บทที่ 3

# ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ 2 แบบด้วยกันคือ การวิเคราะห์ค่าแนวโน้มของข้อมูลตามลำดับเวลา กับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบเชิงเส้น (Multiple Linear Regression Analysis) เมื่อนำวิธีการวิเคราะห์ทั้งสองแบบนี้มาใช้กับข้อมูลที่รวบรวมมาได้แล้ว จะพิจารณาผลที่ได้เพื่อสรุปว่าแบบใดจะสามารถใช้**หาค่าประมาณของพลังงานไฟฟ้า**ที่ใช้ใน**เขตต่าง ๆ** ได้ดีกว่ากัน

## การวิเคราะห์ค่าแนวโน้มตามลำดับเวลา

การวิเคราะห์ค่าแนวโน้มตามลำดับเวลาเป็นการแสดงแนวโน้มของข้อมูลตามระยะเวลาทั้งในรูปเส้นตรงและเส้นโค้ง โดยแสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับระยะเวลาในรูปสมการต่าง ๆ ดังนี้

1. สมการเส้นตรง (Linear Trend)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X$$

2. สมการเส้นโค้ง (Non - Linear Trend)

   2.1 พาราโบล่า

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X + b_2 X^2$$

   2.2 Exponential Curve

   2.2.1 $\hat{Y} = b_0 b_1^{X}$

   หรือ $\log \hat{Y} = \log b_0 + (\log b_1)X$

   2.2.2 $\hat{Y} = b_0 X^{b_1}$

   หรือ $\log \hat{Y} = \log b_0 + b_1 \log X$

2.3 Modified Exponential Curve

$\hat{Y} = k + b_0 b_1^X$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า

2.4 Gompertz Curve

$\hat{Y} = k b_0^{b_1^X}$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า

หรือ $\log \hat{Y} = \log k + (\log b_0)\, b_1^X$

2.5 Logistic Curve (Pearl - Reed Curve)

$\hat{Y} = \dfrac{1}{k + b_0 b_1^X}$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า

หรือ $\dfrac{1}{\hat{Y}} = k + b_0 b_1^X$

หรือ $\hat{Y}^* = k + b_0 b_1^X$ เมื่อ $\hat{Y}^* = \dfrac{1}{\hat{Y}}$

ในการคำนวณค่า $b_0$, $b_1$ ซึ่งเป็นตัวคงที่ที่ไม่ทราบค่าของทั้งสมการเส้นตรงและสมการเส้นโค้งจะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) เนื่องจากเส้นแนวโน้มที่ได้จากวิธีนี้จะให้ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างค่าจริงและค่าประมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการประมาณด้วยวิธีอื่น นั่นคือ $\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y})^2$ น้อยที่สุด เมื่อ $Y_i$ เป็นค่าจริงของตัวอย่างที่ i และ n เป็นขนาดตัวอย่างที่ใช้

<u>การพิจารณาเลือกเส้นแนวโน้ม</u>

หลังจากที่ได้คำนวณหาเส้นแนวโน้มด้วยสมการต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว จะเลือกเส้นแนวโน้มที่สามารถใช้ประมาณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ดีที่สุดเพียงเส้นเดียว กล่าวคือเป็นเส้นแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับค่าจริงที่สุดและสามารถที่จะนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในอนาคตได้ดีที่สุด

ในการพิจารณาว่าเส้นแนวโน้มใดจะเป็นเส้นที่ดีที่สุดนั้น จะดูว่าเส้นแนวโน้มใดมีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการกะประมาณ(Standard error of estimate) น้อยที่สุด และค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) สูงสุด โดยที่

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-k-1}}$$ , k = จำนวนตัวคงที่ ที่ ไม่ทราบค่าในสมการนั้น ๆ

และ $$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}$$

หลังจากที่เลือกสมการได้แล้ว นำสมการนั้นมาทดสอบนัยสำคัญภายใต้สมมติฐาน

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots\ldots = \beta_k = 0$ เมื่อ $\beta_i$, i=1,2,.... k เป็น regression coefficient

