บทที่ 6

บทสรุป

6.1 วัตถุประสงค์และขอบเขต

ด้วยความตระหนักดีในความสำคัญของการวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีต่อการกำหนดแผนงานต่าง ๆ ของการพัฒนาพลังงานไฟฟ้าอันเป็นพื้นฐานสำคัญในการสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจสาขาอื่น ๆ และสังคมให้เจริญก้าวหน้า การวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาและวิเคราะห์สภาพการใช้ไฟฟ้าที่เป็นมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและหาแนวโน้มที่คาดว่าจะเป็นไปในอนาคต เฉพาะในเขตบริการของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ซึ่งได้แก่บริเวณจังหวัดกรุงเทพฯ สมุทรปราการ และนนทบุรี ด้วยการนำหลักวิชาสถิติที่เหมาะสมโดยเฉพาะทฤษฎีของ การถดถอย และ สหสัมพันธ์ มาประยุกต์กับการวิเคราะห์

แต่จากข้อมูลที่รวบรวมมาตั้งแต่ปี 2506-2508 ปรากฏว่า เขตบริการที่ปฏิบัติอยู่จริงของการไฟฟ้านครหลวงได้ครอบคลุมไปถึงบางส่วนของจังหวัดปทุมธานี และมีการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าในลักษณะขายส่งแก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อนำไปจำหน่ายต่อในจังหวัดดังกล่าวด้วย ดังนั้น จึงได้ขยายขอบเขตของการวิจัยออกไปถึงจังหวัดปทุมธานีด้วย

วัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุดของการวิจัยนี้ก็คือ การหารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ากับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมกับข้อมูลที่รวบรวมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506-2518 ของเขตนครหลวง เพื่อนำมาอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าในอดีตและเป็นแนวทางในการพยากรณ์ต่อไป

เพื่อจะให้เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการจ่ายพลังไฟฟ้ามากขึ้น และทำให้สามารถหาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้ไฟฟ้าได้เหมาะสมยิ่งขึ้น ในการหารูปแบบทางคณิตศาสตร์จึงได้ทำการวิเคราะห์โดยแยกผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 4 ประเภท คือ บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า อุตสาหกรรม และไฟถนนสาธารณะ

6.2 หลักสถิติที่นำมาวิเคราะห์

โดยทั่วไป เทคนิคทางสถิติอย่างหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กับการหารูปแบบของข้อมูลที่บันทึกมาตามเวลาก็คือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ซึ่งเป็นการหาแนวโน้มโดยขึ้นอยู่กับเวลาอย่างเดียว จากการศึกษาข้อมูลพบว่า ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ได้เปลี่ยนแปลงอย่างมีแบบแผน (pattern) ตามเวลาเท่านั้น แต่เปลี่ยนแปรไปตามภาวะเศรษฐกิจด้วย ดังนั้นจึงได้นำทฤษฎีของ Multiple Regression มาประยุกต์กับการวิเคราะห์ โดยเฉพาะวิธีของ Stepwise Regression ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่ใช้เลือกตัวแปรอิสระที่สำคัญเข้าสมการ Regression จากตัวแปรอิสระที่นำมาพิจารณาทั้งหมด

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์เบื้องต้น และเพื่อเป็นการศึกษาโดยไม่ให้การวิเคราะห์ยุ่งยากเกินไป ในการหารูปแบบทางคณิตศาสตร์จึงได้เลือกใช้สมการเพียง 2 รูป คือ

1. Standard Linear Model

2. Multiplicative Model ซึ่งแปลงรูปให้อยู่ในลักษณะเดียวกับรูปที่ 1 โดยมีตัวแปรต่าง ๆ อยู่ในค่าของ logarithm ฐาน e หรือเรียกว่า "Double Log Form"

แล้วจึงเลือกสมการที่ให้ประสิทธิภาพในการประมาณสูงกว่าจาก 2 รูปนี้ กล่าวคือ เลือกสมการที่ให้ค่า R^2 ที่สูงกว่า และ s^2 น้อยกว่า โดยถือ s^2 เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

แต่จากการใช้วิธี Stepwise Regression กับตัวแปรอิสระทั้งหมดที่นำมาพิจารณาในครั้งแรก ๆ พบว่า ตัวแปรอิสระต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าต่างก็มีความสัมพันธ์กันมาก (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย r มีค่าสูงมาก) ทำให้เครื่องหมายของค่าประมาณของ regression coefficient ที่ได้บางค่าขัดกับหลักทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ เช่น เครื่องหมายของสัมประสิทธิ์ของตัวแปร "ราคา" เป็นลบ ดังนั้นจึงได้พิจารณาแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการจัดตัวแปรอิสระที่จะนำไปเลือกด้วยวิธี Stepwise Regression เป็นชุด ๆ โดยให้ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมากอยู่คนละชุดกัน ดังนั้นวิธีการหารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้จึงเป็นวิธีผสมระหว่างวิธี Stepwise Regression กับวิธี All Possible Regressions

