |
| 26 | -0.479035 | 0.472878 | -0.084226 | -0.224542 | 0.153599 | -0.188868 |

ตารางที่ 4.18 ต่อ

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 27 | -0.655694 | 0.262391 | -0.269167 | -0.418283 | 0.139075 | 0.219651 |
| 28 | -0.624498 | -0.038196 | -0.050179 | -0.212299 | -0.149788 | 0.295745 |
| 29 | -0.531094 | 0.374918 | 0.247366 | -0.238050 | -0.303306 | -0.257750 |
| 30 | -0.679156 | -0.149643 | -0.093609 | -0.369847 | 0.133786 | -0.169879 |

จากตารางที่ 4.18 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 13 ถึง 18 โหนด

ตารางที่ 4.19 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 19 ถึง 24 โหนด

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | -0.638380 | -1.212120 | -0.860725 | -0.362872 | 0.152351 | 0.335844 |
| 2 | -0.086100 | 0.204821 | 0.508921 | 0.065457 | -0.147670 | -0.118835 |
| 3 | 0.232976 | -0.128263 | -0.109276 | -0.138880 | 0.173198 | -0.508486 |
| 4 | 0.009791 | 0.142404 | 0.264672 | -0.020945 | -0.430467 | -1.103403 |
| 5 | 0.040839 | 0.383049 | 0.462344 | -0.119346 | -0.233372 | -0.108724 |
| 6 | 0.001986 | 0.303594 | 0.262994 | 0.057637 | -0.320863 | -0.654779 |
| 7 | 0.139557 | 0.031005 | 0.049632 | 0.144291 | -1.069616 | -0.046604 |
| 8 | -0.383146 | 0.272812 | 0.449465 | 0.019235 | -0.339476 | -0.096440 |
| 9 | 0.092576 | -0.470213 | -0.716129 | -0.010891 | -1.578486 | 0.359300 |
| 10 | -1.042389 | -0.245980 | 0.194873 | -0.303677 | 0.182074 | 0.407813 |
| 11 | 0.441848 | 0.460252 | -0.006122 | 0.009734 | -0.558942 | 0.350275 |
| 12 | 0.362636 | 0.370739 | -0.158947 | 0.520564 | -0.120905 | -0.382046 |
| 13 | 0.322877 | -0.177173 | 0.375538 | 0.155366 | 0.085834 | 0.025430 |
| 14 | -0.017929 | 0.141782 | 0.096018 | 0.388947 | -0.536284 | 0.247989 |

ตารางที่ 4.19 ต่อ

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 15 | -0.131179 | 0.459244 | -0.171170 | 0.384036 | -0.767112 | 0.069006 |
| 16 | -0.493432 | 0.429958 | -0.310361 | -0.136001 | 0.362803 | 0.285796 |
| 17 | 0.087671 | 0.097291 | 0.057993 | -0.008144 | -0.754978 | -0.870808 |
| 18 | -0.295590 | 0.201476 | 0.602959 | 0.472207 | -0.174255 | -0.044483 |
| 19 | -0.149033 | 0.174722 | -0.168004 | -0.514152 | 0.133898 | 0.452940 |
| 20 | 0.053081 | 0.136334 | -0.255764 | -0.299208 | 0.412942 | -0.112832 |
| 21 | 0.447112 | 0.209211 | 0.471930 | -0.167827 | 0.015243 | -0.541291 |
| 22 | 0.219578 | 0.086778 | 0.486140 | -0.198822 | -0.283970 | -0.044428 |
| 23 | 0.060544 | 0.105487 | 0.182448 | 0.295940 | 0.658891 | 0.218121 |
| 24 | -0.009677 | 0.110278 | -0.313913 | 0.258408 | -0.200913 | 0.245518 |
| 25 | 0.201954 | 0.173195 | 0.042022 | 0.185528 | 0.147974 | 0.000762 |
| 26 | -0.398492 | -0.146102 | 0.486651 | 0.290810 | -0.168964 | -0.412458 |
| 27 | -0.040921 | -0.128753 | 0.131073 | 0.125408 | 0.024090 | -0.351404 |
| 28 | 0.204058 | 0.302622 | 0.440178 | -0.021958 | 0.263471 | -0.333998 |
| 29 | 0.201717 | 0.292718 | 0.472440 | 0.009261 | -0.383969 | -0.129059 |
| 30 | 0.092173 | -0.069316 | -0.217467 | 0.204993 | 0.617038 | 0.442946 |

จากตารางที่ 4.19 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 19 ถึง 24 โหนด

ตารางที่ 4.20 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 25 ถึง 30 โหนด

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1 | 0.359673 | -0.161005 | 0.395641 | -0.460689 | 0.257473 | -0.054003 |
| 2 | -0.774708 | 0.459945 | 0.300576 | -0.338945 | 0.099281 | 0.169467 |

ตารางที่ 4.20 ต่อ

| HIDDEN LAYER 1 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 2 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 4 | -0.163481 | 0.563638 | 0.269117 | -0.133134 | 0.168920 | 0.019109 |
| 5 | 0.111817 | -0.604474 | 0.033486 | 0.170785 | 0.012364 | 0.071361 |
| 6 | -0.506534 | 0.426105 | 0.377879 | 0.084141 | 0.259756 | 0.376565 |
| 7 | 0.173388 | 0.164963 | 0.340850 | 0.035070 | 0.107906 | 0.310451 |
| 8 | 0.387896 | -0.035779 | 0.391585 | 0.279421 | -0.034804 | -0.141058 |
| 9 | 0.488737 | -0.214365 | -0.124225 | 0.225325 | 0.051107 | -0.157442 |
| 10 | 0.476252 | -0.228298 | -0.165062 | 0.035866 | -0.049814 | 0.075743 |
| 11 | 0.296545 | 0.406453 | 0.387307 | 0.377104 | 0.138030 | 0.257069 |
| 12 | -0.432901 | 0.521677 | -0.685863 | 0.363566 | 0.348614 | 0.033490 |
| 13 | -0.263757 | 0.382397 | 0.023293 | -0.131477 | 0.280990 | 0.267777 |
| 14 | -0.112437 | 0.504862 | 0.171256 | -0.268190 | -0.001207 | -0.111187 |
| 15 | -0.116626 | 0.515273 | 0.010210 | 0.204717 | 0.029804 | 0.158899 |
| 16 | -0.056836 | -0.963784 | 0.301499 | -1.059699 | -0.105706 | 0.412264 |
| 17 | 0.151105 | 0.425714 | 0.207464 | -0.033347 | -0.310717 | -0.123968 |
| 18 | 0.127969 | -0.129934 | -0.002416 | -0.120642 | 0.231106 | -0.246068 |
| 19 | 0.318371 | 0.144676 | -0.006131 | 0.057593 | 0.302520 | -0.165168 |
| 20 | 0.246486 | 0.093124 | -0.531963 | 0.147817 | -0.452619 | 0.066541 |
| 21 | -1.429291 | 0.346449 | -0.231209 | 0.321622 | -0.111113 | 0.055956 |
| 22 | -0.833769 | 0.526389 | 0.117923 | -0.358797 | 0.164649 | 0.086422 |
| 23 | 0.207322 | 0.053533 | 0.399538 | 0.199352 | -0.093336 | -0.054323 |
| 24 | -0.335377 | -0.298438 | 0.389561 | -0.022060 | 0.136644 | -0.180127 |
| 25 | -0.459268 | -0.114685 | 0.188543 | -0.299980 | 0.206512 | 0.372125 |
| 26 | 0.287813 | 0.303130 | 0.083674 | 0.319549 | 0.256793 | 0.202976 |
| 27 | -0.040228 | 0.505048 | 0.523144 | 0.188853 | 0.005691 | 0.403660 |
| 28 | -0.039115 | 0.432153 | 0.152633 | -0.032955 | -0.242826 | 0.017998 |
| 29 | 0.384945 | 0.712118 | -0.067536 | -0.339196 | 0.070568 | 0.265845 |
| 30 | -0.236624 | -0.477552 | -0.551425 | 0.155316 | -0.122912 | 0.254322 |