ตารางที่ 3.1 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบนัยสำคัญของสมการ

| สาเหตุของความแปรปรวน | d.f. | Sum of Squares | Mean Square | F |
|---|---|---|---|---|
| Regression | k | $\sum(\hat{Y}-\bar{Y})^2$ = SSR | MSR= $\frac{SSR}{k}$ | $\frac{MSR}{MSE}$ |
| Error | n-k-1 | $\sum(Y-\hat{Y})^2$ = SSE | MSE= $\frac{SSE}{(n-k-1)}$ | |
| รวม | n-1 | $\sum(Y-\bar{Y})^2$ = SST | | |

พิจารณานัยสำคัญของสมการโดยการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F จากตารางที่ degree of freedom (k, n-k-1) และระดับความมีนัยสำคัญที่ต้องการ

เมื่อทดสอบรวมทั้งสมการ และได้ผลว่ามีนัยสำคัญแล้วจะนำมาทำการทดสอบนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในสมการ โดยทดสอบนัยสำคัญของ $\beta_1, \beta_2, \ldots\ldots\ldots, \beta_k$ ซึ่งเป็น Partial regression coefficientของตัวแปรอิสระ $X_1$, $X_2$....., $X_k$ โดยใช้ t-test ภายใต้สมมติฐาน $H_0 : \beta_i = 0$, i = 1, 2, 3, ... k

<u>การวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบเชิงเส้น</u> (Multiple Linear Regression Analysis

เนื่องจากโดยทั่ว ๆ ไปการใช้ตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวในการวิเคราะห์การถดถอยให้

ผลในการพยากรณ์ถูกต้องมากกว่าการใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน โดยที่ตัวแปรอิสระที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังงานไฟฟ้าซึ่งแยกตามประเภทผู้ใช้มีดังนี้

1. จำนวนประชากร เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น การใช้กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นด้วย

2. รายได้ เมื่อรายได้เพิ่มขึ้นการใช้พลังงานไฟฟ้าก็จะมากตามขึ้นด้วย การวัดค่าของรายได้อาจจะวัดได้ในรูปของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ในราคาคงที่

3. ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย เนื่องจากการบริโภคไฟฟ้ามีลักษณะเช่นเดียวกับการบริโภคสินค้าธรรมดาทั่ว ๆ ไป ดังนั้นการบริโภคเพิ่มหรือลดจะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับราคา

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น นโยบายภายในประเทศของรัฐบาล ตลอดจนสภาวะของเศรษฐกิจภายในประเทศและต่างประเทศ เป็นต้น แต่เนื่องจากการวิจัยแบ่งออกตามเขตจำหน่าย จึงยากที่จะหาข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ ให้สอดคล้องกันได้

<u>โครงสร้างของรูปแบบสำหรับเขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง</u> การหาโครงสร้างของรูปแบบคือการหาปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความต้องการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก็คือตัวแปรอิสระในสมการคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น การเลือกปัจจัยต่าง ๆ นอกจากจะเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแล้วยังพิจารณา Scatter diagram ระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับค่าของปัจจัยนั้น ๆ ในปีเดียวกันว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ประกอบด้วย เพราะฉะนั้นโครงสร้างของรูปแบบในเขตจำหน่ายของ กฟน. แยกตามประเภทของผู้ใช้มีดังนี้

1. ประเภทบ้านอยู่อาศัย ปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ควรจะได้แก่จำนวนประชากร เพราะผู้ใช้ไฟประเภทนี้ส่วนใหญ่ก็คือประชากรนั่นเอง นอกจากนี้รายได้ก็ถือว่ามีส่วนสำคัญเพราะฉะนั้นข้อมูลที่แทนรายได้คือ ผลิตภัณฑ์ในจังหวัด (Gross Provincial Product หรือ GPP) ซึ่งในเขตจำหน่ายของ กฟน. ก็คือผลรวมของผลิตภัณฑ์

