# บทที่ 4

# ผลการวิจัย

โดยในบทนี้จะทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดรูปแบบต่าง ๆ หลังจากที่ได้ทำการเก็บข้อมูลและทำการทดลอง ในถนนต่าง ๆ จำนวนทั้งหมด 4 เส้นทาง 11 Links

## 4.1 ค่าความผิดพลาด

การวัดค่าความผิดพลาดของการคำนวณ จากการทำวิจัย ทางด้านวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพ ตลอดจนเปรียบเทียบผลการประมาณค่าของแต่ละเทคนิค ในการประมาณเวลาในการเดินทาง โดยค่าความผิดพลาด ได้แก่ การหาค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error) เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error) ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error) เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Percentage Error) รวมถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแสดงถึงค่าเฉลี่ยเวลาในการเดินทาง รวมถึงเวลาสูงสุด เวลาต่ำสุด ในรูปแบบแต่ละเส้นทาง คือเอาต์พุตเป็นเวลาในการเดินทาง พร้อมกับรูปแบบการทดลองค่าความเร็ว คือรูปแบบเอาต์พุตเป็นค่าความเร็ว

### 4.1.1 ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error)

ใช้สำหรับการพิจารณาค่าความผิดพลาดระหว่างค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริงกับค่าเวลาการเดินทางประมาณ และค่าความเร็วจริงกับค่าความเร็วประมาณ ที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.1

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(T_{gps_i} - T_{estimation_i})^2}{N}} \qquad (4.1)$$

โดยที่

$T_{gps_i} - T_{estimation_i}$ คือ ค่าความผิดพลาดจากผลต่างของค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริง กับค่าที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$T_{gps_i}$ คือ ค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริงที่ได้จากข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS

$T_{estimation_i}$ คือ ค่าเวลาที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$N$ คือ จำนวนข้อมูล หรือจำนวนตัวอย่าง

นำมาใช้ในการพิจารณาค่าความผิดพลาดระหว่างค่าความเร็วที่แท้จริงกับค่าความเร็วที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และค่าความผิดพลาดระหว่างค่าความเร็วที่แท้จริงกับค่าความเร็วที่ได้จากการประมาณโดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.2

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(V_{Actual_i} - V_{Estimation_i})^2}{N}} \quad (4.2)$$

โดยที่

$V_{Actual_i} - V_{Estimation_i}$ คือ ค่าความผิดพลาดจากผลต่างของค่าความเร็วที่แท้จริง กับค่าที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$V_{Actual_i}$ คือ ค่าความเร็วที่แท้จริงที่ได้จากข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS

$V_{Estimation_i}$ คือ ค่าเวลาที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$N$ คือ จำนวนข้อมูล หรือจำนวนตัวอย่าง

### 4.1.2 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error)

ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ เป็นค่าความผิดพลาดที่มักจะมีค่าสูงกว่าค่าความผิดพลาดโดยเฉลี่ย เพราะไม่คิดเครื่องหมายบวกและลบ กับปริมาณความผิดพลาด สามารถคำนวณจากสมการที่ 4.3

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{(|T_{gps_i} - T_{estimation_i}|) \times 100}{T_{gps_i}}}{N} \quad (4.3)$$

โดยที่

$T_{gps_i} - T_{estimation_i}$ คือ ค่าความผิดพลาดจากผลต่างของค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริง กับค่าที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$T_{gps_i}$ คือ ค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริงที่ได้จากข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS

$T_{estimation_i}$ คือ ค่าเวลาที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$N$ คือ จำนวนข้อมูล หรือจำนวนตัวอย่าง

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{(|V_{Actual_i} - V_{Estimation_i}|) \times 100}{V_{Actual_i}}}{N} \quad (4.4)$$

โดยที่

$V_{Actual_i} - V_{Estimation_i}$ คือ ค่าความผิดพลาดจากผลต่างของค่าความเร็วที่แท้จริง กับค่าที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$V_{Actual_i}$ คือ ค่าความเร็วที่แท้จริงที่ได้จากข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS

$V_{Estimation_i}$ คือ ค่าเวลาที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$N$ คือ จำนวนข้อมูล หรือจำนวนตัวอย่าง

### 4.1.3 ความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error)

ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ที่เกิดขึ้นของแต่ละเทคนิคทั้งในรูปแบบการวิจัยแบบแยกเส้นทางเอาต์พุตเป็นเวลาการเดินทาง และแบบรวมเส้นทางเอาต์พุตเป็นความเร็วสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(\left|T_{True_i} - T_{Estimation_i}\right|\right)}{N} \quad (4.5)$$

โดยที่

$T_{True_i} - T_{Estimation_i}$ คือ ค่าความผิดพลาดจากผลต่างของค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริง กับค่าที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$T_{True_i}$ คือ ค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริงที่ได้จากข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS

$T_{Estimation_i}$ คือ ค่าเวลาที่ได้จากการประมาณโดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นและเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม

$N$ คือ จำนวนข้อมูล หรือจำนวนตัวอย่าง

### 4.1.4 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Absolute Percentage Error)

ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ จะไม่คิดเครื่องหมายบวกและลบ สามารถคำนวณได้จากสมากรที่ 4.6

$$\%\text{Absolute error} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(\left|T_{True_i} - T_{Estimation_i}\right|\right)}{\sum_{i=1}^{N} T_{True_i}} \quad (4.6)$$

โดยที่

$T_{True_i} - T_{Estimation_i}$ คือ ค่าความผิดพลาดจากผลต่างของค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริง กับค่าที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$T_{True_i}$ คือ ค่าเวลาการเดินทางที่แท้จริงที่ได้จากข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS

$T_{Estimation_i}$ คือ ค่าเวลาที่ได้จากการประมาณโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

### 4.1.5 **ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval)**

ช่วงของความเชื่อมั่น เป็นการพิจารณาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด และขอบเขตของค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ช่วงของความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญ a หมายถึงสามารถคำนวณค่าขอบจำนวน 2 ค่า ได้แก่ค่าขอบล่าง a (Lower Number) และ ค่าขอบบน b (Upper Number) ซึ่งเป็นขอบเขตที่สามารถมั่นใจได้ (1-a) 100% ว่าค่าเฉลี่ยของประชากร (Mean of Population : M) จะอยู่ในขอบเขตดังกล่าว หรือ a<m<b ตัวอย่างเช่น ช่วงของความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือ (1-0.05)x100% = 95% เราสามารถคำนวณค่า a และ b ได้ และมั่นใจได้ 95 % ที่ค่าเฉลี่ยของประชากร จะอยู่ในช่วงระหว่าง a และ b โดยค่าความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยของประชากรมีค่าอยู่ระหว่าง a และ b เท่ากับ 0.95

การหาช่วงของความเชื่อมั่น สามารถประมาณค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Mean of Sample; Ms) แสดงดังสมการที่ 4.7 ดังนี้

$$M_s - t.\left(\frac{S_s}{\sqrt{N}}\right) \leq M \leq M_s + t.\left(\frac{S_s}{\sqrt{N}}\right) \qquad (4.7)$$

โดยที่

M หมายถึง ค่าเฉลี่ยของประชากร

Ms หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

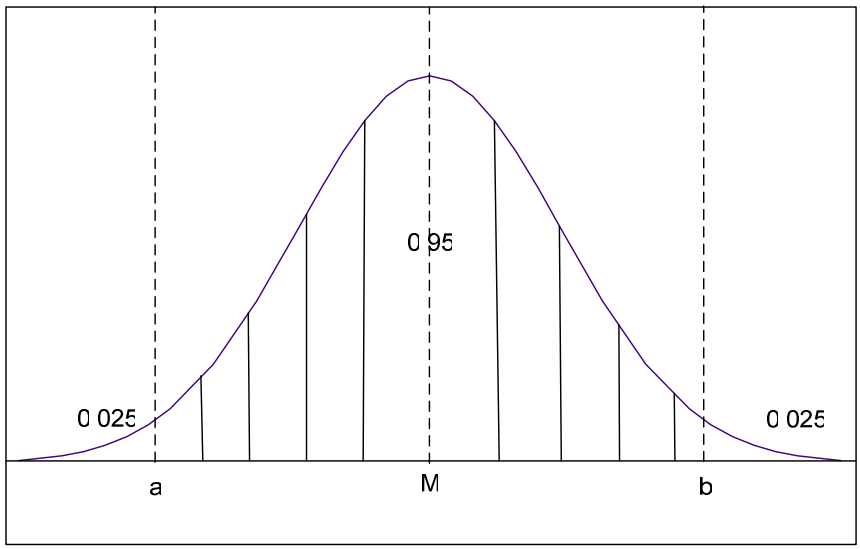
Ss หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

N หมายถึง จำนวนตัวอย่าง

T หมายถึง ค่าสถิติ t โดยพิจารณาจากระดับองศาความอิสระ (Degree of Freedom) ซึ่งเท่ากับ N-1 และระดับนัยสำคัญ

ภาพที่ 4.1

แสดงค่าขอบบนและค่าขอบล่าง ของการหาช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญ 95%

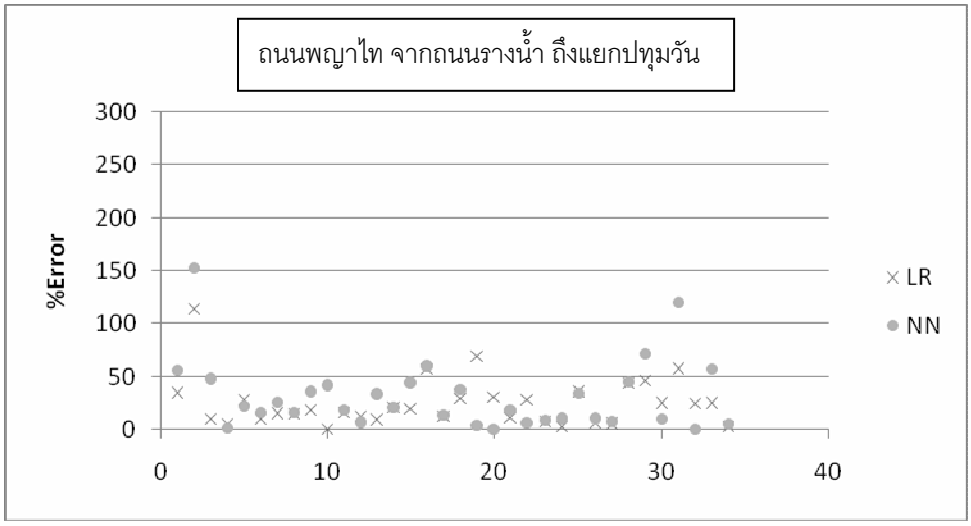



จากผลการคำนวณค่าความผิดพลาดและขอบเขตค่าความผิดพลาดแบบต่างๆ แสดงให้เห็นดังภาพที่ 4.1 เมื่อพิจารณา ปรากฏว่าการประมาณเวลาการเดินทาง จากระดับความติดขัด ในรูปแบบเอาต์พุต เป็นเวลาการเดินทาง ซึ่งแบ่งแยกออกเป็น จำนวน 4 เส้นทาง

เส้นทางที่ 1 ถนนพญาไท จากถนนรางน้ำ ถึงแยกปทุมวัน Link ID 108, 102, 2209 เทคนิคการวิเคราะห์สมการทดถอยเชิงเส้น มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 25.1875% ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 22.7821 และเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 32.4248% ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 33.4079

ภาพที่ 4.2

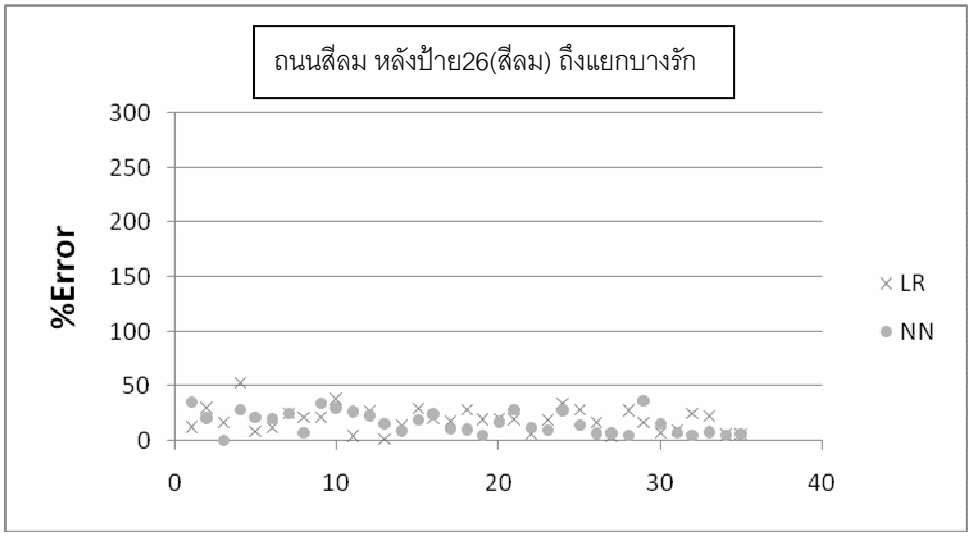
แสดงค่าความผิดพลาดเส้นทางที่ 1 ถนนพญาไท จากถนนรางน้ำ ถึงแยกปทุมวัน




เส้นทางที่ 2 ถนนสีลม จากหลังป้าย 26 (สีลม) ถึงแยกบางรัก **Link ID** 2617, 2615, 2609 เทคนิคการวิเคราะห์สมการทดถอยเชิงเส้น มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ **19.0463% ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**เท่ากับ **11.0735** และเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ **16.2981% ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**เท่ากับ **10.1689**

ภาพที่ 4.3

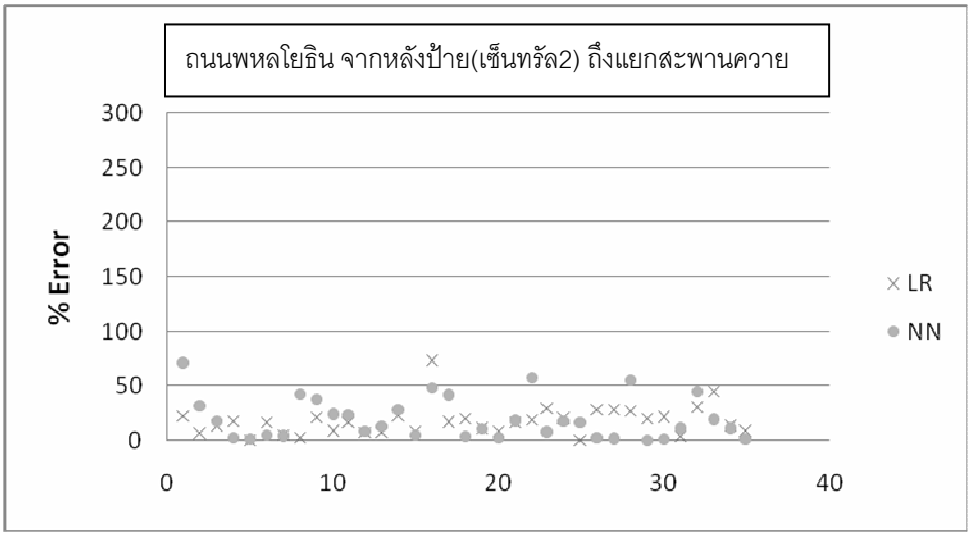
แสดงค่าความผิดพลาดเส้นทางที่ 2 ถนนสีลม จากหลังป้าย 26 (สีลม) ถึงแยกบางรัก



เส้นทางที่ 3 ถนนพหลโยธิน จากแยกรัชโยธิน ถึงแยกสะพานควาย Link ID 410, 215, 603 เทคนิคการวิเคราะห์สมการทดถอยเชิงเส้น มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 17.6618% **ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**เท่ากับ 13.7657และเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 19.7157% **ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**เท่ากับ 19.1221

ภาพที่ 4.4

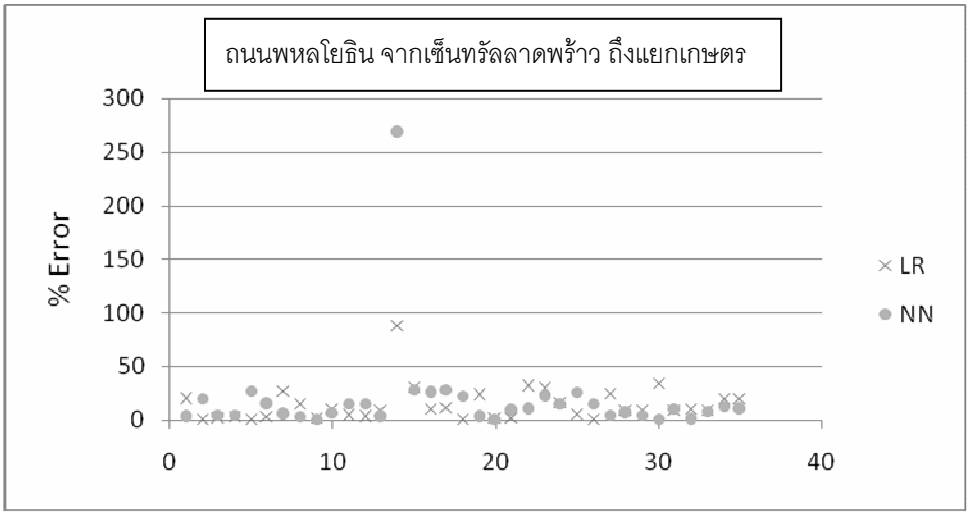
แสดงค่าความผิดพลาดเส้นทางที่ 3 ถนนพหลโยธิน จากหลังป้าย(เซ็นทรัล2) ถึงแยกสะพานควาย




เส้นทางที่ 4 ถนนพหลโยธิน จากเซ็นทรัลลาดพร้าว ถึงแยกแยกเกษตร Link ID 608, 609 เทคนิคการวิเคราะห์สมการทดถอยเชิงเส้น มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 14.2669% **ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**เท่ากับ 16.3767 และเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 18.6592% **ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**เท่ากับ 44.2588

ภาพที่ 4.5

แสดงค่าความผิดพลาดเส้นทางที่ 4 ถนนพหลโยธิน จากเซ็นทรัลลาดพร้าว ถึงแยกแยกเกษตร

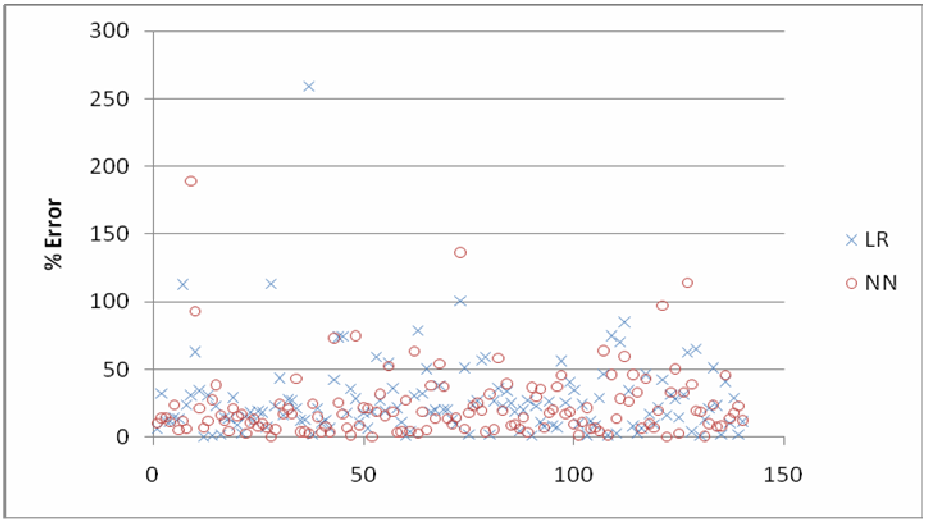



เมื่อพิจารณาจากผลการทดลอง ในรูปแบบเอาต์พุตเป็น เวลาการเดินทาง แบ่งแยก 4 เส้นทาง ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด จากเทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น สามารถประมาณเวลาการเดินทางได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า 3 เส้นทาง และมี 1 เส้นทาง เทคนิคข่ายงานประสาทเทียม ประมาณเวลาการเดินทางได้ดีกว่า และด้วยผู้วิจัยต้องการใช้รูปแบบการประมาณเวลาในการเดินทาง กับในทุกเส้นทางที่มีข้อมูลระดับความติดขัด (Generalizations) จึงได้ทำการแปลงค่าเอาต์พุต จากเวลาการเดินทางเป็น ค่าความเร็ว ทำให้สามารถ รวมข้อมูลจากทุกเส้นทาง เป็นการทดลองข้อมูลชุดเดียวกันได้ และน่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกเส้นทางที่มีระดับความติดขัด เพราะถ้ารู้ค่าความเร็ว กับระยะทาง จากสูตร ก็จะคำนวณหาค่า เวลาการเดินทางได้

ผลการทดลอง ในรูปแบบเอาต์พุตเป็น ค่าความเร็ว เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 27.5272% **ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ** 29.9286 และเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 23.0349% ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 26.3770

ภาพที่ 4.6

แสดงค่าความผิดพลาดแบบเอาต์พุตเป็นค่าความเร็ว



ตารางที่ 1

ตารางเปรียบเทียบผลการประมาณเวลาการเดินทางโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

| เส้นทาง (Link ID) | Mean True Travel time (sec.) | Max. Travel Time (sec.) | Linear Regression | | | | Neural Network | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (1) | (2) | (3) | (4) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| | | | RMSE (sec.) | % Mean absolute error | s.d. | C.I 95% | RMSE (sec.) | % Mean absolute error | s.d. | C.I 95% |
| 108,102, 2209 | 1018 | 2016 | 259 | 25.18 | 22.78 | ±7.54 | 368.60 | 32.42 | 33.40 | ±11.06 |
| 2617,2615, 2609 | 846 | 2513 | 223 | 19.04 | 11.07 | ±3.66 | 189.88 | 16.29 | 10.16 | ±3.36 |
| 410,215, 603 | 975 | 1553 | 201 | 17.66 | 13.76 | ±4.56 | 265.85 | 19.71 | 19.12 | ±6.33 |
| 608,609 | 1001 | 1929 | 187 | 14.26 | 16.37 | ±5.42 | 240.17 | 18.65 | 44.25 | ±14.66 |