จากตารางที่ 4.20 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 1 ไป HIDDEN LAYER 2 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 2 25 ถึง 30 โหนด

ตารางที่ 4.21 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 1 ถึง 6 โหนด

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0.732145 | 0.391326 | 0.502552 | 0.653992 | -0.039582 | 0.149021 |
| 2 | 0.058841 | -0.752389 | 0.009763 | -0.281489 | 0.233376 | -1.106421 |
| 3 | 0.804393 | 0.218007 | 0.247146 | 0.695676 | 0.372845 | -0.076820 |
| 4 | 1.791848 | 0.234811 | 0.218503 | -0.230649 | 0.049848 | 0.084140 |
| 5 | 0.259563 | 0.586515 | 0.241475 | 0.239697 | 0.374166 | -0.097537 |
| 6 | 1.462043 | 0.163815 | 0.378940 | 0.405679 | -0.030515 | -0.342612 |
| 7 | 0.700776 | 0.571864 | -0.149293 | 0.198281 | 0.064644 | -0.054477 |
| 8 | 0.691738 | 0.355223 | -0.169457 | 1.121167 | -0.159519 | -0.120286 |
| 9 | 0.744845 | 0.235473 | 0.291540 | 0.084519 | -0.341950 | 0.152612 |
| 10 | -0.015372 | 0.401844 | -0.177700 | 0.566921 | -0.146392 | -0.119832 |
| 11 | -0.005752 | 0.443822 | 0.202093 | 0.285869 | -0.050627 | -0.111136 |
| 12 | 0.195184 | 0.375759 | 0.225979 | 0.278659 | -0.200055 | 0.133252 |
| 13 | 0.355663 | 0.432003 | 0.374619 | 0.408644 | 0.328240 | -0.044226 |
| 14 | 1.385307 | 0.287311 | 0.345781 | 0.440380 | 0.052086 | -0.048474 |
| 15 | 1.383703 | 0.139070 | 0.264699 | 0.571233 | 0.278274 | 0.334520 |
| 16 | 1.169304 | 0.144390 | 0.269548 | 0.191129 | 0.337916 | -0.283705 |
| 17 | 0.109745 | 0.155670 | 0.358949 | 0.436518 | -0.124686 | 0.293593 |
| 18 | 0.573571 | 0.148569 | 0.382670 | 0.491012 | -0.200846 | 0.181269 |
| 19 | 1.055949 | 0.325491 | 0.279542 | 0.269059 | 0.040672 | 0.397222 |
| 20 | 0.914034 | 0.375114 | 0.225597 | 0.787638 | -0.109099 | 0.044619 |
| 21 | -0.832238 | 0.291161 | -0.086690 | -0.333353 | 0.492140 | 0.481128 |
| 22 | 1.434440 | 0.431636 | 0.402355 | 0.410429 | 0.120804 | 0.251295 |

ตารางที่ 4.21 ต่อ

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 23 | 0.191700 | 0.172025 | 0.115876 | 0.363332 | -0.232843 | -0.338538 |
| 24 | 1.535558 | 0.869642 | -0.043917 | 0.409784 | -0.141522 | -0.008842 |
| 25 | 1.306709 | 0.565074 | 0.116901 | 0.760401 | 0.040751 | -0.260498 |
| 26 | 0.068818 | 0.322662 | 0.150087 | -0.110422 | 0.077694 | -0.159756 |
| 27 | 0.355576 | 0.583643 | -0.062621 | 0.482467 | 0.053082 | 0.623824 |
| 28 | 0.837621 | 0.222059 | 0.299740 | 0.710729 | 0.366623 | -0.273819 |
| 29 | 0.485012 | 0.243659 | 0.040785 | 0.783574 | 0.289271 | 0.412103 |
| 30 | 1.116426 | -0.704371 | 0.066841 | -0.932743 | -0.115485 | 0.687966 |

จากตารางที่ 4.21 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 1 ถึง 6 โหนด

ตารางที่ 4.22 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 7 ถึง 12 โหนด

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | -0.150198 | -0.352591 | -0.358058 | 0.858473 | 0.214685 | 0.041276 |
| 2 | 0.840493 | 0.464280 | -0.029796 | -3.271689 | 0.062346 | -0.321274 |
| 3 | 0.238664 | -0.688944 | -0.292264 | 0.533618 | 0.280793 | 0.249208 |
| 4 | -0.113759 | -0.041161 | 0.113950 | 1.183331 | -0.126203 | -0.071936 |
| 5 | 0.095419 | -0.627217 | -0.442234 | 0.194688 | 0.184120 | -0.076908 |
| 6 | 0.093543 | -0.552612 | 0.014444 | 0.158616 | -0.131166 | 0.068809 |
| 7 | -0.209530 | -0.734218 | -0.592050 | 0.783545 | -0.023444 | 0.244406 |
| 8 | 0.438103 | 0.187966 | -1.853944 | 0.359677 | 0.469469 | 0.152030 |
| 9 | -0.020789 | -0.562343 | -0.536185 | -0.164344 | -0.195955 | 0.233959 |
| 10 | 0.107996 | -1.301478 | -0.408409 | 0.534563 | 0.294173 | -0.045128 |

ตารางที่ 4.22 ต่อ

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 11 | 0.191172 | 0.085929 | -0.211071 | 0.478022 | 0.081360 | 0.472052 |
| 12 | 0.215135 | -0.351143 | -0.003790 | 0.239388 | 0.254039 | 0.334333 |
| 13 | 0.288199 | -0.593210 | -0.371881 | 0.396007 | 0.550428 | 0.332260 |
| 14 | 0.266469 | -0.409719 | -0.319171 | 0.478416 | 0.016583 | -0.160354 |
| 15 | 0.408831 | -0.339240 | -0.419264 | 0.504925 | 0.528315 | -0.323824 |
| 16 | 0.591525 | -0.047257 | -0.416761 | 0.572761 | -0.023748 | -0.191658 |
| 17 | -0.018501 | -0.517641 | -0.334235 | 0.689449 | 0.011372 | 0.248517 |
| 18 | 0.362002 | -0.758870 | -0.188202 | 0.573812 | 0.268916 | 0.340203 |
| 19 | 0.087450 | -0.845694 | -0.262948 | -0.007729 | 0.277622 | 0.099888 |
| 20 | 0.250655 | -0.752225 | -0.577924 | 0.445120 | 0.512495 | -0.157725 |
| 21 | 0.347815 | -0.443287 | -0.030551 | -1.363296 | -0.689511 | -0.257107 |
| 22 | 0.165537 | -0.636949 | -0.175679 | 0.202494 | -0.347481 | 0.327608 |
| 23 | 0.306835 | -0.318582 | -0.525427 | 0.039683 | 0.184583 | 0.106535 |
| 24 | 0.249910 | -0.735506 | -0.873625 | 1.589779 | 0.333065 | 0.043461 |
| 25 | 0.443213 | -0.246662 | -0.513301 | 0.744551 | 0.406845 | -0.519229 |
| 26 | -0.732380 | -0.101226 | 0.103403 | -0.952726 | 0.016231 | 0.158297 |
| 27 | 0.012924 | 0.010038 | -0.477253 | 0.917613 | 0.237339 | -0.324353 |
| 28 | 0.345698 | -0.599188 | -0.462449 | 0.480002 | 0.272271 | 0.309808 |
| 29 | 0.286958 | -0.366585 | -0.129424 | 0.784745 | 0.328318 | 0.132849 |
| 30 | 0.324879 | -0.100826 | -0.072884 | 0.684886 | -0.169909 | 0.312510 |

จากตารางที่ 4.22 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 7 ถึง 12 โหนด

ตารางที่ 4.23 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 13 ถึง 18 โหนด

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 0.152678 | 0.680911 | 0.118603 | 0.395801 | -0.384029 | 0.051183 |
| 2 | -1.124117 | -0.764837 | -0.225602 | -0.047232 | 0.000756 | -0.173720 |
| 3 | 0.105471 | -0.135159 | -0.142564 | -0.134546 | 0.156541 | 0.139157 |
| 4 | -0.144029 | -0.166441 | -1.416194 | 0.210462 | 0.108098 | 0.164457 |
| 5 | 0.458413 | 0.646962 | 0.414634 | 0.537737 | 0.015450 | -0.166812 |
| 6 | -0.269542 | 0.981613 | -0.057736 | 1.081437 | 0.204028 | -0.347227 |
| 7 | -0.076974 | 0.676241 | 0.325609 | 0.533575 | -0.114462 | 0.419524 |
| 8 | -0.268778 | 0.494746 | 0.373969 | -0.568427 | 0.818941 | -0.513466 |
| 9 | 0.185203 | 0.399657 | 0.017329 | 0.719124 | 0.058295 | 0.212782 |
| 10 | -0.043931 | 0.947733 | 0.503637 | 0.693157 | -0.308173 | -0.336778 |
| 11 | -0.167754 | 1.005001 | 0.229770 | 0.821837 | 0.596591 | -0.491135 |
| 12 | 0.153643 | 0.957476 | 0.548084 | 0.947010 | 0.305493 | -0.594970 |
| 13 | 0.313760 | 0.322994 | 0.166299 | 0.473113 | 0.190551 | -0.062730 |
| 14 | -0.092742 | 0.238912 | 0.530429 | 0.678450 | 0.028040 | -0.365558 |
| 15 | -0.053655 | 0.747456 | 0.073493 | 0.545209 | 0.010485 | -0.263966 |
| 16 | 0.091625 | 0.753258 | 0.078408 | 0.613149 | 0.507304 | 0.128404 |
| 17 | 0.434522 | 0.307254 | 0.349780 | 0.190799 | -0.093319 | 0.188571 |
| 18 | 0.364272 | 0.414825 | 0.230709 | 0.425466 | -0.055453 | 0.193661 |
| 19 | 0.017661 | 0.821676 | 0.147185 | 0.385616 | -0.050925 | 0.184965 |
| 20 | 0.052231 | 0.552259 | 0.177869 | 0.138200 | -0.032165 | -0.202868 |
| 21 | -0.073356 | -0.090354 | 0.136913 | 0.960339 | -0.210781 | 0.336898 |
| 22 | 0.504049 | 0.229171 | 0.620184 | 0.135850 | 0.543158 | -0.149760 |
| 23 | 0.265419 | 1.017573 | 0.617724 | 0.370697 | 0.081990 | -0.465254 |
| 24 | -0.003917 | 0.298479 | 0.638076 | 0.349058 | 0.502756 | 0.277432 |
| 25 | 0.187500 | 0.515505 | -0.018813 | 0.740119 | 0.014066 | -0.031891 |
| 26 | -0.257558 | 0.009344 | -0.496675 | -1.413961 | -0.959803 | 0.040208 |

ตารางที่ 4.23 ต่อ

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 27 | -0.123725 | 0.771084 | 0.164357 | 0.650976 | 0.122075 | 0.339673 |
| 28 | 0.090130 | 0.257477 | -0.072140 | 0.066018 | -0.000711 | -0.071714 |
| 29 | -0.025539 | 0.457499 | 0.474330 | 0.394950 | 0.371655 | 0.087719 |
| 30 | 0.170414 | -0.284022 | 0.103364 | 0.467387 | 0.157575 | 0.036678 |

จากตารางที่ 4.23 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 13 ถึง 18 โหนด

ตารางที่ 4.24 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 19 ถึง 24 โหนด

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | 0.852780 | -0.640211 | 0.252816 | -0.202547 | 0.095611 | 0.140689 |
| 2 | 0.555980 | -0.329868 | 0.084420 | -1.124850 | 0.042910 | 0.067633 |
| 3 | 0.348085 | -0.371096 | 0.437223 | 0.442340 | -0.162236 | 0.084378 |
| 4 | 0.111085 | 0.147540 | -0.411949 | -0.062058 | 0.075361 | 0.295091 |
| 5 | 0.728548 | -1.309062 | -0.113681 | 0.345038 | -0.608662 | -0.072014 |
| 6 | 0.717798 | -1.037191 | 0.569659 | -0.205852 | -0.077488 | 0.268785 |
| 7 | 0.661688 | -0.209277 | 0.462465 | 0.758011 | -0.781756 | -0.245135 |
| 8 | 0.424086 | -0.556457 | 0.296226 | 0.992182 | -0.362355 | -0.214970 |
| 9 | 0.180821 | -0.402821 | 0.438944 | 0.600934 | -0.516799 | 0.231585 |
| 10 | 0.625423 | -1.163901 | 0.329784 | 0.613352 | -0.261759 | 0.215193 |
| 11 | 0.494880 | -0.639357 | -0.107478 | 0.456361 | -0.431748 | 0.000724 |
| 12 | 0.757141 | -1.078554 | 0.120803 | 0.410168 | -0.151448 | -0.347245 |
| 13 | 0.422106 | -0.393696 | 0.675220 | 0.439920 | -0.251987 | 0.025933 |
| 14 | 0.187149 | -0.897369 | 0.479265 | 0.586216 | -0.658274 | -0.099677 |

ตารางที่ 4.24 ต่อ

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 15 | 1.080164 | -0.607862 | 0.120928 | 0.688372 | -0.757501 | -0.209177 |
| 16 | 0.147401 | -0.274041 | 0.280442 | 0.568272 | -0.734943 | 0.058761 |
| 17 | 0.360302 | -0.148715 | 0.178786 | 0.596533 | -0.097751 | -0.220561 |
| 18 | 0.387243 | -0.573235 | 0.048799 | 0.679892 | -0.645979 | -0.370441 |
| 19 | 0.796725 | -0.166656 | 0.329594 | 0.963184 | -0.887941 | -0.162416 |
| 20 | 0.678092 | -0.438135 | 0.387049 | 0.873828 | -0.409854 | -0.166616 |
| 21 | -0.013790 | 0.384003 | -0.223407 | -0.001764 | 0.250953 | -0.265378 |
| 22 | 0.584847 | -0.841830 | 0.013340 | 0.221706 | -0.876333 | -0.140675 |
| 23 | 0.922003 | -1.697140 | 0.321786 | 0.639806 | -0.188693 | -0.094212 |
| 24 | 0.394911 | -1.517394 | 0.519248 | 0.677624 | -0.900425 | 0.151046 |
| 25 | -0.024010 | 0.053316 | 0.183246 | 0.271554 | 0.016189 | 0.237573 |
| 26 | 0.266148 | -0.593473 | -0.099762 | 0.724388 | -0.019144 | 0.394438 |
| 27 | 0.586312 | -0.537074 | 0.212359 | 0.723800 | -0.531860 | 0.228512 |
| 28 | 0.313638 | -0.616700 | 0.085202 | -0.016643 | -0.620186 | 0.097432 |
| 29 | 0.235346 | 0.466680 | -0.645105 | -0.781172 | 0.148331 | 0.137684 |
| 30 | 0.321242 | -0.712101 | 0.343218 | 0.999312 | -0.411916 | -0.319771 |

จากตารางที่ 4.24 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 19 ถึง 24 โหนด

ตารางที่ 4.25 ค่าถ่วงน้ำหนักจากชั้น HIDDEN LAYER 2 ไปชั้น HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 25 ถึง 30 โหนด

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1 | -0.367669 | 0.018289 | 0.386862 | 0.048739 | 0.157390 | -0.264219 |
| 2 | 0.204959 | 0.241353 | -0.944978 | -0.203050 | 0.141202 | 0.202164 |

ตารางที่ 4.25 ต่อ

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 3 | -0.384216 | 0.364145 | -0.501929 | 0.244753 | 0.207073 | 0.648705 |
| 4 | 0.169326 | 0.154397 | -0.112110 | -0.679896 | -0.271642 | -0.389597 |
| 5 | -0.565533 | 0.217980 | 0.023271 | 0.092768 | 0.009462 | -0.136099 |
| 6 | -0.581544 | 0.142762 | 0.445733 | 0.174723 | 0.120761 | -0.407473 |
| 7 | -0.982975 | 0.243517 | 0.262054 | -0.152339 | 0.480569 | -0.425057 |
| 8 | -0.700021 | -0.127622 | 0.158866 | 0.194364 | 0.421113 | -0.840050 |
| 9 | -0.108213 | 0.419647 | 0.242961 | 0.155710 | -0.127897 | 0.172898 |
| 10 | -0.381271 | 0.173386 | 0.106452 | 0.075121 | 0.516405 | -0.157517 |
| 11 | -0.508932 | 0.019343 | -0.009286 | -0.005385 | 0.578763 | -0.501056 |
| 12 | -0.296130 | -0.129659 | -0.100935 | -0.357624 | 0.432483 | -0.200018 |
| 13 | -0.702262 | -0.335641 | -0.056654 | -0.149784 | 0.628111 | 0.161332 |
| 14 | -0.554035 | 0.020120 | 0.037056 | 0.125227 | 0.662653 | 0.143596 |
| 15 | -0.890145 | -0.437346 | 0.197242 | 0.367145 | 0.045260 | 0.241457 |
| 16 | -0.422827 | -0.029360 | -0.097391 | 0.135015 | 0.496552 | -0.061218 |
| 17 | -0.508171 | -0.211759 | -0.171742 | -0.105489 | 0.588843 | -0.057585 |
| 18 | -0.216603 | 0.316431 | -0.080463 | 0.254204 | 0.318369 | 0.149921 |
| 19 | -0.166445 | -0.312688 | -0.121569 | 0.034614 | 0.503890 | -0.353221 |
| 20 | -0.526710 | -0.207162 | 0.247009 | 0.104613 | 0.472306 | -0.381921 |
| 21 | -0.089841 | 0.476419 | -0.347924 | -0.398335 | -0.231314 | -1.566655 |
| 22 | -0.521757 | -0.189567 | 0.025329 | 0.350844 | 0.108320 | -0.053109 |
| 23 | -1.127351 | -0.022671 | 0.252292 | -0.229560 | 0.379186 | -0.209986 |
| 24 | -0.304073 | -0.260764 | 0.145172 | 0.002361 | 0.493583 | -0.239452 |
| 25 | -0.188287 | -0.011825 | -0.067391 | 0.292024 | 0.529402 | 0.024033 |
| 26 | -1.400187 | -0.644631 | -0.742604 | 0.075620 | 0.178050 | 0.251694 |
| 27 | 0.010514 | -0.009339 | -0.066472 | -0.401587 | 0.266033 | -0.461425 |
| 28 | -0.514505 | 0.129680 | -0.122015 | 0.119910 | 0.144333 | -0.353995 |
| 29 | -0.361836 | 0.187385 | 0.124416 | 0.201299 | 0.347631 | -0.233627 |

ตารางที่ 4.25 ต่อ

| HIDDEN LAYER 2 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 3 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 30 | -0.393376 | 0.044515 | 0.086078 | -0.440888 | -0.310287 | -0.556218 |

จากตารางที่ 4.25 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 2 ไป HIDDEN LAYER 3 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 3 25 ถึง 30 โหนด

ตารางที่ 4.26 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 1 ถึง 6 โหนด

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0.416296 | -0.826970 | 0.252529 | 0.681401 | -0.014142 | 0.219025 |
| 2 | 0.225626 | -1.034714 | 0.175794 | 0.526775 | 0.034083 | -0.011609 |
| 3 | 0.224880 | -2.005921 | -0.368270 | 0.372705 | 0.408158 | 0.295032 |
| 4 | 0.064811 | -1.413974 | -0.321438 | 0.364754 | 0.494552 | 0.360259 |
| 5 | 0.549716 | -0.243100 | -0.331832 | 0.294452 | -0.172306 | 0.893073 |
| 6 | -0.046938 | -0.570093 | -0.304806 | -2.919645 | 0.619541 | -0.201779 |
| 7 | 0.224518 | -1.033425 | 0.220588 | 0.236285 | -0.038919 | 0.392401 |
| 8 | 0.091412 | -0.733663 | -0.543935 | -2.629926 | 0.536705 | 0.328420 |
| 9 | 0.310658 | 0.584724 | -0.061315 | -0.380115 | -0.851311 | 0.070191 |
| 10 | 0.185508 | -0.751301 | 0.007872 | 0.284331 | 0.460352 | 0.317633 |
| 11 | -0.088553 | -1.000609 | -0.013189 | 0.843656 | 0.007918 | 0.359564 |
| 12 | 0.027532 | -1.103499 | -0.159722 | 0.368116 | 0.479694 | 0.221002 |
| 13 | 0.344811 | -1.142348 | -0.216915 | 0.741158 | 0.164764 | 0.312599 |
| 14 | -0.109563 | -1.171201 | 0.098378 | 0.396467 | -0.062889 | 0.193727 |
| 15 | 0.021039 | 0.061803 | 0.380871 | 0.698373 | -0.602257 | 0.429252 |
| 16 | -0.975114 | -0.009165 | 0.182028 | -0.001823 | -2.664853 | -1.778503 |
| 17 | -0.056231 | -1.264703 | -0.438316 | 0.075682 | 0.442561 | -0.409826 |

ตารางที่ 4.26 ต่อ

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 18 | 0.297838 | -0.271728 | -0.312347 | 0.259989 | -0.973898 | 0.490029 |
| 19 | -0.708656 | 0.855347 | -0.210837 | 0.584914 | -0.163563 | 0.478609 |
| 20 | -0.143631 | 0.242136 | -0.159872 | -0.414780 | -0.494347 | 0.016453 |
| 21 | 0.155385 | -0.778779 | -0.166698 | 0.719084 | 0.219858 | 0.218544 |
| 22 | 0.844173 | -0.029884 | -0.962075 | 0.021293 | -0.424173 | -0.745144 |
| 23 | 0.184151 | -1.021283 | 0.056924 | 0.633158 | 0.433427 | 0.367763 |
| 24 | 0.029569 | -0.073158 | -0.364428 | 0.792636 | 0.328065 | 0.630060 |
| 25 | 0.404100 | -0.687490 | -0.244063 | 0.650279 | 0.330056 | 0.084716 |
| 26 | -0.326283 | 0.064344 | -0.413382 | 0.265261 | 0.270376 | 0.317856 |
| 27 | -0.092793 | -0.685248 | -0.122999 | 0.438302 | 0.531067 | 0.251194 |
| 28 | 0.371870 | -0.398519 | 0.026515 | 0.083252 | 0.130596 | 0.610761 |
| 29 | 0.258801 | -0.809545 | 0.280593 | 0.316764 | 0.033646 | 0.018291 |
| 30 | 0.314177 | -0.564536 | -0.004283 | 0.571958 | 0.493609 | -0.107889 |

จากตารางที่ 4.26 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 1 ถึง 6 โหนด

ตารางที่ 4.27 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 7 ถึง 12 โหนด

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 0.626590 | 1.933702 | 0.215645 | 0.822127 | 0.583892 | 0.439048 |
| 2 | 0.214351 | 1.785051 | -0.251524 | 0.397260 | 0.465379 | 0.297786 |
| 3 | 0.237393 | 3.326965 | -0.037530 | 0.221918 | 0.206396 | 0.562532 |
| 4 | 0.289731 | 2.372244 | 0.175702 | 0.487619 | 0.520971 | 0.170835 |
| 5 | 0.169133 | -0.359395 | 0.185411 | 0.626592 | 0.267454 | -0.008580 |

ตารางที่ 4.27 ต่อ

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 6 | -0.210122 | -0.224427 | 0.227193 | 0.557826 | 0.365530 | 0.496275 |
| 7 | 0.704716 | 1.996049 | -0.157195 | 0.244612 | 0.256839 | 0.553940 |
| 8 | 0.377698 | 0.727984 | 0.100878 | 0.433131 | 0.688188 | 0.306992 |
| 9 | -1.846750 | 0.583288 | -1.153903 | -0.089125 | 0.299530 | -0.222497 |
| 10 | 0.491547 | 1.944487 | 0.022091 | 0.498330 | 0.549211 | 0.470006 |
| 11 | 0.459217 | 1.738449 | -0.077673 | 0.832154 | 0.110200 | 0.605846 |
| 12 | 0.452480 | 1.685207 | 0.305854 | 0.717955 | 0.172465 | 0.646567 |
| 13 | 0.126119 | 1.921465 | -0.217149 | 0.883210 | 0.319598 | 0.531883 |
| 14 | 0.493762 | 1.907140 | 0.183540 | 0.762038 | 0.195567 | 0.193103 |
| 15 | -0.306269 | -0.062942 | -0.095817 | -0.448292 | -1.095574 | 0.574043 |
| 16 | 0.337533 | -0.108347 | 0.177190 | -1.768451 | -2.572366 | -1.619765 |
| 17 | 0.902126 | 0.067842 | 0.152850 | -0.280571 | -0.201711 | -1.898341 |
| 18 | -0.192043 | -0.007251 | -1.081755 | -0.635651 | -1.840013 | 0.261145 |
| 19 | -1.841792 | 1.311242 | -0.257018 | -1.175771 | 0.163895 | 1.315916 |
| 20 | -1.033566 | 0.323973 | -1.986876 | 0.148805 | 0.430830 | 0.535487 |
| 21 | 0.519240 | 2.238812 | 0.246795 | 0.337693 | 0.456044 | 0.318736 |
| 22 | 0.218317 | -0.478991 | 0.795641 | -1.291721 | -1.344429 | 0.912325 |
| 23 | 0.212644 | 1.485645 | 0.059473 | 0.237728 | 0.470292 | 0.517935 |
| 24 | -0.719005 | -0.249500 | -0.159213 | 0.669129 | 1.020233 | 0.915876 |
| 25 | 0.584738 | 1.639397 | 0.060651 | 0.635496 | 0.301473 | 0.504816 |
| 26 | -1.383549 | -0.557000 | -1.502002 | 0.218710 | 0.598851 | 0.561169 |
| 27 | 0.507243 | 1.728234 | 0.119266 | 0.816176 | 0.156255 | 0.738815 |
| 28 | -0.091117 | 0.148669 | 0.089613 | 0.132782 | -0.392240 | 0.046103 |
| 29 | 0.152222 | 1.983859 | -0.080804 | 0.409775 | 0.466102 | 0.247184 |
| 30 | 0.087940 | 1.693703 | 0.012118 | 0.502316 | 0.261826 | 0.291972 |

จากตารางที่ 4.27 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจากชั้น HIDDEN LAYER 3 ไปชั้น HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดในชั้น HIDDEN LAYER 4 7 ถึง 12 โหนด

ตารางที่ 4.28 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 13 ถึง 18 โหนด

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 0.015366 | 0.530633 | 0.399930 | 0.304650 | -0.067186 | 0.067937 |
| 2 | 0.252647 | 0.364596 | 0.514830 | 0.440754 | 0.239877 | 0.048262 |
| 3 | -0.179162 | 0.788083 | 0.823903 | -0.098042 | 0.016976 | -0.177561 |
| 4 | -0.012019 | 0.731004 | 0.441276 | -0.086182 | 0.003827 | 0.098323 |
| 5 | -0.204212 | -1.105430 | 0.345241 | 0.137736 | -0.472037 | -1.103533 |
| 6 | -0.496751 | -0.100025 | -0.647645 | -0.042654 | -0.038726 | 0.154554 |
| 7 | 0.212714 | 0.751549 | 0.677526 | 0.414426 | 0.058109 | -0.049556 |
| 8 | -0.290776 | -0.997097 | 0.778004 | -0.820193 | 0.154815 | 0.095492 |
| 9 | 0.552910 | -2.115324 | 0.430921 | 0.426293 | -0.287995 | -0.285603 |
| 10 | -0.137526 | 0.700346 | 0.991990 | 0.292204 | 0.248005 | 0.190244 |
| 11 | 0.160204 | 0.409879 | 0.960557 | 0.308536 | 0.414337 | 0.336028 |
| 12 | 0.188370 | 0.543543 | 0.739767 | 0.281982 | 0.255860 | 0.182712 |
| 13 | 0.017325 | 0.729572 | 0.845475 | 0.226272 | 0.001698 | 0.310257 |
| 14 | 0.028514 | 0.547604 | 0.891488 | 0.191019 | 0.360790 | 0.289833 |
| 15 | -0.488822 | -0.585426 | -1.891842 | -0.109327 | -0.494649 | -0.542453 |
| 16 | -1.190147 | 0.236342 | -0.360909 | 1.006676 | 0.571024 | 0.419889 |
| 17 | 0.247149 | -0.168518 | -0.228283 | -0.071334 | 1.277092 | -1.077997 |
| 18 | 0.260949 | -0.069308 | 0.815739 | -1.083256 | -0.514086 | 0.479962 |
| 19 | -1.422868 | -0.565656 | 0.310984 | 0.683540 | 0.139685 | 0.017887 |
| 20 | 0.699234 | -2.005610 | 0.904478 | 0.355295 | 0.141697 | -0.420945 |
| 21 | 0.230135 | 0.803864 | 1.031132 | -0.103914 | 0.036018 | 0.006911 |
| 22 | -0.541916 | -0.308438 | 0.118106 | -1.050784 | -1.323801 | -0.437170 |

ตารางที่ 4.28 ต่อ

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 23 | 0.307862 | 0.629670 | 0.717909 | 0.122110 | 0.304202 | 0.161020 |
| 24 | -0.333094 | -0.917653 | 0.132485 | -0.211525 | -0.442774 | 0.138531 |
| 25 | 0.286164 | 0.270390 | 0.668065 | -0.123605 | 0.158668 | 0.338464 |
| 26 | 0.348900 | -0.658261 | 0.498958 | 0.034073 | -0.070693 | 0.228144 |
| 27 | 0.303008 | 0.619934 | 0.824382 | -0.024612 | 0.175876 | 0.229566 |
| 28 | 0.296574 | -0.434909 | -0.724510 | -0.859619 | 0.325235 | 0.027874 |
| 29 | 0.400754 | 0.657321 | 0.597792 | 0.344159 | 0.232225 | -0.130789 |
| 30 | 0.394424 | 0.360806 | 0.731928 | -0.017378 | 0.414654 | 0.162896 |

จากตารางที่ 4.28 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 13 ถึง 18 โหนด

ตารางที่ 4.29 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 19 ถึง 24 โหนด

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | 0.872844 | 0.803276 | 0.759940 | 0.611172 | 0.750032 | 1.100462 |
| 2 | 0.595249 | 0.995417 | 0.975093 | 0.566567 | 0.774496 | 0.589389 |
| 3 | 0.862181 | 0.861101 | 1.576872 | 0.279009 | 0.735773 | 0.793414 |
| 4 | 0.440805 | 0.950410 | 1.134531 | 0.573372 | 0.452920 | 0.699757 |
| 5 | -0.072943 | 0.944813 | 0.742887 | -2.762469 | 0.556421 | 1.314991 |
| 6 | -1.378271 | -1.187307 | -0.978406 | 0.339316 | 0.308975 | 0.171896 |
| 7 | 0.891407 | 1.121430 | 1.370953 | 0.400304 | 0.409493 | 0.517502 |
| 8 | -0.343145 | 0.801378 | -0.346609 | -0.479785 | 0.451288 | -1.219162 |
| 9 | -0.357251 | -0.112707 | 0.123777 | -0.081315 | -0.437674 | -2.214180 |
| 10 | 0.968325 | 0.934070 | 0.941906 | 0.648610 | 0.179544 | 0.642086 |

ตารางที่ 4.29 ต่อ

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 11 | 0.692721 | 0.733913 | 0.857810 | 0.508257 | 0.575348 | 1.094299 |
| 12 | 0.395420 | 0.603401 | 1.225961 | 0.370540 | 0.450661 | 1.015960 |
| 13 | 0.663099 | 0.899666 | 1.249626 | 0.380333 | 0.503916 | 0.986022 |
| 14 | 0.703261 | 0.716273 | 1.307165 | 0.421756 | 0.673441 | 0.740580 |
| 15 | 0.617860 | 0.406101 | 0.793635 | -0.561650 | -0.514781 | -1.088297 |
| 16 | 0.855645 | 0.404564 | 0.252326 | -3.849685 | -0.015590 | -1.339602 |
| 17 | 0.852343 | 0.499536 | 0.163260 | -2.348109 | -0.724946 | -0.198730 |
| 18 | -0.617120 | 0.397756 | 0.847257 | -0.039418 | -0.745554 | -0.440943 |
| 19 | -0.394092 | 0.364120 | -0.286958 | 0.217491 | 1.005657 | 0.271816 |
| 20 | -0.074394 | -0.653124 | -0.898187 | 0.095908 | -0.782142 | -2.507501 |
| 21 | 0.507793 | 1.228242 | 1.135848 | 0.076069 | 0.619872 | 0.686143 |
| 22 | 0.005699 | -1.880870 | 0.276495 | 0.441347 | 0.498929 | 0.500342 |
| 23 | 0.889755 | 0.697170 | 0.797905 | 0.045509 | 0.361546 | 0.928237 |
| 24 | -0.039615 | 0.040166 | -0.694895 | 0.321880 | 0.286684 | -2.057671 |
| 25 | 0.528036 | 0.669345 | 0.868576 | 0.280078 | 0.657622 | 0.492070 |
| 26 | 0.368171 | 0.394023 | -0.727096 | 0.874126 | -0.219724 | 0.074247 |
| 27 | 0.868324 | 0.579299 | 0.732096 | 0.352916 | 0.341236 | 0.841202 |
| 28 | 0.651551 | 0.420281 | 0.103688 | -0.584270 | 0.347389 | -1.312013 |
| 29 | 0.622083 | 1.111171 | 1.336923 | 0.250990 | 0.299089 | 0.629300 |
| 30 | 0.889762 | 0.744596 | 1.160287 | 0.117297 | 0.582384 | 0.785633 |

จากตารางที่ 4.29 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 19 ถึง 24 โหนด

ตารางที่ 4.30 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 25 ถึง 30 โหนด

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1 | 1.091908 | 0.950419 | 0.432351 | 0.095135 | 0.159526 | 0.605672 |
| 2 | 0.993936 | 1.063838 | 0.051432 | 0.240898 | 0.178678 | 0.697312 |
| 3 | 0.599523 | 1.727659 | 0.266906 | 0.210121 | -0.207130 | 0.864635 |
| 4 | 0.963219 | 1.449151 | 0.361984 | -0.019824 | -0.086725 | 0.824527 |
| 5 | -1.360880 | -1.333166 | 0.208496 | -0.333117 | -0.446987 | 0.558076 |
| 6 | -1.845030 | 0.219860 | 0.559814 | -0.177783 | 0.418907 | -2.443338 |
| 7 | 0.956414 | 0.813661 | 0.355300 | 0.024309 | 0.051233 | 0.561790 |
| 8 | -0.972261 | -0.324228 | 0.391441 | 0.042927 | 0.001445 | -1.615437 |
| 9 | -0.118733 | -0.045564 | 0.187674 | 0.417130 | 0.324203 | -0.868214 |
| 10 | 0.644950 | 1.285951 | 0.523826 | 0.289558 | 0.002012 | 0.427200 |
| 11 | 0.633663 | 1.415790 | 0.026221 | 0.253845 | 0.349956 | 0.834018 |
| 12 | 0.590589 | 0.852286 | 0.508965 | 0.244624 | 0.233165 | 0.676687 |
| 13 | 0.861345 | 1.480860 | 0.210495 | 0.100476 | 0.160149 | 0.896687 |
| 14 | 0.706232 | 1.232997 | 0.109420 | 0.000050 | 0.072112 | 1.113640 |
| 15 | -1.106731 | -0.783801 | -0.515733 | -0.670937 | -0.297988 | 0.553282 |
| 16 | 0.574933 | -0.480673 | 0.270406 | 0.808484 | 0.301457 | 0.256312 |
| 17 | -2.608372 | 0.615252 | 0.231806 | 0.253872 | -1.356773 | 0.914735 |
| 18 | -0.782111 | -0.277229 | -1.329878 | -0.194742 | 0.303055 | -0.470173 |
| 19 | 0.300071 | 0.662381 | 0.242000 | -2.502220 | -0.004058 | -0.966698 |
| 20 | 0.437562 | -2.090095 | 0.367663 | 0.154986 | 0.324990 | -0.628939 |
| 21 | 1.119664 | 1.104703 | 0.582099 | 0.281649 | 0.073606 | 0.671179 |
| 22 | 1.143895 | -0.993703 | 0.407265 | -2.968894 | 0.000088 | 0.296228 |
| 23 | 0.980322 | 0.818490 | 0.391965 | 0.225998 | 0.117543 | 0.462819 |
| 24 | -0.965569 | -0.686294 | 0.620841 | 0.016221 | 0.242558 | 0.458202 |
| 25 | 0.909850 | 1.301555 | 0.269283 | 0.127578 | 0.007117 | 0.971967 |
| 26 | -1.939699 | -0.493977 | -0.249420 | 0.223642 | -0.255340 | -0.544545 |

ตารางที่ 4.30 ต่อ

| HIDDEN LAYER 3 | ค่าถ่วงน้ำหนัก HIDDEN LAYER 4 | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 27 | 0.768974 | 0.966648 | 0.425451 | 0.351411 | 0.068833 | 0.613161 |
| 28 | -2.050403 | -2.552394 | -0.425242 | 0.521581 | -0.243397 | -0.573205 |
| 29 | 0.813852 | 1.286997 | 0.020954 | -0.088152 | 0.019466 | 0.687372 |
| 30 | 0.565599 | 0.961007 | 0.239137 | 0.279341 | 0.346458 | 0.788035 |

จากตารางที่ 4.30 เป็นตารางแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของการเรียนรู้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจาก HIDDEN LAYER 3 ไป HIDDEN LAYER 4 จำนวนโหนดใน HIDDEN LAYER 4 25 ถึง 30 โหนด

ตารางที่ 4.31 ค่าถ่วงน้ำหนักจาก HIDDEN LAYER 4 ไป OUTPUT LAYER

| จำนวนโหนด HIDDEN LAYER ที่ 4 | ค่าถ่วงน้ำหนักชั้น OUTPUT LAYER |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 0.689329 |
| 2 | 0.574514 |
| 3 | 1.304585 |
| 4 | 0.824679 |
| 5 | -3.228329 |
| 6 | -3.199610 |
| 7 | 0.830818 |
| 8 | -2.523191 |
| 9 | -3.117895 |
| 10 | 0.676172 |
| 11 | 0.631706 |
| 12 | 0.569807 |
| 13 | 0.601416 |
| 14 | 0.667467 |
| 15 | -1.805741 |
| 16 | -3.257074 |

ตารางที่ 4.31 ต่อ

| จำนวนโหนด HIDDEN LAYER ที่ 4 | ค่าถ่วงน้ำหนักชั้น OUTPUT LAYER |
|------------------------------|---------------------------------|
| 17 | -5.303433 |
| 18 | -4.564243 |
| 19 | 3.185913 |
| 20 | -2.609564 |
| 21 | 0.523024 |
| 22 | 3.727062 |
| 23 | 0.739567 |
| 24 | -2.439641 |
| 25 | 0.811271 |
| 26 | -3.425409 |
| 27 | 0.614073 |
| 28 | -2.926261 |
| 29 | 0.689329 |
| 30 | 0.574514 |

จากตารางที่ 4.31 แสดงให้เห็นถึงค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละความสัมพันธ์ของชั้นซ่อนชั้นที่ 4 ถึงชั้นข้อมูลนำออก จำนวนโหนดในชั้นซ่อนที่ 4 มี 30 โหนด จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลนำออกมี 1 โหนด

ผู้วิจัยได้ตัดสินใจที่ความแม่นยำเป็นหลักจึงได้เลือกแบบจำลองที่มีจำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 30 โหนด จำนวนรอบการเรียนรู้ 1200 รอบ โดยพยากรณ์ปริมาณ PM2.5 ได้ดังตารางที่ 4.32

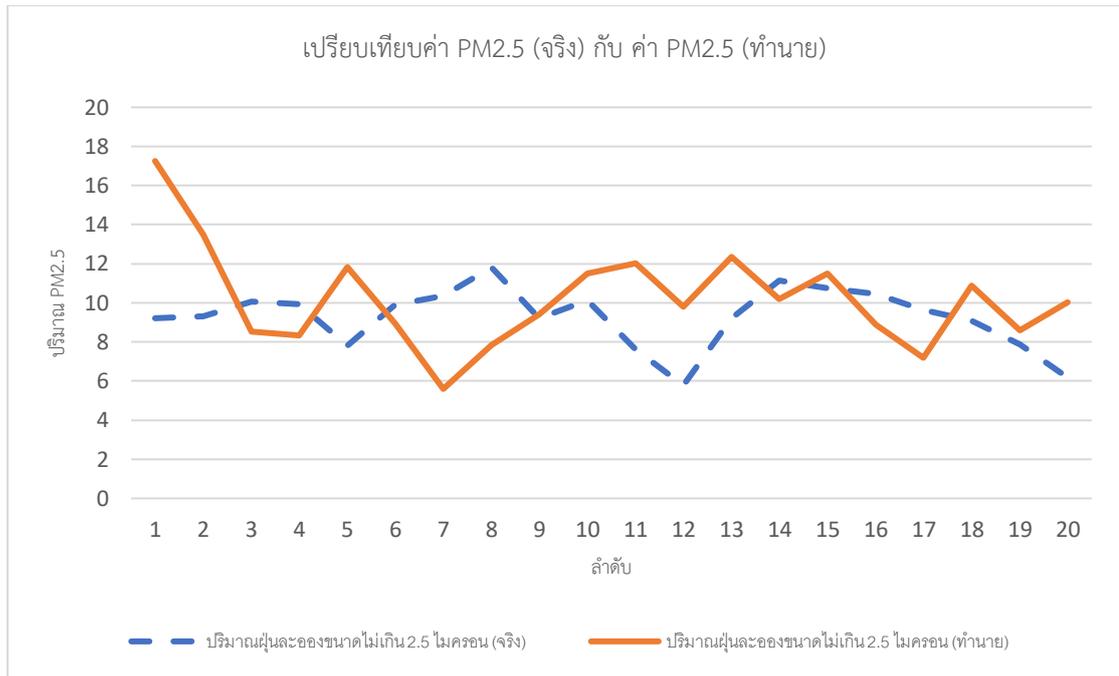
ตารางที่ 4.32 PM2.5 ค่าที่พยากรณ์ และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เป็นระยะเวลา 20 วัน

| ลำดับ | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 (จริง) | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 (ทำนาย) | ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ |
|-------|---------------------------------------|--|----------------------------|
| 1 | 9.227273 | 17.25567 | 8.028399 |
| 2 | 9.3 | 13.50879 | 4.208794 |
| 3 | 10.05 | 8.520038 | 1.529962 |

ตารางที่ 4.32 ต่อ

| ลำดับ | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่ เกิน 2.5 (จริง) | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่ เกิน 2.5 (ทำนาย) | ค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์ |
|-------|---|--|--------------------------------|
| 4 | 9.925 | 8.32413 | 1.60087 |
| 5 | 7.816667 | 11.82661 | 4.009938 |
| 6 | 9.9 | 8.957565 | 0.942435 |
| 7 | 10.35417 | 5.598591 | 4.755575 |
| 8 | 11.81364 | 7.842974 | 3.970662 |
| 9 | 9.2 | 9.409015 | 0.209015 |
| 10 | 10.11765 | 11.5043 | 1.386649 |
| 11 | 7.618182 | 12.02916 | 4.410975 |
| 12 | 5.779167 | 9.807397 | 4.02823 |
| 13 | 9.221739 | 12.34544 | 3.123701 |
| 14 | 11.15 | 10.19159 | 0.958406 |
| 15 | 10.7625 | 11.49807 | 0.735568 |
| 16 | 10.4625 | 8.894376 | 1.568124 |
| 17 | 9.633333 | 7.200584 | 2.43275 |
| 18 | 9.1 | 10.87079 | 1.770788 |
| 19 | 7.875 | 8.599093 | 0.724093 |
| 20 | 6.172727 | 10.04183 | 3.869104 |

จากข้อมูลในตารางที่ 4.16 ได้นำปริมาณ PM_{2.5} มาเปรียบเทียบกับปริมาณ PM_{2.5} ที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนชั้นซ่อน 4 ชั้น จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 30 โหนดเท่ากัน เพื่อหาความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ และนำค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้งหมดมาเฉลี่ยเพื่อหาความแม่นยำของแบบจำลอง สามารถแสดงปริมาณ PM_{2.5} จริงและปริมาณ PM_{2.5} ที่พยากรณ์ได้ดังกราฟภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดง เปรียบเทียบค่าจริง และ ทำนาย ของ PM2.5