**รวม**ของ 4 จังหวัด ดังได้กล่าวมาแล้ว ปัจจัยสุดท้ายที่เลือกก็คือ ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยของการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้

เมื่อพิจารณา Scatter diagram ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าประเภทนี้กับปัจจัยทั้ง 3 ที่เลือก ปรากฏว่าราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยมีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังงานไฟฟ้าในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนสองปัจจัยที่เหลือมีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังงานไฟฟ้าในทิศทางเดียวกัน

2. ประเภท**ร้านค้า** ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ ซึ่งผู้ใช้ไฟส่วนใหญ่จะเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ตามเรือนแถว ประกอบอาชีพค้าขายและบริการควรจะได้แก่ผลิตภัณฑ์ในจังหวัดสาขาค้าส่งและค้าปลีก กับสาขาบริการ เพราะจะถือว่าคือรายได้ของผู้ใช้ไฟประเภทนี้ นอกจากนี้ยังมีอีกปัจจัย ที่คาดว่าจะมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ คือราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย

เมื่อพิจารณาจาก Scatter diagram ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าประเภทนี้กับปัจจัยที่เลือกไว้ ปรากฏว่าคล้ายกับการใช้ไฟฟ้าประเภทแรก กล่าวคือ ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยจะมีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังงานไฟฟ้าในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนอีกสองปัจจัยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

3. ประเภทอุตสาหกรรม สำหรับการใช้ไฟของประเภทนี้ ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยถือว่ามีส่วนทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยจึงเลือกมาเป็นปัจจัยหนึ่ง ปัจจัยอีกอย่างก็คือการขยายตัวของสาขาอุตสาหกรรมและสาขาบริการ ซึ่งในที่นี้จะใช้ผลิตภัณฑ์ในจังหวัดสาขาอุตสาหกรรม และสาขาบริการแทนเพราะการใช้ไฟส่วนใหญ่ได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาจาก Scatter diagram ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าประเภทนี้กับปัจจัยทั้งสามดังกล่าวแล้ว จะเห็นว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับ 2 ประเภทแรกคือ

ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยมีความสัมพันธ์กับความต้องการไฟฟ้าในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนปัจจัยอื่น ๆ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

4. ประเภทอื่น ๆ เนื่องจากการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ได้ตัดเอารถรางซึ่งปัจจุบันนี้เลิกใช้แล้วออก จึงเหลือแต่ไฟถนนสาธารณะเท่านั้น การใช้ไฟประเภทนี้ไม่ค่อยจะได้เปลี่ยนแปลงตามสภาวะเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมให้มีการใช้มากหรือน้อยขึ้นกับนโยบายของรัฐบาล จึงยากที่จะหาปัจจัยที่แสดงความสัมพันธ์กับการใช้ไฟประเภทนี้ หลังจากพิจารณาตัวเลขที่มีอยู่แล้วจึงเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลคือช่วงเวลาซึ่งเป็นปี แล้วใช้ Dummy Variable ในสมการ เนื่องจากโดยปกติไฟถนนควรจะมีการใช้เพิ่มขึ้นทุกปีแต่จากข้อมูลบางปีจะลดลง สาเหตุก็เนื่องจากราคาน้ำมันสูงขึ้นเนื่องจากเกิดวิกฤตการณ์รัฐบาลมีนโยบายจะประหยัดน้ำมันก็จะให้ลดการเปิดไฟตามถนนลง ดังนั้นในการใช้ไฟประเภทนี้ได้ใส่ Dummy Variable ลงไปคือปีใดเป็นปีปกติใส่ 0 แต่ปีใดที่มีเหตุการณ์ผิดปกติจะใส่ 1

เมื่อพิจารณาจาก Scatter diagram ระหว่างความต้องการพลังงานไฟฟ้าประเภทนี้กับช่วงเวลาเป็นปี จะเห็นได้ว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น

<u>โครงสร้างของรูปแบบสำหรับเขตจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค</u> การหาโครงสร้างของรูปแบบในเขตจำหน่ายของ กฟภ. แยกตามประเภทผู้ใช้มีดังนี้

1. ประเภทบ้านอยู่อาศัยและร้านค้า การใช้ไฟประเภทนี้มีลักษณะคล้ายกับในเขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง ดังนั้นปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ในจังหวัดสาขาค้าส่งและค้าปลีก และสาขาบริการ สำหรับจำนวนประชากรนั้น ขั้นแรกได้นำมาพิจารณาด้วย แต่ในทางปฏิบัติพบว่าเมื่อนำมาพิจารณารวมกับปัจจัยทั้งสามข้างต้นจะทำให้เครื่องหมายของ regression coefficient ในสมการผิดจากความเป็นจริงไป ดังนั้นหลังจากพิจารณาแล้วจึงไม่นำปัจจัยนี้มาพิจารณารวมด้วย

เมื่อพิจารณา Scatter diagram ของความต้องการพลังงานไฟฟ้ากับปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น จะเห็นว่าราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยมีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนอีก 2 ปัจจัยจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

2. ประเภทอุตสาหกรรม ปัจจัยที่นำมาพิจารณามีลักษณะคล้ายคลึงกับประเภทอุตสาหกรรมในเขตจำหน่ายของ กฟน. คือราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ในจังหวัดสาขาอุตสาหกรรม และสาขาบริการ

เมื่อพิจารณาจาก Scatter diagram ของความต้องการพลังงานไฟฟ้ากับปัจจัยทั้งสาม จะเห็นได้ว่า 2 ปัจจัยหลังจะมีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังงานไฟฟ้าในทิศทางเดียวกัน แต่ปัจจัยแรกคือ ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยมีลักษณะค่อนข้างกระจาย เนื่องจากเป็นการรวมอุตสาหกรรมหลายขนาดเข้าด้วยกัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าการบริโภคไฟฟ้า มีลักษณะเช่นเดียวกับการบริโภคสินค้าธรรมดาทั่ว ๆ ไป เพราะฉะนั้นราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยควรจะมีส่วนเกี่ยวข้องด้วยจึงใช้ปัจจัยนี้ในการสร้างรูปแบบด้วย

3. ประเภทอื่น ๆ ปัจจัยที่นำมาพิจารณาก็เหมือนกับในเขตนครหลวง คือช่วงเวลาเป็นปี กับ Dummy Variable โดยกำหนดให้ปีที่ปกติเป็น 0 ส่วนปีที่ผิดปกติเป็น 1

เมื่อพิจารณาจาก Scatter diagram ของความต้องการพลังงานไฟฟ้ากับช่วงเวลาเป็นปี จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

<u>การพิจารณาเลือกสมการถดถอย</u> การพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามมักจะมีความถูกต้อง เชื่อถือได้มากขึ้นถ้าใช้ตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถใช้ตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องทุก ๆ ตัวได้ เนื่องจากต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมาก ฉะนั้นจึงต้องเลือกใช้สมการถดถอยที่ดีที่สุดในขอบเขตของความสามารถในการหาข้อมูลและในขอบเขตของงบประมาณที่มีอยู่ วิธีการเลือกสมการที่ดีที่สุดในที่นี้หมายถึงการพิจารณาว่า ตัวแปรอิสระตัวใดควรอยู่ในสมการ ซึ่งจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการ

ตัดสินใจ ($R^2$) มีค่าสูงพอ วิธีการพิจารณามีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น All possible regressions, Backward elimination, Forward selection, Stepwise regression แต่วิธีการที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ Stepwise regression ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งและนิยมใช้กันแพร่หลาย การวิเคราะห์โดยใช้ Stepwise regression นี้จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) สำหรับการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์