ตารางที่ 2

**ตารางเปรียบเทียบผลการประมาณเวลาการเดินทางโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น**

| **เส้นทาง (Link ID)** | **Mean True Travel time (sec.)** | **Max. Travel Time (sec.)** | **Linear Regression** | | | **Neural Network** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **(1)** | **(2)** | **(3)** | **(1)** | **(2)** | **(3)** |
| | | | **RMSE (sec.)** | **% absolute error** | **Mean absolute error(sec)** | **RMSE (sec.)** | **% absolute error** | **Mean absolute error(sec)** |
| 108,102, 2209 | 1018 | 2016 | 259 | 20.7 | 210.9±50.8 | 368.60 | 27.8 | 284.0±78.9 |
| 2617,2615, 2609 | 846 | 2513 | 223 | 19.9 | 169.0±49.3 | 189.88 | 16.3 | 138.7±43.5 |
| 410,215, 603 | 975 | 1553 | 201 | 17.1 | 167.5±37.6 | 265.85 | 19.4 | 188.4±63.0 |
| 608,609 | 1001 | 1929 | 187 | 13.2 | 132.9±44.5 | 240.17 | 12.9 | 129.7±67.9 |

ตารางที่ 3

ตารางเปรียบเทียบผลการประมาณเวลาการเดินทางโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

| เส้นทาง | Mean True Speed (km/h) | Max. True Speed (km/h) | Min. True Speed (km/h) | Linear Regression | | | | Neural Network | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RMSE (km/h) | %Mean absolute error | s.d. | C.I 95% | RMSE (km/h) | % Mean absolute error | s.d. | C.I 95% |
| **All** | 11.58 | 28.51 | 3.20 | 3.74 | 27.52 | 29.92 | ±4.95 | 3.70 | 23.03 | 26.37 | ±4.36 |

ตารางที่ 4

ตารางเปรียบเทียบผลการประมาณเวลาการเดินทางโดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

| เส้นทาง | Mean True Speed (km/h) | Max. True Speed (km/h) | Min. True Speed (km/h) | Linear Regression | | | Neural Network | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RMSE (km/h) | % absolute error | Mean absolute error(sec) | RMSE (km/h) | % absolute error | Mean absolute error(sec) |
| **All** | 11.58 | 28.51 | 3.20 | 3.74 | 23.8 | 2.7±0.4 | 3.70 | 21.5 | 2.4±0.4 |

## 4.2 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พิจารณาจากค่าความผิดพลาดแบบต่าง ๆที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่ได้ทำการทดลอง ดังนี้คือ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเวลาการเดินทางสูงสุด ค่าเวลาการเดินทางต่ำสุด และช่วงของความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือ 95%

### 4.2.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

สมมติฐานข้อแรกคือ ข้อมูลระดับความติดขัดจากป้ายจราจรอัจฉริยะ สามารถใช้ประเมินเวลาในการเดินทางได้

การทดลองในรูปแบบเอาต์พุต คือเวลาการเดินทาง ทั้งหมด 4 เส้นทาง คือ

1)ถนนพญาไท ถนนรางน้ำ ถึงแยกปทุมวัน (Link ID 108,102, 2209)

2) ถนนสีสม หลังป้าย26 (สีลม) ถึงแยกบางรัก (Link ID 2617, 2615, 2609)

3) ถนนพหลโยธิน หลังป้ายเซ็นทรัล (ลาดพร้าว2) ถึงแยกสะพานควาย (Link ID 410, 215, 603)

4) ถนนพหลโยธิน จากเซ็นทรัลลาดพร้าว ถึงแยกเกษตร(Link ID 608, 609)

จากตารางเปรียบเทียบผลการประมาณเวลาการเดินทาง โดยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น แสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่าง ๆ ของการประมาณเวลาในการเดินทางจากทั้ง 2 เทคนิค สำหรับผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าตัวเลขของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบ

เอาต์พุตคือเวลาการเดินทาง(คำนวณแยกแต่ละเส้นทาง) หรือเอาต์พุตคือค่าความเร็ว(คำนวณรวมทุกเส้นทาง) มีความผิดพลาดไม่สูงมาก ยกตัวอย่างเช่นในเส้นทางแรกถนนพญาไท จากถนนรางน้ำ ถึงแยกปทุมวัน มีความผิดพลาดสูงที่สุดเท่ากับ 32.4248% แต่พอพิจารณา ค่าเฉลี่ยเวลาการเดินทาง เท่ากับ 1018.371 วินาที หรือประมาณ 16.9 นาที การประมาณเวลาในการเดินทางจะผิดพลาดไปประมาณ 5.42 นาที ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดที่สูงที่สุด ในเส้นทางอื่น ๆ ก็จะมีค่าความผิดพลาดลดต่ำลงมา และที่สำคัญคือการทดลองในรูปแบบเอาต์พุตคือค่าความเร็ว มีความผิดพลาดสูงที่สุดเท่ากับ 27.5272% พิจารณา ค่าความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 11.589 km/h การประมาณค่าความเร็วจะผิดพลาดไป 3.18 km/h ถึงแม้ว่าการทดลองจะ

เกิดค่าความผิดพลาดแต่เมื่อนำไปประยุกต์ใช้จริงแล้วการที่จะบอกเวลาการเดินทางที่ออกมาเป็นตัวเลขได้ แม้ว่าจะเป็นช่วงก็ตามย่อมดีกว่าการที่จะบอกถึงระดับเส้นสีของความติดขัดอย่างแน่นอน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลระดับความติดขัดจากป้ายจราจรอัจฉริยะ สามารถใช้ประมาณเวลาในการเดินทางได้

### 4.2.2 **การทดสอบสมมติฐานข้อที่** 2

สมมติฐานข้อที่ 2 วิธีการใช้เทคนิคข่ายงานประสาทเทียม ในการประมาณเวลาในการเดินทางมีความถูกต้อง มากกว่าแนวทางการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

ซึ่งจากผลการทดลองที่แสดงให้เห็นในข้อ 4.2.1 นั้น ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกต กับผลการทดลอง ซึ่งดูเหมือนว่าจะไม่เป็นไปตามสมมติฐาน คือเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมีเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ที่มากกว่า จำนวน 3 เส้นทาง แต่ด้วยการทดลองที่ใช้จำนวนชุดข้อมูลเพียง 35 ครั้ง สำหรับการทดลองเทคนิคข่ายงานประสาท และเหตุผลอีกประการคือ ระดับความติดขัดเป็นสัดส่วนเชิงเส้นกับเวลาในการเดินทางจริง ดังนั้นการประมาณเวลาในการเดินทางจากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นจึงให้ค่าความผิดพลาดที่ต่ำ ผู้วิจัยจึงทำการประยุกต์การทดลอง ด้วยการใช้จำนวนชุดข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น และพอดีตรงกับความต้องการของผู้วิจัยที่จะทำให้การประมาณเวลาการเดินทางใช้ได้กับทุกเส้นทาง

จึงทำการเปลี่ยน จากเดิมเอาต์พุตคือเวลาการเดินทาง เปลี่ยนเป็นเอาต์พุตคือค่าความเร็ว ผลการทดลองที่ได้ คือเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม มีค่าความผิดพลาดแบบต่าง ๆ ดีกว่าการวิเคราะห์สมการทดถอยเชิงเส้น

กล่าวได้ว่าเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมเมื่อมีข้อจำกัด ด้วยชุดข้อมูลจำนวนน้อยและนำไปเปรียบเทียบ เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นที่สร้างสมการเส้นตรงได้ดี ทำให้ผลการทดลองโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นมีตัวเลขที่ดีกว่า 3 เส้นทาง แต่เมื่อเพิ่มชุดข้อมูลแล้วเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมทำการประมาณได้ดีกว่าตามข้อสังเกตที่ว่าในเรื่องจำนวนของชุดข้อมูล จึงกล่าวได้ว่าผลการทดลองไม่เป็นไปตามสมมติฐานในข้อ2 เพราะว่าเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม มีค่าความผิดพลาดไม่ได้น้อยกว่าเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นในทุกกรณี