6.3 ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ที่สำคัญและสอดคล้องกับผลการพิจารณาแนวโน้มและโครงสร้างการ

ใช้ไฟฟ้าที่ว่า "จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เปลี่ยนแปรตามภาวะเศรษฐกิจ" คือ รูปแบบสำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เลือกได้ของแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าประกอบด้วยตัวแปรอิสระที่สามารถจะแสดงผลการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจได้ดี ซึ่งได้แก่ มูลค่าผลิตภัณฑ์รวมของจังหวัดหรือ GPP ในเขตนครหลวง (ใช้สัญญลักษณ์ว่า GP) และมูลค่าในสาขาต่าง ๆ ของ GPP นี้ ในราคาคงที่ปี 2505

นอกจากนี้สมการที่ได้ก็มีรูปง่าย ๆ แบบ Standard Linear Model ซึ่งมีประสิทธิภาพในการประมาณสูง คือค่า R^2 ที่ได้สูงมาก และค่า coefficient of variation หรือ c.v. (Standard error as a % of mean response) น้อย ยกเว้นประเภทไฟถนนสาธารณะเท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการประมาณด้อยกว่าประเภทอื่นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายการควบคุมมากกว่า

รูปของสมการที่เลือกได้ในแต่ละประเภทมีดังนี้

<u>ประเภทบ้านอยู่อาศัย</u> รูปแบบที่ได้คือ

$$\hat{L} = -250.2879 + 17.9092\ GP$$

$$R^2 = 99.59\%,\ c.v. = 3.54\%$$

ซึ่งแสดงว่า ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย (L) มีความสัมพันธ์กับมูลค่าผลิตภัณฑ์ของจังหวัดในเขตนี้ (GP) ในทิศทางเดียวกัน และมีรูปเป็นสมการเส้นตรง โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าต่อ พันล้านบาทของ GP เท่ากับ 17.9092 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง (ล้านหน่วย) และด้วยค่าคงที่ - 250.2879 ล้านหน่วย

<u>ประเภทธุรกิจการค้า</u> รูปแบบที่ได้คือ

$$\hat{C} = -253.3025 + 56.7223\ SV + 45.1336\ WR$$

$$R^2 = 99.66\%,\ c.v. = 2.78\%$$

ซึ่งแสดงว่า ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเภทนี้ (C) ขึ้นอยู่กับ GPP สาขาบริการ (SV) และ GPP สาขาค้าส่งและค้าปลีก (WR)

ประเภทอุตสาหกรรม รูปแบบที่ได้คือ

$$\hat{I} = -1198.9253 + 135.6404\ MF + 604.7317\ PA$$

$$R^2 = 99.90\%\ ,\ c.v. = 2.46\%$$

ซึ่งแสดงว่า ปัจจัยที่จะนำมาเป็นตัวแปรอิสระในรูปแบบของประเภทอุตสาหกรรมได้ดีคือ GPP สาขาอุตสาหกรรม (MF) และ GPP สาขาบริการราชการและป้องกันประเทศ (PA)

ประเภทไฟถนนสาธารณะ รูปแบบที่ได้คือ

$$\hat{S} = -10.0721 + 0.7377\ GP$$

$$R^2 = 95.08\%\ ,\ c.v. = 12.44\%$$

ถึงแม้จะขึ้นอยู่กับนโยบายการควบคุม แต่ GPP ก็ยังคงเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ไฟฟ้าประเภทนี้มากกว่าปัจจัยอื่น ๆ ที่นำมาพิจารณาทั้งหมด

เมื่อรวมความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของทุกประเภทเข้าด้วยกัน ก็จะได้ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดของเขตนครหลวง (E) ซึ่งมีรูปแบบเป็น

$$\hat{E} = -1712.5878 + 18.6469GP + 56.723SV + 45.1336WR + 135.6464\ MF + 60.7317\ GP$$

มีข้อที่น่าสังเกตจากผลการหารูปแบบที่ได้ทั้งหมดนี้คือ ถึงแม้ในการวิเคราะห์ได้นำตัวแปรอื่น ๆ เช่น "ราคาไฟฟ้า" ซึ่งเป็นปัจจัยในการกำหนดอุปสงค์ตามหลักทฤษฎีของเศรษฐศาสตร์รวมทั้งตัวแปร "เวลา" เข้าพิจารณาแล้วก็ตาม แต่ผลปรากฏว่า ตัวแปรทั้งสองนี้ไม่ได้รับเลือกเข้าสมการที่เห็นว่าเหมาะสมเหล่านี้เลย ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้ไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตอย่างหนึ่งของผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตนครหลวงนี้ ดังนั้นปัจจัยทั้งสองนี้จึงไม่ใช่ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่จะใช้เมื่อเทียบกับ GPP

นอกจากนี้ จากผลการวิเคราะห์โครงสร้างของการใช้ไฟฟ้า ซึ่งปรากฏว่า ประเภท

อุตสาหกรรมมีสัดส่วนของการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แสดงให้เห็นว่าในอนาคตการใช้ไฟฟ้าในประเภทอุตสาหกรรมนี้จะเพิ่มความสำคัญขึ้นตามลำดับ ควรแก่การสนใจของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อวางแผนให้สอดคล้องกัน เช่น ในการวางแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การวางแผนระบบจำหน่าย และการกำหนดผังเมือง เป็นต้น

6.4 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1. ได้รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทในเขตนครหลวง ทำให้สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าในอดีตและพยากรณ์แนวโน้มต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนระบบจำหน่ายพลังไฟฟ้าและอื่น ๆ สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง

2. ทำให้เห็นโครงสร้างของการใช้ไฟฟ้า

3. ได้ข้อมูลซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

4. ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชุด Stepwise Regression ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์กับการวิเคราะห์อื่น ๆ

5. ได้แนวทางสำหรับการวางแผนทางด้านไฟฟ้าให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมยิ่งขึ้น

6.5 อุปสรรคบางประการ

ก. การรวบรวมข้อมูล

-ข้อมูลทางด้านไฟฟ้า ต้องเสียเวลาในการรวบรวมข้อมูลส่วนของจังหวัดปทุมธานีมาก เพราะมีรายละเอียดปลีกย่อยหลายอย่างที่ต้องพิจารณา รวมทั้งความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลซึ่งต้องมีการปรับปรุงและตรวจสอบจากหลายหน่วยงาน

-ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม มีอุปสรรคในเรื่องการหาข้อมูลให้มีขอบเขตอยู่ใน 4 จังหวัดที่ทำการวิจัย เพราะข้อมูลส่วนใหญ่รวบรวมเป็นของทั้งประเทศ และบางอย่างไม่

เพียงพอแก่การวิเคราะห์ เช่น ดรรชนีผลิตผลทางด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องใช้ข้อมูลทางด้าน GPP แทน ถึงกระนั้นก็ยังต้องทำการประมาณเพิ่มเติม

ข. การประมวลผล

เนื่องจากการคำนวณของวิธี Stepwise Regression มีความยุ่งยากมาก จึงได้อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ ซึ่งในครั้งแรกได้อาศัยโปรแกรม Stepwise Multiple Regression ของ IBM ในการประมวลผล แต่ปรากฏว่าโปรแกรมดังกล่าวเมื่อเลือกตัวแปรอิสระเข้าไปในสมการแล้ว จะไม่มีการพิจารณาตัดออกภายหลังเลย ดังนั้นจึงได้เขียนโปรแกรม Stepwise Regression ขึ้นใหม่พร้อมทั้งทดสอบโปรแกรมตามในหนังสือ Applied Regression Analysis ของ Draper and Smith ดังแสดงไว้ในภาคผนวก จ.

6.6 ข้อเสนอแนะ

1. จากผลของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ แสดงให้เห็นว่า สาขาต่าง ๆ ของ GPP อาจจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในสาขาเดียวกันก็ได้ เช่น จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในสาขาเศรษฐกิจ "บริการ" อาจจะมีความสัมพันธ์กับ GPP สาขาบริการโดยตรง ดังนั้นถ้าได้รวบรวมข้อมูลจนมากพอที่จะศึกษาได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยหลักของ Regression จะเป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก

2. รูปแบบทางด้าน Double Log Form ถึงแม้จะไม่ใช่สมการที่เหมาะสมที่สุดที่เลือกได้ในการวิจัยนี้ แต่ตัวแปรที่เลือกได้ก็มีความหมายดีโดยเฉพาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะยาว และจากการสังเกตพบว่าค่า residual $(Y_i - \hat{Y}_i)$ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นในปีหลัง ๆ เป็นการแสดงว่าอัตราเพิ่มของการใช้ไฟฟ้าต่ออัตราเพิ่มของตัวแปรอิสระในสมการนั้นเร็วเกินไป ดังนั้นจึงน่าจะลองวิเคราะห์โดยเพิ่มกำลังมากกว่าหนึ่งของตัวแปรในค่า logarithm ฐาน e เข้าไปเป็นตัวพิจารณา เช่น $(\ln X)^2$ เป็นต้น

3. หากพิจารณาถึงผลประโยชน์ในแง่ของการวางแผนขยายและปรับปรุงระบบ

จำหน่ายพลังไฟฟ้าแล้ว การแบ่งพื้นที่การวิจัยออกเป็นเขตย่อย ๆ แล้วจึงวิเคราะห์ด้วยหลักของ Regression ด้วยข้อมูลต่าง ๆ ของพื้นที่ย่อย ๆ ที่แบ่งออกนั้นจะเป็นสิ่งที่น่าสนใจมากเช่นกัน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความหวังที่ว่า ในอนาคตเมื่อมีการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดีแล้ว จะสามารถหาข้อมูลให้เพียงพอแก่การวิเคราะห์ได้.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย