การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

นาย พิชา ศรีพระจันทร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF ELECTRICAL COST FOR HIGH-RISE BUILDING CONSTRUCTION

Mr. Picha Sriprachan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง
โดย	นาย พิชา ศรีพระจันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิชา ศรีพระจันทร์ : การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง (A STUDY OF ELECTRICAL COST FOR HIGH-RISE BUILDING CONSTRUCTION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. นพดล จอกแก้ว, 126 หน้า.

การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและงานก่อสร้างอาคารสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาข้อมูลและแนวโน้มต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รวมถึงการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ได้แก่ 1) ศึกษารูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนและปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง 2) ศึกษาปริมาณและแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนค่าก่อสร้างและ 3) ทำการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างก่อสร้างอาคารสูง โดยแยกตามประเภทของอาคาร จากการศึกษาพบว่าสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 0.87 โดยอาคารประเภทที่พักอาศัย สำนักงาน อาคารพาณิชย์ และโรงแรมมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน ส่วนแนวโน้มของสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์กับมูลค่าโครงการ โดยในช่วงที่มีการก่อสร้างงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณสูงสุด เมื่องานโครงสร้าง งานระบบและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน ทั้งนี้ยังพบอีกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของงานก่อสร้างอาคารสูง ได้แก่ ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของอาคาร จำนวนชั้นความสูงของอาคาร และระยะเวลาการก่อสร้าง นอกจากนี้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากการคาดคะเนโดยใช้วิธีสมการถดถอย มีค่าใกล้เคียงกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าซึ่งคาดคะเนโดยใช้สัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา.... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2553.....

5070411121 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS : HIGH-RISE BUILDING CONSTRUCTION/ ELECTRICAL COST/ THE ESTIMATION OF ELECTRICAL COST

PICHA SRIPRACHAN: A STUDY OF ELECTRICAL COST FOR HIGH-RISE BUILDING CONSTRUCTION. ADVISOR: ASST. PROF. NOPPADON JOKKAW, Ph.D., 126 pp.

The increasing of electrical prices affects cost of high-rise building construction. The objectives of this research are to study the electrical cost, trend of electrical cost and to forecast electrical cost of high-rise building construction. The methods of this research are 1) to study electrical payment formats, cost data collection methods, and the factors affect to electrical cost of high-rise building construction, 2) to study the quantity and trend of cumulative percentage of the electrical cost compared with cumulative percentage of construction cost and 3) to forecast the electrical cost for different types of high-rise building. The results of this research show that the average proportion between electrical cost and the value of the construction project is 0.87 percent. The proportion between electrical cost and the value of construction project for residential, office and commercial, and hotel buildings are closely. If construction project value increases, the proportion of electrical cost and the value of the construction project will decrease. However, there is a relationship between the amount of electrical cost and the value of the construction project. During the structural works, the amount of electrical cost will increase and during structural, architectural and system works, the amount of electrical cost will be maximum. The cumulative percentage of the electrical cost relate to the cumulative percentage of the high-rise building construction cost in the same direction. The amount of service space of the building, number of floors and the duration of the construction affect to the electrical cost of high-rise building construction. The electrical cost of high-rise building construction was forecasted by using linear regression equation is close to the electrical cost forecasted by using the proportion of electrical cost and value of the construction project.

Department : .....Civil Engineering..... Student's Signature .....Picha Sriprachan.....

Field of Study : ....Civil Engineering..... Advisor's Signature .....

Academic Year : ..2010.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าต้องขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำงานและคอยดูแลการทำงานวิจัยอย่างใกล้ชิด รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยาพนธ์ โดยประกอบด้วย รองศาตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง, ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ และรองศาตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้องสาวของข้าพเจ้าที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้า และขอขอบคุณเพื่อนทุกคนของข้าพเจ้าที่ช่วยเหลือข้าพเจ้าในทุกๆด้านจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบริษัทเอกชนและผู้รับเหมาทั้งหลายที่ได้ให้คำปรึกษาและเสียสละเวลาให้ความร่วมมือ ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเข้าเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง เพื่อใช้ประกอบงานวิจัย

ดังนั้น ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 3

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 คำนิยาม..... 6

2.1.1 ความหมายของอาคารสูง..... 6

2.1.2 ความหมายของพลังงาน..... 6

2.1.3 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ..... 6

2.1.4 ค่าใช้จ่ายในการทำงานและการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง..... 7

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง..... 7

2.3.1 ประเภทของพลังงานที่ใช้ในงานก่อสร้าง..... 7

2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้าง..... 8

2.3.2 สัดส่วนการใช้ต้นทุนพลังงานในงานก่อสร้าง..... 10

2.3 การคาดคะเนต้นทุนในงานก่อสร้าง..... 11

2.4 เทคนิคการลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้า..... 12

2.5 บทสรุป..... 18

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 20
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 20
3.2 วิธีการศึกษานำร่องเกี่ยวกับข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า..... 21
3.2.1 การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ..... 22
3.2.2 รูปแบบวิธีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ..... 23
3.3 วิธีการศึกษาลักษณะแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า..... 25
3.3.1 สหสัมพันธ์พหุคูณ..... 25
3.3.2 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์..... 29
3.4 วิธีการศึกษาลักษณะแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า..... 30
3.4.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ..... 30
3.4.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ..... 31
3.4.3 วิธีการคัดเลือกตัวแปร..... 31
3.4.4 สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ..... 32
3.4.5 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน..... 34
3.4.6 ความแตกต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน..... 36
3.4.7 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ..... 36
3.4.8 ขั้นตอนในการทดสอบนัยสำคัญ..... 37
3.4.9 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์..... 38
3.4.9 จำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัย..... 39
3.5 บทสรุป..... 39

บทที่ 4 การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง..... 40
4.1 รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า..... 41
4.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า..... 44
4.3 วิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในปัจจุบัน... 46
4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง..... 46
4.5 ผลการศึกษาปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง..... 49
4.6 ผลการศึกษาแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง..... 57
4.7 บทสรุป..... 69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 5 การคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า……. 70
5.1 การคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงแต่ละประเภท…… 71
5.1.1 การศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทที่พักอาศัย…….. 72
5.1.2 การศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์……. 74
5.1.3 การศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทโรงแรม…….. 76
5.2 การวิเคราะห์สมการการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงโดยการใช้สมการถดถอย…… 81
5.3 การตรวจสอบสมการต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง…….. 87
5.4 บทสรุป…….. 89

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ……. 90
6.1 สรุปผลการวิจัย…….. 90
6.2 ข้อจำกัดในการวิจัย…… 92
6.3 อุปสรรคในการวิจัย…… 92
6.4 ข้อเสนอแนะ……... 93

รายการอ้างอิง..... 94
ภาคผนวก……. 97
ภาคผนวก ก แผนงานโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง……..... 98
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติด้วย SPSS…….. 116
ภาคผนวก ค ข้อมูลต้นทุนค่าไฟฟ้าและต้นทุนก่อสร้างของหน่วยงานก่อสร้างตัวอย่าง……..... 122

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 126

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การคำนวณค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOU สำหรับบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็ก…….	13
4.1	อัตราการจ่ายค่าไฟฟ้าที่ใช้ในงานสร้างอาคารสูงแบบอัตราปกติ……..	41
4.2	อัตราการจ่ายค่าไฟฟ้าที่ใช้ในงานสร้างอาคารสูงแบบตามการใช้งาน……...	43
4.3	ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง…….....	49
4.4	รายละเอียดของโครงการตัวอย่าง…….	50
4.5	ข้อมูลแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1…….	58
4.6	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1……..	59
4.7	ข้อมูลแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 2…….	60
4.8	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2……..	61
4.9	ข้อมูลแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 3…….	62
4.10	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3……..	63
4.11	ข้อมูลแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 4…….	64
4.12	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4……..	65
4.13	ข้อมูลแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 5…….	66
4.14	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5……..	67
5.1	ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทอาคารที่พักอาศัย……...	72
5.2	ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์…….	74

ตารางที่		หน้า
5.3	ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทโรงแรม……	76
5.4	ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ……..	78
5.5	ผลการศึกษาสัดส่วนร้อยละของต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของอาคารสูงแต่ละประเภท……..	81
5.6	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม……..	83
5.7	ผลการตรวจสอบความอิสระของความคลาดเคลื่อน……	83
5.8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว…….	84
5.9	ผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ……...	84
5.10	ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ……..	84
5.11	ผลการตรวจสอบค่าความผิดปกติของข้อมูล……	85
5.12	รายละเอียดของโครงการตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ……..	87
5.13	ผลการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสมการถดถอย……...	87
5.14	ผลการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ (ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ)……	88
ก1	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 1...	99
ก2	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 2...	104
ก3	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 3...	107
ก4	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 4...	110
ก5	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 5...	114
ข1	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1……..	118
ข2	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2……..	118
ข3	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3……..	119
ข4	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4……..	119
ข5	ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5……..	120

ตารางที่		หน้า
ข6	ผลการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม……..	120
ข7	ผลการตรวจสอบความอิสระของความคลาดเคลื่อน……	121
ข8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว…….	121
ข9	ผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ……...	121
ข10	ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ……..	122
ข11	ผลการตรวจสอบค่าความผิดปกติของข้อมูล……	122
ค1	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 1...	124
ค2	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 2...	124
ค3	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 3...	124
ค4	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 4...	125
ค5	ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 5...	125

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการใช้พลังงานกับต้นทุนในการก่อสร้าง……..	1
1.2	อัตราค่าไฟฟ้าผันแปรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2553……..	2
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาในงานวิจัย……...	21
3.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงบวกแบบที่ 1……..	27
3.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงบวกแบบที่ 2……..	27
3.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงลบแบบที่ 1……	28
3.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงลบแบบที่ 2……	28
3.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงลบแบบศูนย์……...	29
4.1	ใบแจ้งค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 2.1.1…….....	42
4.2	ใบแจ้งค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 2.1.2……	42
4.3	ใบแจ้งค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 3.2.3……	44
4.4	แผนภาพวิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง…...	45
4.5	แผนภาพวิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา…..	45
4.6	ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 1……..	51
4.7	ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 2……..	52
4.8	ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 3……..	53
4.9	ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 4……..	54
4.10	ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 5……..	55
4.11	สรุปผลการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง…….	56
4.12	แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1……..	58
4.13	แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2……..	60
4.14	แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3……..	62
4.15	แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4……..	64

รูปที่		หน้า
4.16	แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5……..	66
4.17	สรุปผลการศึกษาแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง	68
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ ประเภทอาคารที่พักอาศัย…….	73
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการประเภทอาคารที่พักอาศัย……..	73
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์……	75
5.4	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์……...	75
5.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ ประเภทโรงแรม…….	77
5.6	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการประเภทโรงแรม……...	77
5.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ……	79
5.8	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการ……..	80
ก1	แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 1 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน (อาคาร A)……..	100
ก2	แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 1 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน (อาคาร S)……...	101
ก3	แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1 (อาคาร A)……	102
ก4	แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1 (อาคาร S)…….	103
ก5	แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 2 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน……	105
ก6	แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2……..	106

รูปที่		หน้า
ก7	แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 3 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน……	108
ก8	แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3……..	109
ก9	แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 4 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน……	112
ก10	แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4……..	113
ก11	แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 5 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน……	115
ก12	แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5……..	116

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

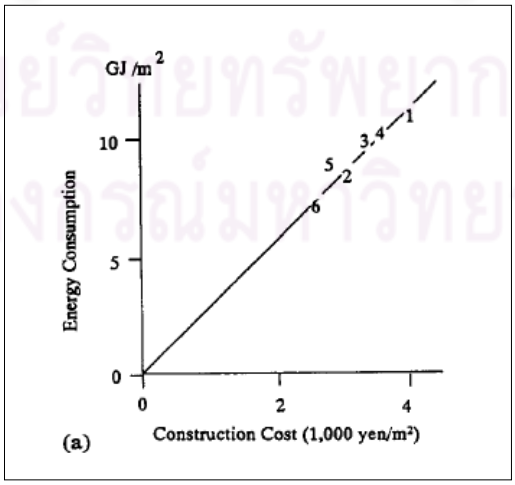
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นของมนุษย์ในปัจจุบันและทวีความสำคัญขึ้นเมื่อโลกยิ่งพัฒนามากขึ้น แหล่งพลังงานค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นแหล่งพลังงานที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีในการผลิตมากยิ่งขึ้น ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานหลายประเภทด้วยกัน แต่มีในปริมาณค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ บางครั้งวิกฤตการณ์ของโลกอาจจะทำให้ประเทศไทยได้รับอิทธิพลอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้เพราะประเทศไทยยังคงต้องมีการนำเข้าพลังงานน้ำมันและไฟฟ้า

ปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปีที่ 10 และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 ร้อยละ 2.2 โดยใช้พลังงานเชิงพานิชย์ อันประกอบด้วยน้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5 และใช้พลังงานใหม่และหมุนเวียน อันประกอบด้วยฟืน ถ่าน แกลบและกากอ้อย เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.3 และมีการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมก่อสร้างเพิ่มขึ้นจากปีก่อนถึงร้อยละ 14.9 (รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2551 (เบื้องต้น) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552)

Oka, Suzuki และ Konnya (1992) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนทางการใช้พลังงานในงานก่อสร้างอาคารและต้นทุนโครงการ พบว่า หากต้นทุนด้านการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลทำให้ต้นทุนโครงการเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.1

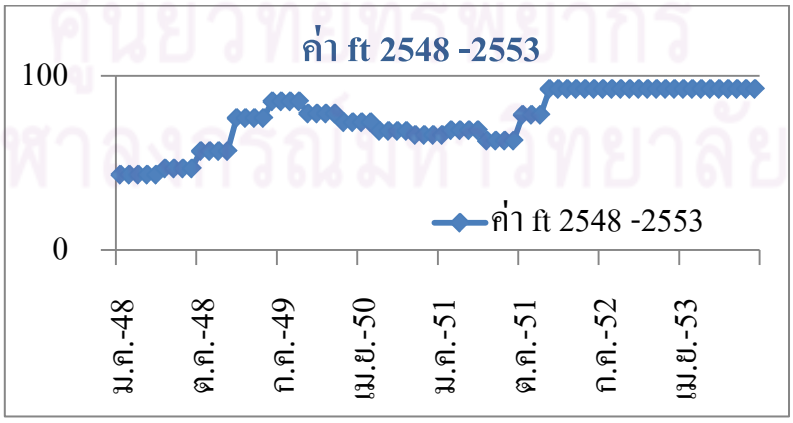


รูปที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการใช้พลังงานกับต้นทุนในการก่อสร้าง
(ที่มา: Oka et al., 1992)

จากการทำแบบสำรวจของบริษัท Komatsu America Corp. (2008) พบว่าร้อยละ 76.9 ของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นผู้ใช้เครื่องจักรในอุตสาหกรรมก่อสร้างให้ความสำคัญในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าปีก่อน และร้อยละ 43.9 กล่าวว่าค่าใช้จ่ายทางด้านการใช้พลังงานเป็นส่วนสำคัญของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หรือประมาณร้อยละ 30 ถึง 40 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับผู้ที่ทำการตอบแบบสอบถามหัวข้อเดียวกันนี้ในปีก่อน ซึ่งมีเพียงร้อยละ 13.6 นอกเหนือจากนั้นในปี ค.ศ. 2008 มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนร้อยละ 12.1 กล่าวว่าค่าใช้จ่ายทางด้านการใช้พลังงานเพิ่มเป็นมากกว่าร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ซึ่งมากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามในลักษณะเดียวกันนี้ที่มีเพียงร้อยละ 9.1 ในปีก่อน

งานก่อสร้างอาคารสูงเป็นงานที่ใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในการก่อสร้างเป็นจำนวนมาก และปริมาณงานก่อสร้างอาคารสูงภายในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ดังเห็นได้จากการออกใบอนุญาตก่อสร้างอาคารสูงเพื่อที่อยู่อาศัยทั่วประเทศใน 3 ไตรมาสแรกของปี พ.ศ.2551 พบว่ามีจำนวนมากถึง 11.6 ล้านตารางเมตร โดยเฉพาะภายในเขตกรุงเทพมหานครมีจำนวนโครงการถึง 6.1 ล้านตารางเมตร (ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์, 2551)

เนื่องด้วยพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้างอาคารสูง และอัตราค่าไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เนื่องจากราคาน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้ามีราคาเพิ่มขึ้นมาก ส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องต่อค่าไฟฟ้าผันแปร โดยเพิ่มขึ้นจากอัตรา 56.83 สตางค์ต่อหน่วย ในปี พ.ศ.2548 เป็น 92.55 สตางค์ต่อหน่วย ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2552) จากการเปลี่ยนแปลงของราคาพลังงานดังกล่าว เป็นผลทำให้ต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าในงานก่อสร้างนั้นเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 อัตราค่าไฟฟ้าผันแปรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 - 2553

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของอัตราราคาพลังงานไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งปัจจุบันในการคาดคะเนราคางานก่อสร้างอาคารสูง พบว่าในการคาดคะเนต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างทำได้ยาก เนื่องจากผู้ประมาณต้นทุนไม่ทราบสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้ประกอบในการคาดคะเนต้นทุน อีกทั้งยังขาดการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้อุตสาหกรรมก่อสร้างมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างจากในอุตสาหกรรมการผลิต

ดังนั้นเนื่องจากการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงของผู้รับผิดชอบในการคาดคะเนต้นทุนการก่อสร้าง การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และการศึกษาปริมาณและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในงานวิจัยนี้ สามารถช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า การคาดคะเนต้นทุนและการบริหารจัดการต้นทุนด้านการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงของวิศวกรหรือผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

1.2.2. เพื่อศึกษาลักษณะแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

1.2.3 เพื่อคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับงานก่อสร้าง ตั้งแต่งานฐานรากจนกระทั่งจบโครงการของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่านั้น โดยใช้ข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามตัวเลขในหมวดค่าไฟฟ้าหน่วยงานภายในบัญชีค่าใช้จ่ายของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงที่ทำการก่อสร้าง ภายในปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2553 และแผนงานก่อสร้างที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบเป็นแผนงานที่จัดทำโดยหน่วยงานก่อสร้างเมื่อสิ้นสุดโครงการ

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต้นทุนและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างและอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษานำร่อง (Pilot Study) เกี่ยวกับวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในการทำงานอาคารสูงตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 ราย
3. ศึกษาการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ
4. ศึกษาแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างจริงของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ
5. ศึกษาสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ

   โดยทำการศึกษาสัดส่วนระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงกับมูลค่าโครงการ จำนวน 50 โครงการ แยกตามประเภทอาคาร คือ อาคารประเภทที่อยู่อาศัย จำนวน 20 โครงการ อาคารประเภทสำนักงาน จำนวน 15 โครงการ และอาคารประเภทโรงแรม จำนวน 15 โครงการ
6. ศึกษาวิธีคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการศึกษาการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ และคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สมการถดถอยจากข้อมูลของโครงการก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ
7. สรุปและอภิปรายผล พร้อมทั้งระบุปัญหาและอุปสรรคของงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. ทำให้ทราบรูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

1.5.2. ทำให้ทราบลักษณะแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

1.5.3. ทำให้ทราบต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงจากการคาดคะเน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำนิยาม

2.1.1 ความหมายของอาคารสูง

อาคารสูงตามความหมายในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2543 หมายถึง อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ที่มีความสูงตั้งแต่ 23.00 เมตรขึ้นไป การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด (วีระเดช พะเยาศิริพงศ์, 2549)

งานอาคารสูง หมายถึง งานก่อสร้างอาคารสูงตั้งแต่ 6 ชั้น ถึง 12 ชั้น (ระเบียบการเคหะแห่งชาติ ว่าด้วย การจดทะเบียนผู้รับจ้างงานก่อสร้างของการเคหะแห่งชาติ พ.ศ. 2544)

2.1.2 ความหมายของพลังงาน

พลังงาน หมายถึง แรงงานที่ได้มาจากธรรมชาติ อาจจำแนกออกได้ตามแหล่งที่มาเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานต้นกำเนิด (Primary Energy) ได้แก่ น้ำ แสงแดด ลม เชื้อเพลิงธรรมชาติ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ ไอน้ำใต้ดิน แร่นิวเคลียร์ ไม้ฟืน แกลบ ชานอ้อย และพลังงานแปรรูป (Secondary Energy) ซึ่งได้มาโดยการนำพลังงานต้นกำเนิดดังกล่าวข้างต้นมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในลักษณะต่างกัน เช่น พลังงานไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ถ่านโค้ก แก๊สหุงต้ม เป็นต้น (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2520-2524)

2.1.3 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การลดการใช้พลังงานโดยเป็นการลดพลังงานที่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลประโยชน์ที่ได้จากให้พลังงานแก่เครื่องมือ เครื่องจักร หรือแหล่งผลิต หรือในอีกความหมายหนึ่งคือการปรับปรุงพฤติกรรม วิธีการทำงาน ขบวนการผลิตให้ดียิ่งขึ้นโดยการใช้พลังงานที่เหมาะสม (European Union, 2000)

Diesendorf (2007) กล่าวว่า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึง การทำให้มีการใช้พลังงานน้อยลง แต่ได้รับงานที่ได้จากการใช้พลังงานดังกล่าวไม่ต่างไปจากเดิม

2.1.4 ค่าใช้จ่ายในการทำงานและการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง

David (1973) ได้นิยามความหมายของค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร (Equipment Operation Cost) ว่าคือ ค่าใช้จ่ายในการทำงานหรือค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการให้กำลังแก่เครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรเดินเรียบและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้เกิดขึ้นต่อเมื่อมีการใช้งานเครื่องจักรกลเท่านั้น และค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานที่ให้กำลังแก่เครื่องจักรกลนี้ คือค่าเชื้อเพลิง (Cost of Fuel) คือค่าใช้จ่ายในการให้กำลังแก่เครื่องจักรซึ่งแต่ละเครื่องจักรอาจใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล พลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ซึ่งต้นทุนของค่าใช้จ่ายดังกล่าวอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้

Peurifoy และ Lebetter (1985) ได้ให้ความหมายของค่าใช้จ่ายในการทำงาน (Operation Cost) ไว้คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งต่างจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลา ไม่ว่าเครื่องจักรทำงานหรือไม่ก็ตาม แต่ค่าใช้จ่ายในการทำงานเกิดขึ้นต่อเมื่อเครื่องจักรมีการใช้งานเท่านั้น ค่าใช้จ่ายในการทำงานประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันและสารหล่อลื่น ค่าแรงพนักงานผู้ควบคุมเครื่องจักร การบำรุงรักษา การซ่อมแซมย่อย บางครั้งค่าใช้จ่ายในการทำงานยังรวมถึง การบำรุงรักษาใหญ่ การซ่อมแซมใหญ่ และการเปลี่ยนยาง แต่มีการคิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้รวมอยู่ในค่าใช้จ่ายในการลงทุน หรือค่าใช้จ่ายในการเป็นเจ้าของ

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง

2.2.1 ประเภทของพลังงานที่ใช้ในงานก่อสร้าง

การแบ่งประเภทของพลังงานที่ใช้ในงานก่อสร้าง มีดังต่อไปนี้

1) Oka et al. (1992) ได้แบ่งประเภทของพลังงานที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคารไว้ 2 ประเภท ดังนี้

   1.1) พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

   1.2) พลังงานจากถ่านหิน (กิโลกรัม), น้ำมันประเภทต่างๆ (ลิตร) และก๊าซธรรมชาติ (ลูกบาศก์เมตร)

2) Matthews et al. (2005) ได้แบ่งประเภทของพลังงานที่ใช้ในงานก่อสร้างเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

   2.1) น้ำมันดีเซล (แกลอน)

   2.2) พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

   2.3) ก๊าซธรรมชาติ (ลูกบาศก์ฟุต)

3) กรมส่งเสริมและพัฒนาการใช้พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ปี พ.ศ. 2550 แบ่งประเภทของพลังงานที่ใช้ในงานก่อสร้าง ได้ 2 ประเภทดังนี้

3.1) น้ำมันสำเร็จรูป (ล้านลิตร) ซึ่งรวมการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว น้ำมันเตา และน้ำมันประเภทอื่นเข้าด้วยกัน

3.2) พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้าง

Azhar et al. (2008) พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้างเกินกำหนด มีดังต่อไปนี้

1. ความผันผวนของราคาวัตถุดิบ
2. ความไม่คงที่ของต้นทุนของวัสดุการผลิต
3. การฉ้อโกง
4. การจัดหาเงินและการชำระเงินเพื่อเสร็จสิ้นงาน
5. ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรสูง
6. การวางแผนที่ไม่เหมาะสม
7. อัตราดอกเบี้ยที่กำหนดโดยธนาคารคิดค่าบริการจากเงินให้สินเชื่อโดยผู้รับเหมาที่ได้รับ
8. การเปลี่ยนแปลงการออกแบบ
9. ระยะเวลานานระหว่างการออกแบบและเวลาของการเสนอราคาหรือการประมูล
10. ขาดการประสานงานระหว่างทีมงานออกแบบและ ผู้รับเหมาทั่วไป
11. ขาดการประสานงานระหว่างผู้รับเหมาทั่วไป และผู้รับเหมาช่วง
12. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรสูง
13. ค่าใช้จ่ายของแรงงานที่มีทักษะสูง
14. ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง
15. การควบคุมอุตสาหกรรมการก่อสร้างโดยบริษัทต่างชาติ
16. การจัดการสัญญา
17. ระยะเวลาของสัญญา ไม่เพียงพอ
18. นโยบายของรัฐบาลที่ไม่เหมาะสม
19. การผลิตที่ไม่เพียงพอของวัตถุดิบใน ประเทศ
20. การควบคุมทางการเงินไม่ดีในหน่วยงานก่อสร้าง
21. ไม่มีข้อมูลต้นทุนการก่อสร้าง
22. ขั้นตอนที่ไม่เหมาะสมตามสัญญา
23. การทำงานเพิ่มเติม
24. วิธีการประมาณราคาที่ผิด

25. ประมาณค่าใช้จ่ายที่ไม่ถูกต้อง
26. ความสัมพันธ์ไม่ดีระหว่างการบริหารจัดการและแรงงาน
27. ขโมยและของเสียในหน่วยงานก่อสร้าง
28. แรงงานไม่เพียงพอพร้อมที่จะใช้ทักษะ
29. การระงับข้อพิพาทในหน่วยงานก่อสร้าง
30. ผลกระทบของสภาพอากาศ
31. ระบบราชการในการเสนอราคาหรือวิธีการประมูล
32. วิธีการจัดซื้อจัดจ้างการเสนอราคาที่ต่ำสุด
33. การดำเนินคดี
34. กิจกรรมการก่อสร้างจำนวนมากที่เกิดขึ้นพร้อมกัน
35. การเปลี่ยนแปลงขอบเขตงานโดยไม่ศึกษาสัญญาเบื้องต้นให้เพียงพอ
36. ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการออกแบบใหม่และรูปแบบครอบคลุมจากการเปลี่ยนแปลงในช่วงสั้น ๆ
37. การตรวจสอบหน่วยงานก่อสร้างที่ไม่เพียงพอ
38. การศึกษาข้อมูลก่อนเริ่มโครงการที่ไม่เพียงพอ
39. การถูกพักการทำงานเนื่องจากความขัดแย้ง
40. ความคลุมเครือของสัญญาหรือเอกสาร
41. นโยบายผู้รับเหมาที่ไม่เหมาะสม
42. การจัดการโครงการไม่ดีหรือการควบคุมค่าใช้จ่ายไม่ดี

จากการศึกษาข้างต้น พบว่าปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการใช้ต้นทุนการก่อสร้างเกินกำหนดและเกี่ยวข้องกับการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า คือ การคาดคะเนต้นทุนที่ผิดพลาด ดังนั้นหากต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานก่อสร้างอาคารสูงผิดไปจากที่คาดการณ์ไว้มีผลทำให้งบประมาณที่เตรียมไว้ไม่พอกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้

Memon et al. (2010) นำเสนอผลการสำรวจแบบสอบถามดำเนินการของบุคลากรของที่ปรึกษาด้านการบริหารจัดการโครงการ (PMC) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางสถิติเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้าง ซึ่งสรุปได้ว่า กระแสเงินสดและปัญหาทางการเงินต้องเผชิญกับผู้รับเหมาก่อสร้างและที่ปรึกษาโครงการของผู้รับเหมาที่ไม่ดี การจัดการประสบการณ์ผู้รับเหมาไม่เพียงพอ ขาดแคลนแรงงานก่อสร้าง การวางแผนที่ไม่ถูกต้องและการกำหนดเวลาผิดพลาดของผู้รับเหมา เป็นปัจจัยที่มีผลมากที่สุด ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงในขอบเขตของโครงการและการเปลี่ยนแปลงการออกแบบเป็นประจำ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้างน้อย การวิเคราะห์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนแสดงให้เห็นว่า การวางแผน

ที่ไม่ถูกต้องและการกำหนดเวลาก่อสร้างโดยผู้รับเหมามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกที่ดีกับการจัดการหน่วยงานก่อสร้างของผู้รับเหมาที่ไม่ดี การกำกับดูแลและประสบการณ์ไม่เพียงพอของผู้รับเหมามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกที่ดีกับการวางแผนที่ไม่ถูกต้อง การจัดตารางและการจัดการหน่วยงานก่อสร้างของผู้รับเหมาที่ไม่ดีและการควบคุมดูแลการเปลี่ยนแปลงในขอบเขตของโครงการ มีความสัมพันธ์ที่เชิงบวกกับการเปลี่ยนแปลงการออกแบบบ่อย

Trost et al. (1998) พบว่า การคาดคะเนต้นทุนก่อสร้างของอาคารมีสองวิธี ได้แก่ 1) การให้รูปแบบค่าใช้จ่ายที่มีความสูงอาคารได้รับผลกระทบจากเทคโนโลยีการก่อสร้าง การออกแบบอาคาร ความต้องการและสัมประสิทธิ์การออกแบบของสถาบันวิชาชีพมีบทบาทสำคัญ 2) การประมาณราคาค่าก่อสร้างที่มีรูปแบบการสร้างความสูงจากข้อมูลที่หาได้ง่าย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าจำนวนชั้นความสูงมีผลต่อต้นทุนก่อสร้างอาคาร

Oka et al. (1992) พบว่าปริมาณพื้นที่ใช้สอยของอาคารมีความสัมพันธ์กับปริมาณพลังงานที่ใช้สำหรับการก่อสร้าง หากอาคารมีพื้นที่ใช้สอยปริมาณมาก พลังงานที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างมีปริมาณมากตามไปขึ้นด้วย

2.2.3 สัดส่วนการใช้ต้นทุนพลังงานในงานก่อสร้าง

ผลการศึกษาตามงานวิจัยของการหาปริมาณการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง มีดังต่อไปนี้

Nassen et al. (2006) ได้ทำการวิจัย พบว่ากิจกรรมการก่อสร้างอาคารหลายชั้นใช้พลังงานประมาณ 0.2 – 0.5 GJ/m^2

Matthew et al. (2005) ทำการวิเคราะห์รายงานการสำรวจการใช้ทรัพยากรและพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2000 (US DOC ,2000) ซึ่งเป็นการสำรวจข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997 ถึงปี ค.ศ.2000 พบว่าสถิติค่าใช้จ่ายเมื่อไม่รวมค่าแรงที่ใช้ในการก่อสร้าง (non-labor expenses) มีค่าประมาณ 475,000 ล้านดอลลาร์ เป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานคิดเป็น 10,260 ล้านดอลลาร์ โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำมัน 7,450 ล้านดอลลาร์ ค่าใช้จ่ายในการใช้ก๊าซธรรมชาติ 515 ล้านดอลลาร์ และค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า 1,740 ล้านดอลลาร์ ซึ่งเมื่อนำค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเทียบกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทั้งหมด พบว่ามีค่าประมาณร้อยละ 2 ของต้นทุนในการก่อสร้าง โดยแยกตามประเภทการก่อสร้างได้ดังนี้ คือ งานก่อสร้างหนัก (Heavy Construction) คิดเป็นร้อยละ 5 งานอาคารที่พักและที่อยู่อาศัยทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 0.8 และงานก่อสร้างลักษณะพิเศษอื่นๆ (Special trade contract) คิดเป็นร้อยละ 3 และเมื่อตรวจสอบความต้องการพลังงานเมื่อเทียบเป็นหนึ่งหน่วยพลังงาน (BTU) ในแต่ละประเภทในงานก่อสร้าง (ไฟฟ้า น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) พบว่าความต้องการใช้น้ำมันในงานก่อสร้าง คิดเป็นประมาณร้อยละ 63 ถึง 81 ความต้องการใช้ไฟฟ้า คิดเป็นประมาณร้อยละ 7 ถึงร้อยละ 20 และความ

ต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติคิดเป็นประมาณร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 17 ของความต้องการพลังงานในงานก่อสร้าง

2.3 การคาดคะเนต้นทุนในงานก่อสร้าง

AACE International Cost Estimation Classifications (1997) กล่าวถึงการประมาณต้นทุนการก่อสร้างหรือการคาดคะเนต้นการก่อสร้างไว้ ดังต่อไปนี้

การประมาณ หมายถึง การวิเคราะห์ การให้ความเห็น การพยากรณ์ หรือการคาดหมายล่วงหน้า ดังนั้นการประมาณต้นทุนจึงเป็นการวิเคราะห์ หรือการให้ความเห็นเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่คาดว่าอาจเกิดขึ้นในกระบวนการทำงานหรือกระบวนการผลิต ซึ่งอาจเป็นการทำผลิตภัณฑ์ การจัดทำโครงการ หรือการผลิตงานบริการ

การประมาณ เป็นศิลปะของการประมาณการเกี่ยวกับคุณค่าหรือค่าใช้จ่ายที่อาจเป็นไปได้ โดยอาศัยข้อมูลที่สามารถจะหาได้ในขณะนั้น ขอบเขตงานประมาณยังรวมถึงการสะสมข้อมูล การจัดทำรายงานเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย และยังครอบคลุมถึงการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับชั่วโมงแรงงานและค่าวัสดุ

การวิเคราะห์ต้นทุนเป็นกระบวนการของการตรวจสอบและประเมินผล มีการแยกองค์ประกอบค่าใช้จ่ายรวมซึ่งอยู่ในใบเสนอราคาของผู้เสนอราคา รวมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวกับการพิจารณาสามารถนำไปใช้ได้โดยการประมาณราคาจากข้อมูลค่าใช้จ่ายในอดีตและนำเสนอค่าใช้จ่ายรวมอยู่ในใบเสนอราคา การวิเคราะห์ต้นทุนสามารถทำได้เพื่อช่วยให้ผู้เสนอราคาเห็นถึงค่าใช้จ่ายแบบในฟอร์มที่นำเสนอ ซึ่งรวมถึงข้อมูลค่าใช้จ่าย การตรวจสอบและส่วนประกอบของค่าใช้จ่าย ได้แก่

1. ความจำเป็นและเหตุผลสำหรับค่าใช้จ่ายที่นำเสนอ
2. แบบฟอร์มคำเสนอซื้อของต้นทุนบนพื้นฐานของค่าใช้จ่ายในปัจจุบันและในอดีตหรือข้อมูลการกำหนดราคา
3. เทคนิคการประมาณการใช้แรงงาน วัสดุ เครื่องมือเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น

ระหว่างการประเมิน ผู้คาดคะเนต้นทุนควรใช้ข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้นและมีการเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของที่จัดทำโดยผู้เสนอราคา ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงก่อนหน้านี้โดยผู้ผลิตเดียวกันหรือทำคำเสนอซื้อ
2. ประมาณการค่าใช้จ่ายจากการทำคำเสนอซื้อก่อนหน้านี้หรือจากการเสนอซื้อแบบอื่นสำหรับรายการเดียวกันหรือคล้ายกัน
3. ประมาณการค่าใช้จ่ายประเภทอื่น ที่ได้รับในการตอบสนองต่อการชักชวน

4. อิสระของประมาณการค่าใช้จ่ายโดยบุคลากรทางเทคนิค
5. ประมาณการของค่าใช้จ่ายตามแผนงาน

จากการศึกษาข้างต้น งานวิจัยฉบับนี้เสนอการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยคาดคะเนการต้นทุนดังกล่าวจากการประมาณการของค่าใช้จ่ายตามแผนงาน เนื่องจากเป็นวิธีที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทันที

2.4 เทคนิคการลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวง (2554) ได้ให้คำจำกัดความว่า อัตราค่าไฟฟ้า TOU เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate) โดยอัตราค่าไฟฟ้าสูงในช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) ซึ่งอยู่ระหว่างเวลา 09.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ - วันศุกร์ เนื่องจากการไฟฟ้าต้องเดินเครื่องโรงกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงทุกชนิด ทั้งที่มีราคาไม่เท่ากัน เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการ แต่ในช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย (Off Peak) ระหว่างเวลา 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ - วันศุกร์ และทั้งวันของวันเสาร์ - อาทิตย์ และวันหยุดราชการที่ไม่รวมวันหยุดชดเชย ค่าไฟที่อาจมีราคาต่ำกว่า เนื่องจากการไฟฟ้าสามารถเลือกเดินเครื่องโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงราคาต่ำกว่าได้ ดังนั้น อัตราค่าไฟฟ้า TOU จึงเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่แท้จริง

อัตราค่าไฟฟ้า TOU ได้เริ่มนำมาใช้ตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 ที่ผ่านมา เพื่อลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) โดยกำหนดให้เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม และเป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 355,000 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป หรือใช้พลังไฟฟ้าเกินกว่า 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป และเมื่อกลางปี 2545 ซึ่งได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็กสามารถเลือกใช้อัตรา TOU

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 การคำนวณค่าไฟฟ้าแบบอัตรา TOUสำหรับบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็ก (การไฟฟ้านครหลวง, 2554)

ระดับแรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย		ค่าบริการ บาท/เดือน
	On Peak[1]	Off Peak[2]	
ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	4.3093	1.2246	57.95

หมายเหตุ 1. On Peak: เวลา 09.00-22.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์

2. Off Peak: เวลา 22.00-09.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์

: เวลา 00.00-24.00 น. วันเสาร์-วันอาทิตย์ และ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

สำนักงานนโยบายและพลังงาน (2554) กล่าวว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็กที่เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้า TOU มีดังนี้

1. บ้านอยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วง 800-1,500 หน่วยต่อเดือน โดยทั่วไปมีเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย 2 เครื่อง ตู้เย็น 1 เครื่อง โทรทัศน์ 1 ถึง 2 เครื่อง หม้อหุงข้าว 1 เครื่อง เครื่องซักผ้า 1 เครื่อง มีการใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลา 18.00-22.00 น. และเวลา 23.00-07.00 น.ของวันจันทร์-ศุกร์ รวมทั้งวันเสาร์-อาทิตย์ มีการใช้ไฟมากกว่าวันปกติ อัตราค่าไฟฟ้า TOU สามารถช่วยลดค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 300-400 บาท ต่อเดือน
2. บ้านที่อยู่อาศัยที่ใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 1,500 หน่วยต่อเดือน โดยทั่วไปพบว่า มีเครื่องปรับอากาศ 4 เครื่อง ตู้เย็น 3 เครื่อง โทรทัศน์ 4-5 เครื่อง หม้อหุงข้าว 3 เครื่อง เครื่องซักผ้า 1 เครื่อง มีการใช้ไฟฟ้ามาก ตั้งแต่เวลา 18.00-06.00 น. เป็นประจำทุกวัน อัตราค่าไฟฟ้า TOU สามารถช่วยลด ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 1,200-1,700 บาท ต่อเดือน

กิจการขนาดเล็กที่มีการใช้ไฟฟ้าในช่วง Off Peak มากกว่า On Peak ในสัดส่วน 60: 40 หรือมีการใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมงอย่างสม่ำเสมอ และเป็นประจำทุกวัน ได้แก่

1. อาคารพาณิชย์ที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ผู้ใช้ไฟฟ้ามักใช้ไฟฟ้ามากตั้งแต่ช่วงหัวค่ำจนถึงเช้า โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้มาก ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ พัดลม
2. กิจการการประปาจะใช้ไฟฟ้ามาก (มอเตอร์ปั๊มน้ำ) ในช่วงเวลา 18.00-04.00 น. และเวลา 06.00-20.00 น. ของวันจันทร์-ศุกร์ นอกจากนี้ในวันเสาร์-อาทิตย์ มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่าวันทำการ

3. กิจการร้านค้า หรือห้างขายสินค้าทั่วไป และใช้เป็นที่อยู่อาศัย มีการใช้ไฟฟ้ามากตั้งแต่เวลา 18.00-04.00 น. อุปกรณ์ไฟฟ้าหลักที่ใช้ ได้แก่ แสงสว่าง และความเย็น
4. กิจการร้านขายของชำ (ค้าขนส่ง) มีการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสม่ำเสมอและเป็นประจำทุกวัน
5. กิจการร้านขายอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ และเป็นบ้านอยู่อาศัย มีการใช้ไฟฟ้ามากในช่วง 18.00-24.00 น. เป็นประจำทุกวัน และมีการใช้ไฟฟ้ามากรองลงมาในช่วงหลัง 24.00 - 04.00 น.
6. กิจการสถานีบริการน้ำมัน ส่วนใหญ่เป็นกิจการที่เปิดบริการตลอด 24 ชั่วโมงทุกวัน
7. กิจการโรงแรม มีการใช้ไฟฟ้ามากตั้งแต่เวลา 21.00-06.00 น. เป็นประจำทุกวัน
8. กิจการสถานที่อยู่อาศัย เช่น บ้านเช่า แฟลต อพาร์ตเม้นท์ มีการใช้ไฟฟ้ามากในช่วงเวลา 18.00-07.00 เป็นประจำทุกวัน
9. กิจการบริการโทรศัพท์ มีการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสม่ำเสมอ และเป็นประจำทุกวัน

เพื่อการตัดสินใจของผู้ใช้ไฟฟ้าหากต้องการเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU จึงควรตรวจสอบหน่วยการใช้ไฟฟ้าของตนเองในเบื้องต้น โดยการจดบันทึกหน่วยการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องวัดมิเตอร์วันละ 2 เวลา ในช่วงวันจันทร์ - วันศุกร์ เวลา 09.00 น. ครั้งหนึ่ง และเวลา 22.00 น.อีกครั้งหนึ่ง ส่วน วันเสาร์ - วันอาทิตย์ ซึ่งเป็น Off Peak ทั้งวัน ดังนั้นเมื่อจดหน่วยวันศุกร์เวลา 22.00 น. แล้ว ให้ข้ามมาบันทึกในวันจันทร์เวลา 09.00 น. อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงนำผลการบันทึกมาคำนวณราคาตามช่วงเวลาของอัตรา TOU ซึ่งนอกจากนำไปเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าปกติเพื่อพิจารณาความเหมาะสมก่อนเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU แล้ว ยังทำให้ทราบสัดส่วนของการใช้ไฟฟ้าในช่วง On Peak และ Off Peak ด้วย

ผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับบ้านอยู่อาศัยและกิจการขนาดเล็กที่เลือกใช้อัตรา TOU อาจต้องรับภาระเกี่ยวกับเครื่องวัดแบบ TOU ซึ่งมีให้เลือก 2 แบบด้วยกัน คือ

1. การติดตั้งเครื่องวัด TOU ใหม่แทนเครื่องวัดเดิม หรือเรียกว่าระบบ RMR (Remote Meter Reading) วิธีนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถอ่านจำนวนหน่วยตามช่วงเวลาของการใช้จากมิเตอร์ TOU ได้โดยตรง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายประมาณ 17,000 - 20,000 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)
2. การดัดแปลงเครื่องวัดเดิมให้วัดหน่วย TOU ได้ หรือเรียกว่าระบบ AMR (Automatic Meter Reading) เปิดให้บริการเฉพาะผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตสามเสน คลองเตย ราษฎร์บูรณะ และนนทบุรี ที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแรกเข้าโครงการเป็นเงิน 800 บาท และ ค่าบริการ ด้านเครื่องวัดฯ เดือนละ 110 บาท (ค่าใช้จ่ายทั้ง 2 ส่วน ยังไม่รวมภาษี มูลค่าเพิ่ม)

การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า เพื่อให้ได้ประโยชน์จากอัตรา TOU

1. เปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา 22.00 - 09.00 น.
2. ใช้ไฟในช่วงเช้าให้เสร็จก่อนเวลา 09.00 น.
3. ซักผ้า รีดผ้า ในวันเสาร์ –วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการที่ไม่ใช่วันหยุดชดเชยอย่างเต็มที่ หรือ ถ้าจำเป็นต้องทำในวันปกติก็ให้ทำในช่วงก่อนเวลา 09.00 น. หรือหลังเวลา 22.00 น.
4. สำหรับกิจการที่ทำงานเป็นกะ อาจพิจารณาเลื่อนการทำงานเป็นกะกลางคืน และวันเสาร์ถึงวันอาทิตย์ โดยหยุดงานในวันธรรมดาแทน
5. ใช้ไฟฟ้าช่วง On Peak เท่าที่จำเป็น

ในการบริหารโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องคำนึงถึงการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายเป็นต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง ทางเลือกที่อาจช่วยลดต้นทุนการผลิต คือการใช้พลังงานทุกประเภทอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

การประหยัดพลังงานของโรงงาน หมายถึงการลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็น และความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้นแต่ยังเป็นความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน ยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาขาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ดังเห็นได้จากรายงานสถานการณ์พลังงานในช่วงครึ่งปีแรกของปี พศ. 2543 ระบุว่าภาคธุรกิจอุตสาหกรรมยังต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 10.3

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้เสนอแนะว่า การประหยัดพลังงานในโรงงานควรมีการดำเนินเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุด และใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูง และเงินลงทุนมาก ได้แก่

1. การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้เป็นการปรับแต่งเครื่อง และการทำงาน เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลรักษาที่

ถูกต้อง ซึ่งไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีระยะคืนทุนสั้น คือน้อยกว่า 4 เดือน

2. การปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสีย ลดน้อยลง ซึ่งต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปต้องการเงินลงทุนปานกลาง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1 ถึง 2 ปี
3. การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment) เมื่อการตรวจวิเคราะห์ขั้นต้นชี้ให้เห็นว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้งนี้ต้องมีการประเมินผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการมาตรการดังกล่าว ถ้าพบว่ามีความสอดคล้องเข้ากับเกณฑ์การลงทุนของฝ่าย บริหาร สามารถเสนอขอความเห็นชอบ ซึ่งต้องมีการลงทุนสูงโดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี

การลดต้นทุนแต่ละวิธีสามารถทำได้โดยการบริหารจัดการ การปรับปรุงการทำงาน การใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพการลดการสูญเสีย การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ในการวางแผนจัดการด้านพลังงานให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจสอบ และวิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของโรงงานที่เรียกว่า Energy Audit การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานดังกล่าวทำให้ทราบถึงสภาพการใช้พลังงาน และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปมีการปฏิบัติอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

1. การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminary Audit) เป็นการตรวจสอบรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตระบบการใช้พลังงานในปีก่อน ซึ่งทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ ตัวแปรของการใช้พลังงานในแต่ละช่วงตลอดจนรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
2. การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจแผนผังโรงงานเพื่อทราบลักษณะทั่วไปของโรงงาน กระบวนการผลิตและเครื่องจักรอุปกรณ์ พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูง ระบบการใช้พลังงานในแต่ละรูปแบบและบริเวณที่เกี่ยวข้อง และในขั้นตอนต่อมาคือ การเข้าสำรวจในโรงงานเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงาน โดยการสำรวจใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วงทำการผลิต และช่วงหยุดการผลิต รวมทั้งทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือทำให้ได้ข้อมูลสภาพการใช้พลังงานของโรงงาน

3. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด (Detailed Audit) ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น นำข้อมูลมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงานเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นช่วงเวลาอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้ทราบสภาพการทำงานและวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานโดยจัดทำสมดุลพลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และของอุปกรณ์ที่สำคัญ และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการลงทุนเพื่อหามาตรการที่เหมาะสมและเป็นไปได้

ประพันธ์ สันติวรากร (2550) กล่าวถึง แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและวัตถุประสงค์การประหยัดพลังงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายพลังงานมากกว่าการลดรับการใช้และการประหยัดพลังงานที่ดี ต้องไม่ทำให้ผลผลิตเสียหาย และสามารถรักษาความสะดวกสบายของผู้ใช้ให้อยู่ในระดับมาตรฐาน (Energy Optimization) ได้ โดยที่องค์ประกอบในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีดังต่อไปนี้

1. การลดการสูญเสียพลังงาน (Reducing) ได้แก่
   - การเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยี วัตถุดิบ
   - การปรับปรุง กระบวนการทำงาน
2. การนำพลังงานมาใช้ใหม่ (Reusing)

ศกลวรรณ เชื้อพูน และคณะ (2548) ทำการศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า แนวทางที่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มี 3 แนวทาง คือ แนวทางการเลือกใช้วิธีให้แสงสว่างที่เหมาะสม และตรงกับความต้องการสามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 12.10 การใช้โคมไฟชนิดที่ติดแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 47.19 และการใช้บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 51.84 พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้ 34,047.24 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปีลงได้ 95,329.80 บาทต่อปีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 ปี 4 วัน ดังนั้น เมื่อนำแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้ง 3 แนวทาง ที่เสนอมาใช้ร่วมกันทำให้การประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบให้แสงสว่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาเพื่อหาแนวทางการลดการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง สามารถกระทำได้โดยการนำเอาหลักการปรับลดค่าดัชนีการใช้พลังงานดังที่ได้กล่าวข้างต้นมาประยุกต์ใช้ได้

Calvert (2008) กล่าวว่า ในช่วงอายุของเครื่องจักร เกิดเวลาไร้ประสิทธิผล (Idle time) ที่ทำให้เครื่องจักรสูญเสียพลังงานไปเป็นเวลาประมาณร้อยละ 20 ของน้ำมันที่เติมลงในเครื่องจักรทั้งหมด ดังนั้นหากลดเวลาไร้ประสิทธิผลลงได้ร้อยละ 50 ของเวลาไร้ประสิทธิผลที่เกิดขึ้นทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ถึงร้อยละ 10 ของการใช้พลังงานตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักร

Matthews et al. (2005) พบว่ามาตรฐาน EPA มีผลต่อการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง เนื่องจากมาตรฐานดังกล่าว มีการจำกัดขนาดกำลังของเครื่องจักรให้เหมาะสมกับงานเพื่อให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด จึงเป็นเหตุทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในการก่อสร้างลดลง

Cheesman (1980) และ Elsila et al. (1987) วิจัยพบว่า Tower Crane ในการก่อสร้างถูกใช้ประโยชน์เพียงร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 80 ของชั่วโมงการทำงานปกติเท่านั้น

Rosenfeld และ Shapira (1996) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ tower crane ในการก่อสร้าง พบว่าเวลาในทำงานของปั้นจั่น และพบว่ามีเวลาในการหมุนตัวมากถึงร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 30 ของเวลาของการขนส่งสิ่งของในงานก่อสร้าง และได้มีการปรับปรุงโดยการสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติขึ้นทำให้สามารถลดเวลาในการหมุนตัวได้ถึงร้อยละ 10 ของเวลาการทำงานทั้งหมด

2.5 บทสรุป

จากการศึกษาพบว่า การใช้พลังงานในงานก่อสร้างอาคารสูงเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยพลังงานที่ใช้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และ ต้นทุนค่าไฟฟ้า

ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการใช้ต้นทุนการก่อสร้างเกินกำหนดและเกี่ยวข้องกับการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า คือ การคาดคะเนต้นทุนที่ผิดพลาด ดังนั้นหากต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานก่อสร้างอาคารสูงผิดไปจากที่คาดการณ์ไว้มีผลทำให้งบประมาณที่เตรียมไว้ไม่พอกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้

พื้นที่ใช้สอยและจำนวนชั้นความสูงของอาคาร มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้างและการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

นอกจากนี้ อัตราค่าไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาด้านต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในประเทศไทยยังมีไม่มาก ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงต้องการศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและเสนอการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง เพื่อทำให้ทราบถึงวิธีการจัดการข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า สัดส่วนต้นทุน

การใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ ปริมาณและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและเสนอแนะวิธีคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยอาศัยข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อให้งานวิจัยได้รับข้อมูลเพียงพอต่อการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงได้แบ่งวิธีการดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและการศึกษาวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานการศึกษามีดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง มีขั้นตอนของการศึกษาดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต้นทุนและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างและอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง
2) ศึกษานำร่อง (Pilot Study) เกี่ยวกับวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในการทำงานอาคารสูงตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 ราย
3) ศึกษาการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ
4) ศึกษาแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

   โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างจริงของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ
5) ศึกษาสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ

   โดยทำการศึกษาสัดส่วนระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงกับมูลค่าโครงการ จำนวน 50 โครงการ แยกตามประเภทอาคาร คือ อาคารประเภทที่อยู่

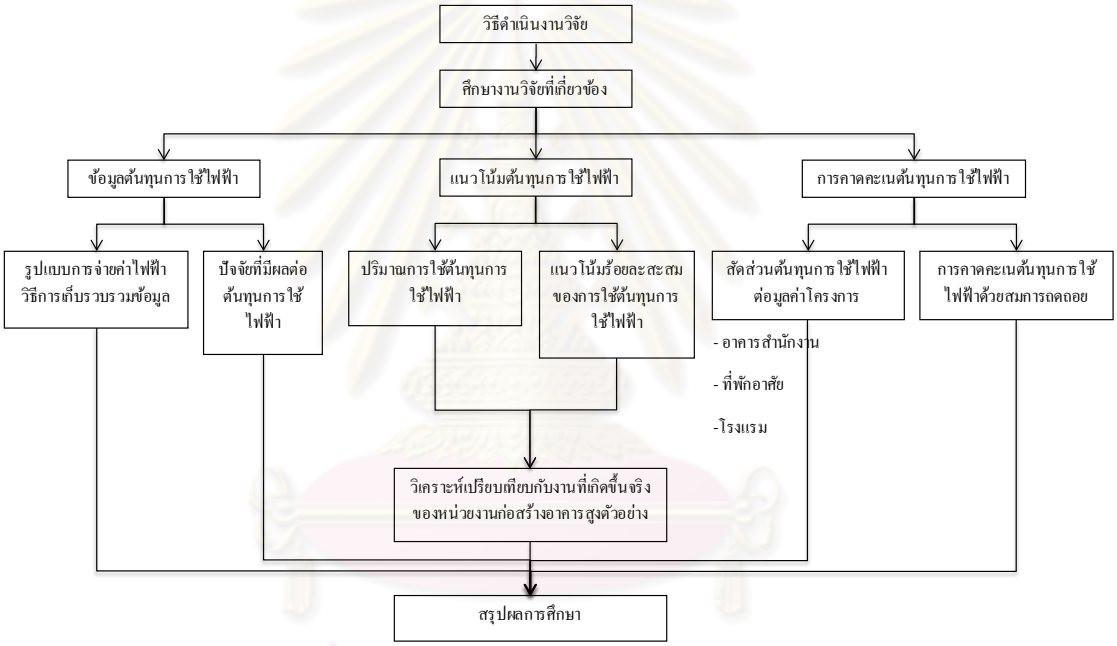
อาศัย จำนวน 20 โครงการ อาคารประเภทสำนักงาน จำนวน 15 โครงการ และอาคารประเภทโรงแรม จำนวน 15 โครงการ

6) ศึกษาวิธีคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

โดยทำการศึกษาการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ และการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สมการถดถอยจากข้อมูลของโครงการก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ

7) สรุปและอภิปรายผล พร้อมทั้งระบุปัญหาและอุปสรรคของงานวิจัย

ซึ่งขั้นตอนการศึกษาทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาในงานวิจัย

3.2 วิธีการศึกษานำร่องเกี่ยวกับข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการศึกษาค้นคว้าที่ใช้กันโดยทั่วไปในวิชาสังคมศาสตร์ เป็นรูปแบบของปฏิสัมพันธ์ผู้สอบถามและผู้ตอบ ภายใต้กฎเกณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลเป็นการสนทนาอย่างมีจุดมุ่งหมายเป็นหลัก มีความยืดหยุ่น ผู้สัมภาษณ์มีโอกาสอธิบายขยายความหรือซักถามเพิ่มเติมติดต่อกันเพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดประสงค์ของผู้สัมภาษณ์ทั้งยังสามารถเปลี่ยนสถานการณ์หรือหาทางวกกลับเมื่อผู้ตอบไม่ตรงคำถาม (สุภางค์ จันทวานิช, 2537) การสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยแบบออกเป็น 2 ประเภท มีดังนี้

3.2.1 การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ (Structured Interview or Formal Interview)

การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ มีลักษณะคล้ายแบบสอบถามเพราะคำถามถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์แบบนี้มีคำถามและข้อกำหนดตายตัว จะสัมภาษณ์ผู้ใดก็ใช้คำถามแบบเดียวกันมีลำดับขั้นตอนเรียงกันเหมือนกัน โดยปกตินักวิจัยเชิงคุณภาพมักจะไม่ใช้วิธีนี้เป็นวิธีการหลัก เพราะไม่ช่วยให้ได้ข้อมูล ที่ลึกซึ้งและครอบคลุมเพียงพอ โดยเฉพาะในแง่วัฒนธรรม ความหมาย และความรู้สึกนึกคิด

การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ (Informal Interview) เป็นแบบที่มักควบคู่กันกับการสังเกตุแบบมีส่วนร่วม ใช้วิธีการวิจัยทางชาติพันธุ์วรรณา ซึ่งต้องการข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้งเกี่ยวกับวัฒนธรรมของกลุ่มชน และข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ยังไม่ได้มีผู้รวบรวมมาก่อน ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาศึกษาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพและเข้าใจปรากฏการณ์ทางวัฒนธรรม ในการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยควรเป็นผู้สัมภาษณ์ ซึ่งสามารถรู้ถึงรูปแบบและวัตถุประสงค์ของข้อมูล การสัมภาษณ์แบบนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบย่อย คือ

- แบบที่หนึ่ง เป็นการสัมภาษณ์โดยเปิดกว้างไม่จำกัดคำตอบเพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์มีอิสระที่จะอธิบายแนวคิดของตนเอง จึงเหมาะที่จะใช้กับผู้วิจัยที่ยังไม่มีแนวคิดเฉพาะเจาะจงสำหรับข้อมูลที่ได้รับ หากแต่แนวคิดด้านทฤษฎีในเรื่องนั้นชัดเจนดีอยู่แล้ว

- แบบที่สอง เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีจุดสนใจเฉพาะ (Focus Interview) หรือการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In depth Interview) ผู้สัมภาษณ์มีจุดสนใจอยู่แล้วจึงพยายามหันความสนใจของผู้ถูกสัมภาษณ์ให้เข้าสู่จุดที่สนใจ ผู้วิจัยต้องรู้จักรวบรัดหรือตัดบทโดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เกิดความรู้สึกไม่สบายใจและไม่อยากให้ความร่วมมือ

- แบบที่สาม เป็นการสัมภาษณ์แบบตะล่อมกล่อมเกลา (Probe) โดยการซักถามส่วนลึกของความคิดออกมา ต้องใช้วาทศิลป์เพื่อให้ผู้ตอบเล่าเรื่องทั้งหมด ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่ตำรวจหรือทนายความมักนิยมใช้กัน

- แบบที่สี่ เป็นการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant Interview) โดยการกำหนดตัวผู้ตอบบางคนเป็นการเฉพาะเจาะจง เพราะผู้ตอบนั้นมีข้อมูลที่ดีลึกซึ้งกว้างขวางเป็นพิเศษเหมาะกับความต้องการของผู้วิจัย เราเรียกบุคคลนี้ว่าผู้ให้ข้อมูลสำคัญ คุณค่าของผู้ให้ข้อมูลสำคัญอยู่ที่แง่มุมในการมองปรากฏการณ์แบบคนใน (Emit) ของเขาผู้วิจัยจึงไม่ควรเอาความคิดตนเองไปใส่ในระบบความคิดของผู้ให้ข้อมูลสำคัญจนเขาสูญเสียทัศนะแบบคนใน

ขั้นตอนการสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นเตรียมการสัมภาษณ์ โดยการเลือกกลุ่มบุคคลที่ทำการสัมภาษณ์ จัดเตรียมรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง วางแผนการสัมภาษณ์ และซักซ้อมการสัมภาษณ์กับผู้อื่นก่อน

2. ขั้นเริ่มการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย แนะนำตัวเอง สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง บอกวัตถุประสงค์ พูดคุยอุ่นเครื่องก่อนการสัมภาษณ์จริง กรณีที่จะมีการบันทึกหรือใช้เครื่องบันทึกเสียงต้องแจ้งให้ผู้สัมภาษณ์ทราบด้วย

3. ขั้นสัมภาษณ์ ใช้คำถามที่เตรียมไว้ล่วงหน้า เป็นนักฟังที่ดี รู้จักป้อนคำถามได้เหมาะสม ใช้ภาษาสุภาพเข้าใจง่าย

4. ขั้นบันทึกข้อมูล และสิ้นสุดการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย การจดบันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง เจาะเฉพาะข้อมูลสำคัญ รีบทำการบันทึกการสัมภาษณ์ให้แนบไว้กับบันทึกการสัมภาษณ์นั้นด้วย

4.1 การบันทึกคำตอบ สำหรับการบันทึกคำตอบ จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยมีโอกาสเลือกได้ 2 วิธี คือ

- วิธีใช้แถบบันทึกเสียงช่วย แต่อาจทำให้สิ้นเปลืองและเป็นทางการมากเกินไป
- วิธีบันทึกการสัมภาษณ์ในขณะสัมภาษณ์และเขียนรายละเอียดภายหลัง

4.2 หลักการบันทึกคำตอบ ในการบันทึกคำตอบ ครอบคลุมข้อมูลดังต่อไปนี้

- บันทึกทัศนคติของผู้ให้สัมภาษณ์และต่อการสำรวจ
- บันทึกลักษณะปกปิดของผู้ให้สัมภาษณ์ที่อยู่อาศัยหรือองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ในชีวิตของผู้ให้สัมภาษณ์
- บันทึกองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการสัมภาษณ์ เช่น การขัดจังหวะ ความยุ่งยากเกี่ยวกับนักศึกษา ผู้ให้สัมภาษณ์ไม่ตอบคำถามบางข้อ
- บันทึกข้อมูลนอกเหนือจากคำตอบจากการสัมภาษณ์

3.2.2 รูปแบบวิธีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการนำเสนอแนวคิดและกระบวนการดำเนินงานใหม่ หากไม่สามารถนำแนวคิดและสิ่งที่นำเสนอ ใหม่นั้นไปทดลองหรือปฏิบัติจริงเพื่อประเมินความถูกต้องเหมาะสมได้ การประเมินตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้โดยผู้ทรงคุณวุฒินี้ ถือว่าเป็นวิธีการประเมินทางการศึกษาที่เรียกว่า วิพากษ์วิจารณ์ต้องอาศัยผู้ทรงคุณวุฒิติชม และเชื่อถือได้เพราะว่าเป็นการตัดสินหรือการวิพากษ์วิจารณ์โดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ในศาสตร์สาขานั้นหรือวิชาชีพนั้น เป็นสิ่งที่ยอมรับได้ (Conrad and Wilson, 1985)

ความสำคัญของวิธีการวิจัยนี้คือ จุดการวิพากษ์วิจารณ์ ได้แก่ ค่านิยม และมโนทัศน์ที่ได้จากประเพณีหรือพิสัย การทำงานประจำ และจากทฤษฎีโดยตรงและโดยอ้อมเกี่ยวกับธรรมชาติของ

มาตรฐานในการประเมินค่าและคุณภาพต่างๆ จุดการวิพากษ์วิจารณ์เหล่านี้สะสมอยู่ในตัวของผู้ทรงคุณวุฒิ รวมทั้งพื้นฐานการศึกษาและการฝึกฝนของผู้ทรงคุณวุฒิเหล่านี้ การวิจัยแบบนี้อาจใช้เทคนิคเดลฟาย คือ การสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิกลุ่มหนึ่งและรายงานผลในลักษณะข้อมูลย้อนกลับและอาจถามว่าจะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นเดิมหรือไม่ กลับไปกลับมาหลาย ๆ ครั้งจนกว่าจะเกิดความเห็นพ้องต้องกันเป็นเอกฉันท์ในปัญหาการวิจัยที่สอบถาม แล้วผู้วิจัยจึงรวบรวมข้อเสนอแนะ ข้อสรุป (ถ้ามี) และอาจเขียนรายงานด้วยก็ได้ (สุภางค์ จันทวานิช, 2537)

วิธีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิตามแนวคิดของไอส์เนอร์ (Eisner) เป็นรูปแบบการวิจัยอีกรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างจากรูปแบบการประเมินอื่น โดยไอส์เนอร์ (พรชุลี อาชวอำรุง, 2528)

ผู้พัฒนาแนวความคิดนี้ได้ชี้ถึงปัญหาที่การวิจัยการศึกษามักถูกครอบงำด้วยกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการประมาณมากเกินไป ทั้งที่ เรื่องราวทางการศึกษาหลายเรื่องเป็นปัญหาที่ละเอียดอ่อนและซับซ้อน ทั้งไอส์เนอร์เชื่อว่าการรับรู้สิ่งใดก็ตามด้วยความเท่าเทียมกัน เป็นคุณลักษณะพื้นฐานของความเป็นผู้รู้ (Connoisseurship) ด้วยเหตุผลนี้แนวทางการประเมินผลทางการศึกษาตามแนวคิดของไอสเนอร์จึงมีลักษณะพื้นฐานต่างจากแนวทางอื่น ดังนี้

1. รูปแบบที่มิได้เน้นสัมฤทธิ์ผลของวัตถุประสงค์จากรูปแบบการประเมินแบบอ้างอิงเป้าหมาย (Goal 3 Based Model) การตอบสนองปัญหาและความต้องการของผู้เกี่ยวข้องตามรูปแบบการประเมินแบบตอบสนอง (Responsive Model) อย่างใดอย่างหนึ่งแต่การประเมินโดยผู้รู้หรือผู้ทรงคุณวุฒิจะเน้นการวิเคราะห์วิจารณ์อย่างลึกซึ้งเฉพาะในประเด็นที่ถูกนำขึ้นมาพิจารณา ซึ่งไม่จำเป็นต้องเกี่ยวโยงกับวัตถุประสงค์หรือผู้ที่เกี่ยวข้องหรือกับกระบวนการตัดสินใจเสมอไป แต่อาจผสมผสานปัจจัยในการพิจารณา เข้าด้วยกันตามวิจารณญาณของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณภาพ ประสิทธิภาพหรือความเหมาะสมที่ทำการประเมิน

2. รูปแบบการประเมินที่เน้นความเป็นเฉพาะทาง (Specialization) ในเรื่องที่ประเมินโดยพัฒนามาจากการวิจารณ์ของผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น ต่อมาได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาระดับสูงในสาขาเฉพาะที่ต้องอาศัยผู้รู้ ผู้เล่นในเรื่องนั้นจริงมาเป็นผู้ประเมินผล รูปแบบนี้จึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้ประเมินผลในวงการอุดมศึกษาที่ต้องการความเชี่ยวชาญเฉพาะทางสูง

3. รูปแบบการประเมินผลที่ใช้ตัวบุคคลผู้ทรงคุณวุฒินั่นเองเป็นเครื่องมือการประเมินผลโดยเน้นความเชื่อถือว่าผู้ทรงคุณวุฒินั้นมีความเที่ยงธรรมและมีวิจารณญาณที่ดี ทั้งนี้มาตรฐานและเกณฑ์พิจารณาต่าง ๆ นั้น จะเกิดขึ้นจากประสบการณ์และความชำนาญการของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. รูปแบบที่ยอมให้มีความยืดหยุ่นในกระบวนการทำงานของผู้ทำงานของผู้ทรงคุณวุฒิตามอัธยาศัยและความถนัดของแต่ละคน นับตั้งแต่การกำหนดประเด็นที่จะพิจารณาการบ่งชี้ ข้อมูลที่ต้องการ การเก็บรวบรวม ประมวลผลและวินิจฉัยข้อมูล ตลอดจนการนำเสนอ ทั้งนี้การเลือกผู้ทรงคุณวุฒิจะเน้นที่สถานภาพทางวิชาชีพ ประสบการณ์เป็นที่เชื่อถือ (High Credibility) ของ

วิชาชีพนั้นเป็นสำคัญ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกสาระสำคัญของการวิจัยเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์สาระ (Content Analysis) และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างในแนวลึก (in- depth strured Interview)

งานวิจัยนี้ จึงเน้นการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการโดยใช้ผู้ให้ข้อมูลเป็นสำคัญและประเมินความถูกต้องด้วยประสบการณ์ของบุคคลเหล่านั้น กล่าวคือการสัมภาษณ์เจาะจงเฉพาะบุคคลที่มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างอาคารสูงมากกว่า 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 คน โดยเน้นสัมภาษณ์ถึงคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า แหล่งที่มาของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง เป็นสำคัญ

3.3 วิธีการศึกษาลักษณะแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

การศึกษาลักษณะแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ทำการศึกษาจากการเปรียบเทียบระหว่างแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างจริงของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ โดยใช้องค์ความรู้ดังต่อไปนี้

3.3.1 สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวและความสัมพันธ์นี้จะบอกค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ สหสัมพันธ์พหุคูณ (multiple correlation) เขียนแทนด้วยตัวย่อ R หรือย่อชนิดเต็มรูปเป็น R และ Y, 1, 2…k (เมื่อ k แทนจำนวนตัวพยากรณ์หรือตัวแปรอิสระ) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2552)

สหสัมพันธ์พหุคูณ ช่วยให้ทราบถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างกลุ่มของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามนั้น เป็นสหสัมพันธ์อย่างง่าย (แบบ Product-moment) ระหว่าง Y กับคะแนนพยากรณ์ Y ซึ่งเป็น Linear combination ของกลุ่มตัวพยากรณ์ X ดังสมการ

$$R = \frac{\sum yy'}{\sum y^2 + \sum y'^2} \quad \text{----------} \quad (1)$$

เมื่อ R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

Y แทน คะแนนเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตามนั่นคือ = $Y-Y'$)

y แทน คะแนนคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (นั่นคือ = $Y- Y'$)

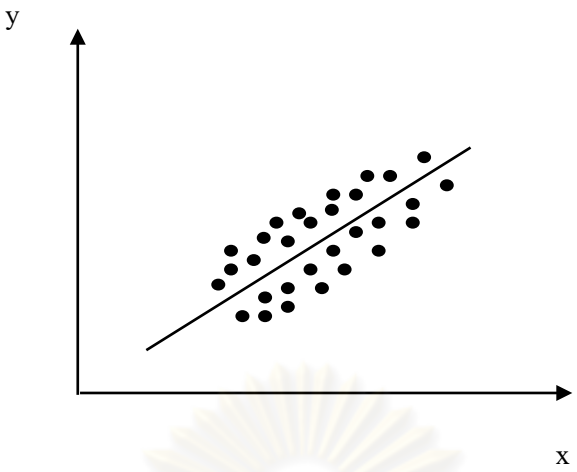
ในการคำนวณค่า R ทำโดยคำนวณคะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y') ของสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างแต่ละตัวและคำนวณหาสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนพยากรณ์ดังกล่าวกับคะแนนจริง (Y') ดังนั้น

$$R = r_{yy'} \quad \text{----------} \quad (2)$$

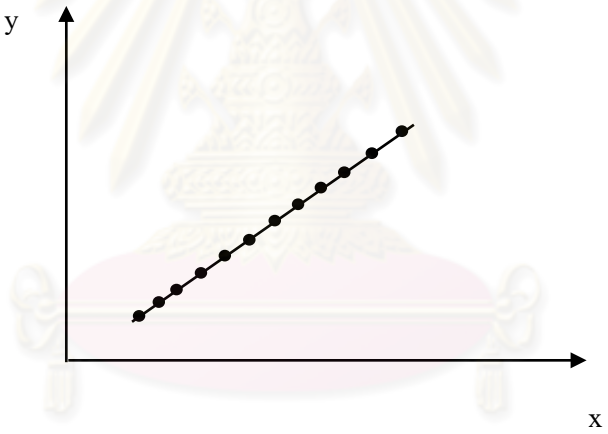
หลังจากที่คำนวณค่า R ควรทำการทดสอบหานัยสำคัญของค่า R โดยทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่า R เพื่อบ่งบอกถึงระดับความเชื่อมั่นว่า กลุ่มตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามค่า R^2 เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย สามารถบอกถึงสัดส่วนที่กลุ่มตัวแปรอิสระสัมพันธ์กับตัวแปรตาม กล่าวคือ เป็นสัดส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตามที่อาจอธิบายได้โดยกลุ่มของตัวแปรอิสระกลุ่มนั้น โดยทั่วไปอาจอยู่ในรูปร้อยละโดยใช้ค่า 100 คูณค่า R^2 ซึ่งค่า R มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง +1.00 (ไม่มีค่าที่เป็นลบ)

ลักษณะการแจกแจงที่แสดงถึงลักษณะสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ดังกล่าว (เฉพาะสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) อาจแสดงให้เห็นได้ใน 3 รูป ดังนี้

1. สหสัมพันธ์เชิงบวก (Positive Correlations) ซึ่งหมายความว่า เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลงอีกตัวแปรหนึ่งอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงบวกแบบที่ 1



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงบวกแบบที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

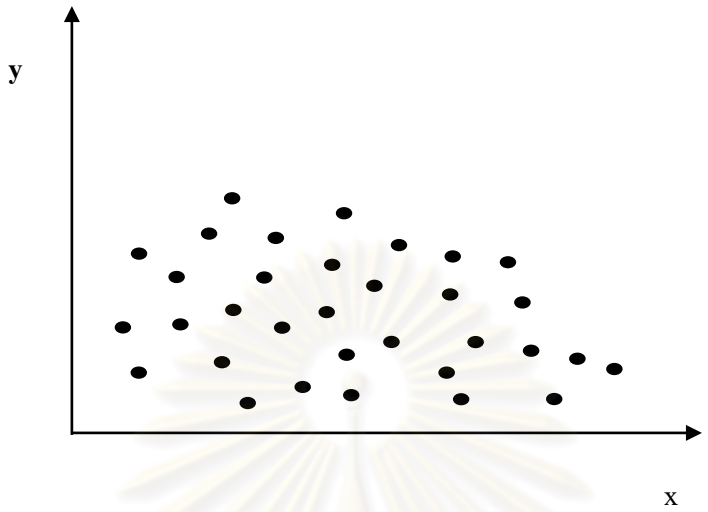
2. สหสัมพันธ์เชิงลบ (Negative Correlations) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งอาจมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5

รูปที่ 3.4 ความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงลบแบบที่ 1

รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงลบแบบที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations) หมายถึง ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์เชิงลบแบบศูนย์

กรณีตัวอย่างที่นำเสนอไปข้างต้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ซึ่งเรียกว่า สหสัมพันธ์ (Correlation) แต่ถ้าเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป อาจเรียกชื่อเฉพาะว่า สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

3.3.2 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สามารถเลือกใช้ประเภทของคะแนนได้ 4 ประเภท ได้แก่

1. ปริมาณของค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์
2. ทิศทางของความสัมพันธ์ว่าสัมพันธ์กันทางบวกหรือทางลบ
3. ทดสอบความสัมพันธ์ โดยการทดสอบสมมติฐาน
4. ค่าบอกความมากน้อยของความสัมพันธ์ ซึ่งอาจกำหนดได้ ดังนี้

ค่าสหสัมพันธ์	ความหมาย
0.85 – 1.00	มีความสัมพันธ์มากที่สุด
0.71 – 0.84	มีความสัมพันธ์มาก
0.51 – 0.70	มีความสัมพันธ์น้อย
0.00 – 0.50	มีความสัมพันธ์น้อยที่สุด

การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีหลายแบบขึ้นอยู่กับสเกลลำดับของประเภทข้อมูล ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้สูตรพื้นฐานในการคำนวณ ดังนี้

$$R^2 = \beta_1 r_{y1} + \beta_2 r_{y2} + \ldots + \beta_k r_{yk}$$

เมื่อ R^2 แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

β_1 แทน ค่าน้ำหนักเบต้าหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

r_{y1} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์) กับตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k

k แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)

(บุญชม ศรีสะอาด, 2541)

3.4 วิธีคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

วิธีคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าทำการศึกษาสัดส่วนระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงกับมูลค่าโครงการ จำนวน 50 โครงการ แยกตามประเภทอาคาร คือ อาคารประเภทที่อยู่อาศัย จำนวน 20 โครงการ อาคารประเภทสำนักงาน จำนวน 15 โครงการ และอาคารประเภทโรงแรม จำนวน 15 โครงการ

3.4.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปกับตัวแปรตาม 1 ตัว เช่น ต้องการพยากรณ์ผลการเรียนของนักศึกษาแผนกคอมพิวเตอร์ (Y) โดยใช้ตัวพยากรณ์ 3 ตัว ประกอบด้วย ความสนใจของผู้เรียน (X_1) ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (X_2) และคุณภาพการสอนของผู้สอน (X_3) เป็นต้น ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นจำนวนทั้ง 3 ตัวกับตัวแปรตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ต้องใช้สมการถดถอยในการพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคณู (Multiple Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

3.4.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) ที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ (สำราญ มีแจ้ง, 2544)

1. คะแนน Y มีการแจกแจงเป็นแบบปกติในแต่ละค่าของ X ข้อตกลงนี้ไม่คำนึงถึงค่า X จะมีการกระจายเป็นโค้งปกติ แต่ Y เป็นโค้งปกติ ข้อตกลงนี้มีประโยชน์ในการทดสอบนัยสำคัญของค่าสถิติต่าง ๆ เพราะการทดสอบค่า R หรือ b นั้นเกี่ยวพันกับค่าและในการทดสอบนัยสำคัญของสถิติเหล่านี้ ก็อาศัย F หรือ t เป็นสำคัญ ซึ่งต้องยึดถือข้อตกลงว่า คะแนนต้องกระจายเป็นโค้งปกติ

2. คะแนน Y มีความแปรปรวนเท่ากันที่แต่ละจุด X

3. ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (e) มีการแจกแจงเป็นแบบปกติและเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดโดยบังเอิญ (Random) พร้อมกับมีความแปรปรวนเท่ากันทุกจุดของ X

3.4.3 วิธีการคัดเลือกตัวแปร

วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการ เพื่อให้สมการสมารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้สูงสุด มีวิธีการคัดเลือกตัวแปรหลายวิธี ซึ่งมี 4 วิธี (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2550) ดังนี้

1. วิธีการเลือกแบบคัดเลือกเข้า (Enter Selection) วิธีการนี้เป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยใช้วิจารณญาณของผู้วิจัยในการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการ เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์มาศึกษา เมื่อคัดเลือกและเก็บข้อมูลแล้ว ทำการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อนและใช้สถิติพื้นฐานโดยเฉพาะค่าความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์และระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกันในการคัดเลือกควรคัดเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์มีค่าสูง ๆ และมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกันมีค่าน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อคัดเลือกแล้วสามารถใช้ตัวแปรพยากรณ์ทุกตัวที่เลือกวิเคราะห์ทุกตัวแปรเข้าสมการพร้อมกัน

2. วิธีการเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการก่อน ส่วนตัวแปรที่เหลือจะมีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial Correlation) โดยเป็นความสัมพันธ์เฉพาะตัวแปรที่เหลือตัวนั้นกับตัวแปรตาม โดยขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่นออก ถ้าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะนำเข้าสมการต่อไป จนกระทั่งสหสัมพันธ์แบบแยกส่วนระหว่างตัวแปรอิสระที่ไม่ได้นำเข้าสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเป็นสิ้นสุดการคัดเลือกและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

3. วิธีการเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) เป็นการนำตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมดเข้าสมการ จากนั้นขจัดตัวแปรพยากรณ์ออกทีละตัว โดยวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อขจัดตัวแปรพยากรณ์อื่น ๆ ออกแล้ว หากทดสอบค่าสหสัมพันธ์แล้วพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการขจัดออกจากสมการแล้วดำเนินการทดสอบตัวแปรที่เหลืออยู่ในสมการต่อไป จนกระทั่งสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อขจัดตัวแปรอิสระอื่นออกแล้วพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงหยุดการคัดเลือก และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

4. วิธีการคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise Selection) การคัดเลือกแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ทั้งแบบก้าวหน้าและแบบถอยหลังเข้าด้วยกัน ในขั้นแรกทำการเลือกตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการ จากนั้นทำการทดสอบตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการว่ามีตัวแปรใดบ้างมีสิทธิ์เข้ามาอยู่ในการสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) และขณะเดียวกันทำการทดสอบตัวแปรที่อยู่ในสมการด้วยว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการตัวใดมีโอกาสถูกขจัดออกจากสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) โดยกระทำการคัดเลือกผสมทั้งสองวิธีนี้ในทุกขั้นตอนจนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดที่ถูกคัดออกจากสมการและไม่มีตัวแปรใดที่ถูกนำเข้าสมการกระบวนการจึงทำการยุติและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

สำหรับงานวิจัยนี้ เลือกใช้การเลือกตัวแปรแบบคัดเลือกเข้า เพื่อทำการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณที่มีผลต่อต้นทุนค่าไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงแต่ละคู่ก่อน ถ้ามีความสัมพันธ์กันแล้วจึงนำตัวแปรทุกตัวเข้าสมการ

3.4.4 สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ทำให้ได้สมการพยากรณ์เชิงเส้นตรงในรูปคะแนนดิบดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541)

$$Y' = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k$$

เมื่อ Y' แทน คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ

$\beta_1, \beta_2 \ldots \beta_k$ แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร อิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

$X_1, X_2 \ldots X_k$ แทน คะแนนของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

k แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)

การเขียนสมการในรูปคะแนนดิบจำเป็นต้องทราบค่า a และ b เพื่อนำมาแทนค่าในสมการ

ค่า a จากสูตร

$$a = \overline{Y} - \beta_1 \overline{X}_1 - \beta_2 \overline{X}_2 - \ - \beta_k \overline{X}k$$

เมื่อ a แทน ค่าคงที่สำหรับสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$\overline{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรตาม

$\overline{X}_1, \overline{X}_2, \overline{X}_k$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง k ตามลำดับ

$\beta_1, \beta_2, \beta_k$ แทน ค่าน้ำหนักของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง k ตามลำดับ

k แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์)

ค่า β วิเคราะห์จากสูตร

$$b_j = \beta_j \frac{S_y}{S_j}$$

เมื่อ βj แทน ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ j ที่ต้องการวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก

β_1 แทน ค่าน้ำหนักเบต้าของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ j

S_y แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)

S_j แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์)

สัมประสิทธิ์การถดถอย (b) เป็นค่าที่ชี้ถึงว่า เมื่อตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) (X) ตัวนั้นเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยจะทำให้ตัวแปรตาม) เปลี่ยนแปลงไป b หน่วย

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณต้องวิเคราะห์ค่า a และ b_1 $b_2 \ldots b_k$ เพื่อนำมาแทนค่าลงในสมการ โดยถือหลักการที่ว่า ค่า b ทุกตัวต้องเป็นค่าที่ทำให้สมการพยากรณ์มีความ

คลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด นอกจากการวิเคราะห์ค่า a และ b แต่ละตัวแล้ว ควรทดสอบความนัยสำคัญของค่า b แต่ละตัวด้วย

จุดประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอย คือ เพื่อพยากรณ์ตัวแปรหนึ่ง โดยใช้ค่าที่ทราบของตัวแปรอีกตัวหนึ่ง การพยากรณ์นี้อาศัยหลักการ เช่น Y = a + bX ซึ่งมีไว้เพื่อประมาณค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า Y เมื่อทราบค่าของตัวแปร X เรียกสมการ
นี้ว่า สมการการถดถอย เมื่อทราบสมการการถดถอย เราสามารถพยากรณ์ Y จากค่า X ที่กำหนดให้ สมการการถดถอยไม่เหมือนสมการทางคณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ในแง่ที่เราไม่สามารถจะมั่นใจกับค่าของ Y ที่ได้จากสมการการถดถอย เนื่องจากค่านี้มีการคลาดเคลื่อนและเป็นเพียงค่าประมาณของค่าที่แท้จริง (Y) เท่านั้น

3.4.5 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน อาจเรียกแบบว่า Standard Error หรือตัวย่อ SE หรือชื่อเต็ม ๆ ว่า Standard Error of Sample Mean (SEM) ซึ่งชื่อเต็มก็คือ Standard Deviation of (many) Sample Means หมายถึง ค่าที่แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรมากน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วย รากที่สองของขนาดตัวอย่าง

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีหลักการมาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรหนึ่งประชากรที่มีขนาดกลุ่มประชากรเท่ากับ N แล้วสุ่มตัวอย่างมาจำนวน k ตัวอย่าง เรียกว่า การทำซ้ำตัวอย่าง (Repeated sampling) นำแต่ละตัวอย่างมาหวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เรียกว่า ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Mean of the sampling means) แล้วนำค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ Sampling distribution เพื่อศึกษาความกว้างแคบของฐานกราฟหรือคุณสมบัติการกระจาย ซึ่งการกระจายนี้เรียกว่า Distribution of Sample Means ค่าการกระจาย เรียกว่า ความคลาดเคลื่อน (Standard Error)

คุณสมบัติของการกระจายนี้นำไปใช้ประโยชน์ในวิธีการของสถิติอ้างอิงทั้งกรณีการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน (ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ค่าคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำ) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2552)

การวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ประกอบด้วย

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard Error of estimate) เขียนแทนด้วยตัวย่อ S.E.est เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนที่เหลือของ d_i การที่คะแนนสอบจริง (Y) กับคะแนนพยากรณ์ (Y') ไม่เท่ากัน แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อน

ถ้าแตกต่างกันมาก ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E.est) มีค่ามาก ถ้าใกล้เคียงกันมีค่าน้อย (บุญชม ศรีสะอาด, 2541) สูตรในการวิเคราะห์ S.E.est คือ

$$S.E.est = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-k-1}}$$

เมื่อ $S.E_{.est}$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

SS_{rest} แทน ผลรวมของกำลังสอง (Sum of squares) ของส่วนที่เหลือ (Residual) เท่ากับ Σd^2

N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

K แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

หมายเหตุ $\frac{SS_{res}}{N-k-1} = MS_{res}$

2. การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (Standard Error of b coefficients) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย เขียนแทนด้วยตัวย่อ S.E.bi เป็นค่าที่สามารถคำนวณได้หลายวิธี (บุญชม ศรีสะอาด, 2541) สูตรที่นิยมใช้ ได้แก่

$$S.E = \sqrt{\frac{S.E._{.est}^{2}}{S.E._{.Xj}(1-R_i^2}}$$

เมื่อ $S.E_{bj}$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ b_j

$S.E._{.2est}$ แทน กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

$S.E._{.xj}$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความเบี่ยงเบนของตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ j

R_{2j} แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ j ซึ่งใช้เป็นตัวแปรตามกับตัวแปรพยากรณ์อื่น ๆ ที่เหลือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.6 ความแตกต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D) เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังสองของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย ความหมาย คือ ความแตกต่างของโดยเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ย เช่น ถ้าเก็บค่าสิ่งตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งจากประชากรที่มีการกระจายแบบปกติ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจะเป็น $\overline{X}$ แต่ค่าของสิ่งที่เป็นตัวอย่างแต่ละตัวอาจมากกว่า เท่ากับหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) โดยเฉลี่ยแล้วห่างจาก ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่า S ซึ่งเราเรียกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error of Mean: SEM) หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง หมายถึง ความแตกต่างของโดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ยของประชากร โดยคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยรากที่สองของขนาดตัวอย่าง (n)

S.D. เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยที่ศึกษาในครั้งนั้น (ค่า $\overline{X}$: Statistic) ส่วน SEM เป็นการวัดการกระจายของค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เพื่อบรรยายอธิบายกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ส่วน SEM ใช้ในกรณีบรรยายอธิบายหรือสรุปลักษณะของประชากร

3.4.7 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณแล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของการถดถอย) การทดสอบนี้เป็นการทดสอบว่า ความเชื่อถือของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรโดยมีสมมติฐานหลักในการทดสอบ ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์ (H_0 : R= 0)

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย) ทดสอบโดยใช้สถิติ F จากสูตร

$$F = \frac{R^2 / K}{\left(1 - R^2\right)/(N - K - 1)}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

k แทน จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) หรือทดสอบโดยใช้สูตร

$$F = \frac{SS_{regt} / df_{reg}}{ss_{res} / df_{res}}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R

SS_{reg} แทน ผลรวมของกำลังสอง (Sum of squares) ของ Y

SS_{res} แทน ผลรวมของกำลังสอง (Sum of Squares) ของส่วนที่เหลือ (หรือของความเบี่ยงเบนของการถดถอย (ความคลาดเคลื่อน)

df_{reg} แทน Degree of freedom ของการถดถอย = k

df_{res} แทน Degree of freedom ของส่วนที่เหลือ (ความคลาดเคลื่อน = N-k-1)

จาก $SS_t = SS_{reg} + SS_{res}$

$SS_{res} = SS_t + SS_{reg}$

เมื่อ SS_t แทน ผลรวมของกำลังสองของทั้งหมดของ Y (Total sum of squares)

$= \sum Y_2$

สำหรับ SS_{reg} วิเคราะห์จากสูตร

$$SS_{reg} = \beta_1 \sum X_1 Y_1 + \beta_2 \sum X_2 Y_2 + \ldots + \beta_k \sum X_k Y_k$$

จากสูตร $F = \frac{SS_{regt} / df_{reg}}{ss_{res} / df_{res}}$ ก็คือ $F = \frac{MS_{reg}}{MS_{res}}$ นั่นเอง

3.4.8 ขั้นตอนในการทดสอบนัยสำคัญ

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่า F

จากสูตร $F = \frac{R^2 / K}{(1 - R^2)/(N - K - 1)}$ หรือ $F = \frac{SS_{regt} / df_{reg}}{ss_{res} / df_{res}}$

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าวิกฤตของค่า F จากการเปิดตาราง F โดยใช้ $df_1 = k$ และ $df_2 = N-k-1$ และที่ระดับนัยสำคัญ (α) ตามที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า F ที่ได้จากการคำนวณ กับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตาราง F ในขั้นตอนที่ 2 พิจารณา ดังนี้

ถ้าค่า F คำนวณ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤต F ตาราง แสดงว่า R มีนัยสำคัญ นั่นคือไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ว่า "ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์ " แต่ยอมรับสมมติฐานรอง (H1) ที่ว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์ เป็นการยอมรับว่าการถดถอยของ Y บน X มีนัยสำคัญทางสถิติ

ถ้าค่า F คำนวณ มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต F ตาราง แสดงว่า R ไม่มีนัยสำคัญ ก็จะยอมรับ (H_0) ที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์

3.4.9 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น
2. คำนวณค่า r_{xy} ของตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์
3. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรเกณฑ์เข้าสมการและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R)
4. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ว่าทดสอบว่าตัวแปรพยากรณ์ที่เข้าในสมการยังคงอยู่ในสมการต่อไปได้หรือไม่ด้วยสถิติ F
5. วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรพยากรณ์ (b) หรือทั้งสองอย่าง เพื่อนำมาใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์
6. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรพยากรณ์สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้หรือไม่ ด้วยสถิติ t
7. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรพยากรณ์ที่เข้าสมการ (SE_b) และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est})
8. คัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรเกณฑ์รองลงมาเข้าสมการและทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลง (R^2 change) ด้วยสถิติ F ถ้า R^2 change ไม่มีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์ไม่สามารถอยู่ในสมการพยากรณ์ได้ แต่ถ้ามีนัยสำคัญก็ดำเนินการตามข้อ 4, 5, 6 และ 7 แล้วดำเนินการต่อไปจนกว่าไม่มีตัวแปรพยากรณ์ใดเข้าในสมการ (การดำเนินการตามข้อ 8 เป็นวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได)

3.4.10 จำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องด้วยการแจกแจงปกติ (Z-test) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบค่าเฉลี่ย มีลักษณะวิธีการคำนวณคล้ายกับ การแจกแจงแบบที (t-test) แตกต่างกันตรงจำนวนประชากรที่ใช้ในการคำนวณ โดยถ้าเป็น การแจกแจงแบบปกติ จะใช้กับจำนวนประชากรที่มีมากกว่า 30 ข้อมูลขึ้นไป แต่การแจกแจงแบบที ใช้กับจำนวนประชากรที่น้อยกว่า 30 ข้อมูลซึ่งผลการคำนวณ ค่า t และ Z จะให้ค่าใกล้เคียงกันมาก โดยเฉพาะการคำนวณจากโปรแกรม SPSS ซึ่งใช้หลักการคิดจุดทศนิยมแบบเต็มจำนวน และทดสอบสมมติฐานโดยพิจารณาค่า Sig. (2-tailed) ด้วยแล้ว คำตอบที่ได้จากคำนวณ t-test กับ Z-test มักให้ค่าที่ตรงกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกันเสมอ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2548) ดังนั้น เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้มีลักษณะข้อมูลที่ใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างสมการการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า กำหนดให้มีจำนวนประชากรจำนวนเท่ากับ 30 ข้อมูล

3.5 บทสรุป

งานวิจัยนี้ ได้ใช้การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการโดยใช้ผู้ให้ข้อมูลเป็นสำคัญและประเมินความถูกต้องด้วยประสบการณ์ของบุคคลเหล่านั้น กล่าวคือการสัมภาษณ์เจาะจงเฉพาะบุคคลที่มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างอาคารสูงมากกว่า 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 คน โดยเน้นสัมภาษณ์ถึงคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า แหล่งที่มาของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าวิเคราะห์ได้จากการใช้ทฤษฎีการคาดคะเนผลของข้อมูลด้วยสมการถดถอยโดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวน 30 โครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเป็นต้นทุนของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมของโครงการ อีกทั้งในอนาคตแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอัตราค่าไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของต้นทุนการก่อสร้าง เป็นเหตุนำมาซึ่งต้นทุนที่สูงขึ้นของผู้รับเหมางานก่อสร้าง ซึ่งผลกระทบ เหล่านี้อาจนำไปสู่ต้นทุนของการดำเนินงานที่สูงขึ้น และส่งผลต่อกำไรของกิจการหรือองค์การธุรกิจ หากไม่มีการวางแผนและคาดคะเนต้นทุนในส่วนดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่า ความผิดพลาดที่มีผลต่อการวางแผนและประมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้านั้นส่วนหนึ่งเกิดจากกการขาดการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้า โดยอาศัยการศึกษานำร่องโดยการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างอาคารสูง ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 ราย ซึ่งทำการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า

4.2 วิธีการเก็บรวมรวบข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

4.3 แหล่งที่มาของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

4.4 สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอยและมูลค่าโครงการ

4.5 ปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

4.6 แนวโน้มร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้าง

4.1 รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า

รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้าตามรูปแบบของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง มี 2 รูปแบบ คือ

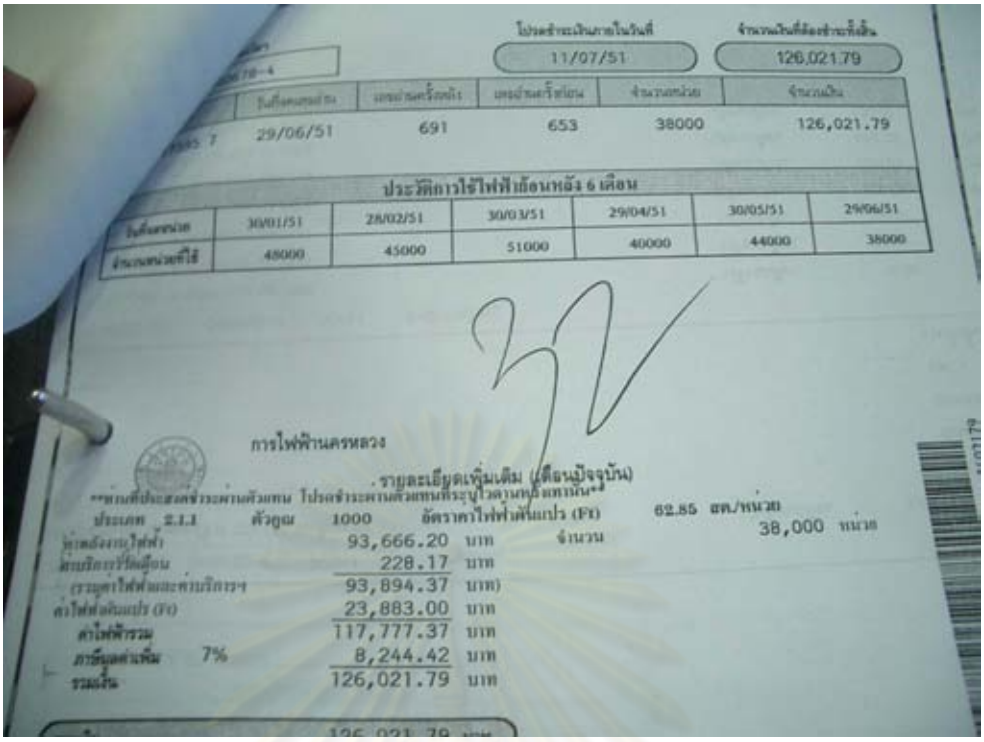
4.1.1 อัตราปกติและอัตราตามการใช้งาน ในประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานอื่นตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าสำหรับการจ่ายค่าไฟฟ้าในการจ่ายค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 2 เหมาะสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงที่มีความต้องการไฟฟ้าไม่สูงมาก หรือมีลักษณะการทำงานแบบไม่เป็นเวลาแน่นอน เพราะการจ่ายค่าไฟฟ้าในรูปแบบการจ่ายประเภทที่ 2 นั้นขึ้นกับจำนวนหน่วยการใช้งานเพียงอย่างเดียว ไม่ขึ้นกับเวลาที่ใช้งาน

ตารางที่ 4.1 อัตราการจ่ายค่าไฟฟ้าที่ใช้ในงานสร้างอาคารสูงแบบอัตราปกติ

ระดับแรงดัน	อัตราค่าไฟฟ้าจริง				การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ	
	อัตราค่าผลิตไฟฟ้า	อัตราค่าบริการระบบส่ง	อัตราค่าบริการ ระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย	ค่าบริการ	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ
	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)	(บาท/หน่วย)	(บาท/เดือน)
2.1.1 12 – 24 กิโลโวลต์ รายเดือน ค่าพลังงานไฟฟ้า	1.5765	0.3419	0.3009	228.17	-02456	-	2.4649	228.17
2.1.2 ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์ ค่าบริการรายเดือน หน่วยที่ 1 – 150 หน่วยที่ 151 – 400 ตั้งแต่ 400 หน่วยขึ้นไป	1.6437 1.6437 1.6437	0.3624 0.3624 0.3624	0.6187 0.6187 0.6187	57.95	0.8201 -0.1533 -0.3532	17.05 - - -	- 1.8047 2.7781 2.9780	40.90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ใบแจ้งค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 2.1.1

รูปที่ 4.2 ใบแจ้งค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 2.1.2

4.1.2 อัตราปกติและอัตราตามการใช้งาน ในประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง โดยผู้ใช้ไฟฟ้าต้องชำระค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ ตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Meter) เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 12 เดือน สามารถขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราปกติตามเดิม ทั้งนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์สามารถเลือกใช้อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ แต่ต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวง

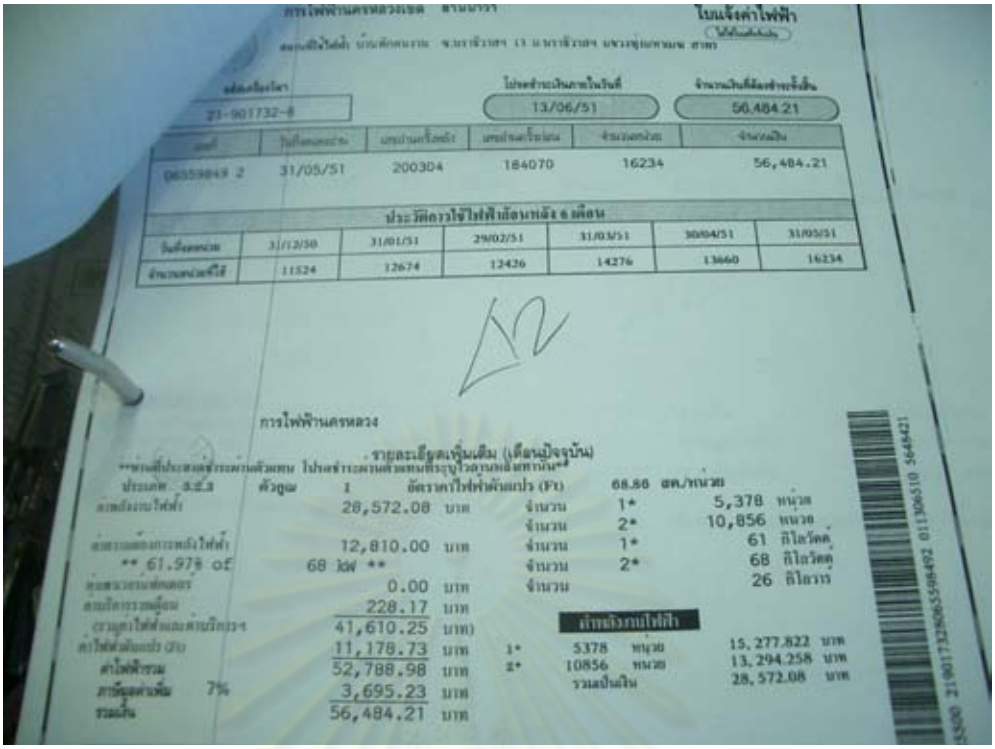
ตารางที่ 4.2 อัตราการจ่ายค่าไฟฟ้าที่ใช้ในงานสร้างอาคารสูงแบบตามการใช้งาน

ระดับแรงดัน	อัตราค่าไฟฟ้าจริง					การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		อัตราค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ		
	อัตราค่าผลิตไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		อัตราค่าบริการระบบส่ง (บาท/หน่วย) 1*	อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย) 1*	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	อัตราค่าบริการระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย) 1*	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	1*	2*						1*	2*	
12–24 กิโลโวลต์	1.9892	1.1914	0.7058	0.9296	228.17	-	-	3.6246	1.1914	228.17
ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	2.0927	1.2246	0.7481	1.9384	57.95	0.4699	-	4.3093	1.2246	57.95

หมายเหตุ 1* On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์
2* Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์
: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ และ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าการจ่ายค่าไฟฟ้ารูปแบบตามการใช้งานหรือประเภทที่ 3 เหมาะสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงขนาดใหญ่ที่มีความต้องการไฟฟ้ามาก หรือหน่วยงานก่อสร้างที่สามารถกำหนดเวลาการทำงานให้อยู่ในช่วงที่มีอัตราค่าไฟฟ้าถูกกว่าช่วงปกติได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ใบแจ้งค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติประเภทที่ 3.2.3

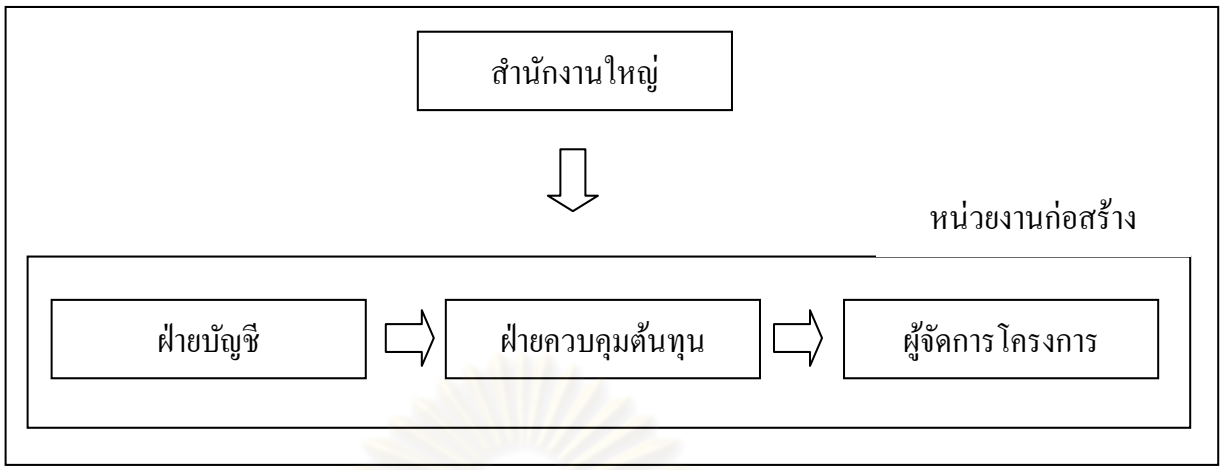
4.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในการประมาณและวางแผนต้นทุนในงานก่อสร้างอาคารสูงตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 ราย สามารถสรุปได้ว่ามีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงมี 2 แบบ ดังต่อไปนี้

4.2.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงโดยตรง สำนักงานหลักเป็นผู้โดยกำหนดให้หน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงเป็นผู้ควบคุมต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายดังกล่าว

ข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าถูกเก็บรวบรวมไว้ในรูปของใบแจ้งค่าไฟฟ้า และข้อมูลที่นำมาใช้คือค่าใช้จ่ายตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนซึ่งถูกรวบรวมไว้ในบัญชีค่าใช้จ่ายของหน่วยงานก่อสร้างในแต่ละเดือนโดยฝ่ายบัญชี และมีติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยฝ่ายควบคุมต้นทุนหรือผู้จัดการโครงการ หากเกิดความเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ฝ่ายควบคุมต้นทุนหรือผู้จัดการโครงการทำหน้าที่สั่งการโดยตรงให้มีการปรับปรุงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.4

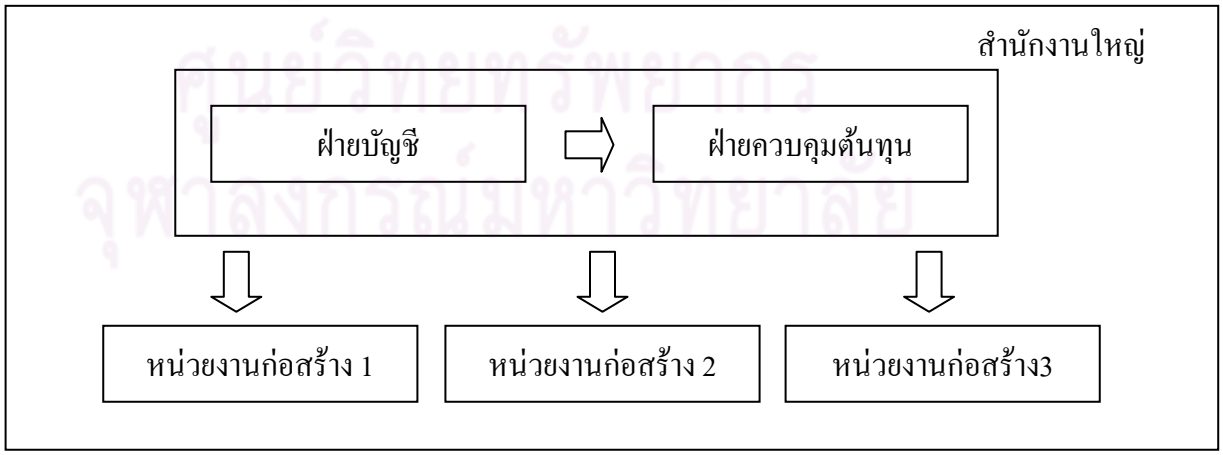


รูปที่ 4.4 แผนภาพวิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

4.2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักหลักของผู้รับเหมานี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการไฟฟ้าโดยกำหนัดให้สำนักงานหลักดูแลค่าใช้จ่ายและควบคุมต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากแต่ละหน่วยงานก่อสร้าง

ข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้านี้ถูกเก็บรวบรวมไว้ในรูปของใบแจ้งค่าไฟฟ้า และข้อมูลที่นำมาใช้คือค่าใช้จ่ายตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนซึ่งถูกรวบรวมไว้ในบัญชีค่าใช้จ่ายของหน่วยงานก่อสร้างในแต่ละเดือนโดยฝ่ายบัญชี และมีติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยฝ่ายควบคุมต้นทุน และสั่งการให้หน่วยงานก่อสร้างปรับปรุงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าหากเกิดการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่ผิดปกติ ดังแสงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนภาพวิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา

4.3 วิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในปัจจุบัน

จากการศึกษานำร่องโดยการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในการประมาณและวางแผนต้นทุนในงานก่อสร้างอาคารสูงตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไปเกี่ยวกับวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 10 ราย พบว่า

5.1.1 วิศวกรหรือผู้มีหน้าที่ในการวางแผนต้นทุนทำการประมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยประสบการณ์ซึ่งคำนวณจากร้อยละ 0.5 ถึงร้อยละ 1.0 ของมูลค่าโครงการ

5.1.2 วิศวกรหรือผู้มีหน้าที่ในการวางแผนต้นทุนทำการประมาณต้นทุนโดยการคำนวณต้นทุนการใช้ไฟฟ้ารวมเข้ากับต้นทุนค่าดำเนินงานก่อสร้างโดยไม่แยกหมวดออกมาพิจารณาจึงทำให้ยากต่อการวางแผนและควบคุมต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานก่อสร้างอาคารสูง

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

จากการศึกษา พบว่าต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ตามส่วนงานการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง คือ ส่วนงานก่อสร้างและสำนักงานผู้รับเหมาหลัก ส่วนที่พักคนงานและเจ้าหน้าที่ ส่วนสำนักงานผู้รับเหมาย่อย และส่วนร้านค้า ดังนั้นต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานอาคารสูงที่บันทึกไว้ในบัญชีค่าใช้จ่ายเกิดจากค่าใช้จ่ายที่หน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงต้องทำการจ่ายตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละส่วนงานทั้ง 4 ส่วนงานดังกล่าว

จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในการประมาณและวางแผนต้นทุนในงานก่อสร้างอาคารสูงตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 ราย พบว่าต้นทุนค่าไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากส่วนของงานก่อสร้าง รองลงมาคือส่วนที่พักคนงานและเจ้าหน้าที่ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงเกิดจากส่วนงานก่อสร้างซึ่งใช้เครื่องมือเครื่องจักรไฟฟ้าและจำนวนคนงานเป็นสำคัญ แต่เนื่องด้วยจำนวนเครื่องมือเครื่องจักรไฟฟ้าและจำนวนคนงานในงานก่อสร้างอาคารสูงเป็นข้อมูลที่มีความยากต่อการสำรวจและเก็บข้อมูล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยอื่นซึ่งเป็นข้อมูลที่มีผลต่อการใช้จำนวนเครื่องมือเครื่องจักรและจำนวนคนงานแทน โดยปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนเครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้างอาคารสูง สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.4.1 ลัษณะการใช้งานของอาคารสูง

ลักษณะการใช้งานของอาคารสูง มีผลต่อต้นทุนการไฟฟ้า เนื่องจากการออกแบบโครงสร้างเพื่อตอบสนองการลักษณะการใช้งานมีผลต่อลักษณะการใช้งานและประเภทของเครื่องมือเครื่องจักรไฟฟ้าแต่ละประเภทที่ใช้ในงานก่อสร้าง

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า โครงการก่อสร้างประเภทคอนโดมิเนียมและโรงแรม มักจะมีการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าการโครงการก่อสร้างประเภทอื่นๆที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะโครงการก่อสร้างประเภทคอมโดมิเนียมและโรงแรมมีความต้องการใช้เครื่องมือไฟฟ้าสำหรับงานตกแต่งจำนวนมากกว่าโครงการประเภทอื่น

4.4.2 ประเภทของโครงสร้าง

ประเภทโครงสร้างของอาคารสูง มีผลต่อต้นทุนการไฟฟ้า เนื่องจากการรูปแบบและวิธีการทำงานของงานโครงสร้างแบบคอนกรีตเสริมเหล็กหรืองานโครงสร้างเหล็กมีผลต่อลักษณะการใช้งาน ประเภท และจำนวนของเครื่องมือเครื่องจักรไฟฟ้าแต่ละประเภทที่ใช้ในงานก่อสร้าง

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า อาคารสูงที่มีโครงสร้างประเภทเหล็กส่วนใหญ่ มีต้นทุนการใช้ไฟฟ้ามากกว่าอาคารสูงที่มีโครงสร้างประเภทคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องจากการงานก่อสร้างอาคารสูงที่มีโครงสร้างประเภทเหล็ก มีการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงในปริมาณมาก

4.4.3 ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของอาคารสูง มีผลต่อต้นทุนการไฟฟ้า เนื่องจากมีผลต่อการวางแผนการใช้งาน ประเภท และจำนวนของเครื่องมือเครื่องจักรไฟฟ้าแต่ละประเภทที่ใช้ในโครงการ

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า ในงานก่อสร้างอาคารสูง พื้นที่ใช้สอยมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการใช้ไฟฟ้า กล่าวคือหากโครงการมีพื้นที่ใช้สอยมาก ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นตามขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคาร เนื่องจากการงานก่อสร้างอาคารสูงที่มีพื้นที่ใช้สอยมาก มีแนวโน้มที่ใช้เครื่องมือเครื่องจักรทางไฟฟ้าในปริมาณมากกว่าโครงการที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยกว่า

ปริมาณพื้นที่ใช้สอยนั้นมีผลต่อจำนวนคนงานและเจ้าหน้าที่ และจำนวนคนงานและเจ้าหน้าที่ส่งผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการไฟฟ้าโดยเฉพาะในส่วนที่พักอาศัยของคนงานและเจ้าหน้าที่ เนื่องจากการใช้ชีวิตประจำวันของคนงานและเจ้าหน้าที่แต่ละคนจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นหากมีคนงานจำนวนมากเข้ามาอยู่ในที่พักคนงาน มีผลทำให้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า ในงานก่อสร้างอาคารสูง ในช่วงเวลา (เดือน) ที่มีการเร่งรัดงานซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใช้จำนวนคนงานมากกว่าปกติ มีการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ามากกว่าเดือนการทำงานตามแผนปกติ และช่วงเวลาที่มีจำนวนวันหยุดมากกว่าปกติ และคนงานหยุดงาน เช่น เดือนเมษายนซึ่งมีวันหยุดมาก มีผลทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวดังกล่าวมักมีต้นทุนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าช่วงเวลาที่อยู่ในช่วงของการทำงานลักษณะเดียวกัน

4.4.4 จำนวนชั้นความสูงของอาคาร

จำนวนชั้นความสูงของอาคาร มีผลต่อต้นทุนการไฟฟ้า เนื่องจากความสูงของอาคาร มีผลต่อวิธีการทำงานในการก่อสร้าง และการใช้ประเภทของเครื่องจักรหนัก ซึ่งมีผลโดยตรงต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้าง

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า ความสูงมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการใช้ไฟฟ้า กล่าวคือหากโครงการมีจำนวนชั้นความสูงมาก ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นตามขนาดความสูงของอาคาร เนื่องจากการงานก่อสร้างอาคารสูงที่มีจำนวนชั้นและความสูงมาก มีการที่ใช้เครื่องมือเครื่องจักรทางไฟฟ้าขนาดใหญ่จำนวนมากกว่าโครงการที่มีจำนวนชั้นความสูงน้อยกว่า

4.4.5 ระยะเวลาการก่อสร้าง

ระยะเวลาการก่อสร้างของอาคารสูง มีผลต่อต้นทุนการไฟฟ้า เนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้าทุกวันในการทำงาน หากมีระยะเวลาการก่อสร้างเปลี่ยนแปลงไปจากที่วางแผนไว้แล้ว ทำให้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า ในงานก่อสร้างอาคารสูง ระยะเวลาการก่อสร้างมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการใช้ไฟฟ้า กล่าวคือหากโครงการมีระยะเวลาการก่อสร้างมากขึ้นกว่าที่วางแผนไว้ ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากการงานก่อสร้างอาคารสูงยังมีการใช้ไฟฟ้าในการทำงานทุกวัน

4.4.6 นโยบายของหน่วยงานก่อสร้าง

นโยบายของหน่วยงานก่อสร้าง มีผลต่อต้นทุนการไฟฟ้าเนื่องจากเป็นสิ่งกำหนดพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของคนงานและเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานก่อสร้าง หากผู้บริหารโครงการมีนโยบายประหยัดการใช้ไฟฟ้า ผู้ใต้บังคับบัญชาจำเป็นต้องปฏิบัติตามนโยบาย มีผลทำให้การใช้ไฟฟ้าลดลงและต้นทุนการใช้ไฟฟ้าลดลงตามไปด้วย

จากประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ พบว่า ในงานก่อสร้างอาคารสูง ผู้บริหารส่วนใหญ่ไม่มีนโยบายเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าในการทำงานโดยตรง มีเพียงการตักเตือน เมื่อพบเห็นการใช้ไฟฟ้าที่ผิดปกติเท่านั้น เนื่องจากผู้บริหารโครงการสนใจความคืบหน้าในการทำงานมากกว่าการสูญเสียต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

เนื่องด้วยปัจจัยที่ผู้ให้สัมภาษณ์กล่าวถึงมีปัจจัยบางประการที่เป็นปัจจัยเชิงคุณภาพ ตัวชี้วัดขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ควบคุมต้นทุน ทำให้อาจไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในการประมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นปัจจัยด้านลักษณะการใช้งาน ประเภทของโครงสร้าง และนโยบายการประหยัดไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ข้างต้น สามารถสรุปผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงได้ดังสรุปในตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

ปัจจัย	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1. ลักษณะการใช้งาน	เชิงคุณภาพ	ลักษณะการใช้งานของอาคารสูง ได้แก่ ที่พักอาศัยและคอนโดมิเนียม โรงแรม อาคารสำนักงาน โรงพยาบาล และอาคารจอดรถ เป็นต้น
2. ประเภทโครงสร้าง	เชิงคุณภาพ	ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้ระบบโครงสร้างแบบคอนกรีตเสริมเหล็กมากกว่าระบบโครงสร้างเหล็ก
3. พื้นที่ใช้สอย	เชิงปริมาณ	สามารถเก็บข้อมูลได้จากข้อมูลทั่วไปของโครงการ
4. จำนวนชั้นความสูง	เชิงปริมาณ	สามารถเก็บข้อมูลได้จากข้อมูลทั่วไปของโครงการ
5. ระยะเวลาก่อสร้าง	เชิงปริมาณ	สามารถเก็บข้อมูลได้จากข้อมูลทั่วไปของโครงการ
6. นโยบายลดการใช้ไฟฟ้า	เชิงคุณภาพ	ในประเทศไทย หน่วยงานก่อสร้างอาคารส่วนใหญ่อาจไม่คำนึงถึงต้นทุนการใช้ไฟฟ้า จึงอาจไม่มีการกำหนดนโยบายเพื่อลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้า หากต้นทุนดังกล่าว ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยรวมอย่างชัดเจน

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาในการจัดเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสามารถใช้เฉพาะข้อมูลประเภทเชิงปริมาณเท่านั้น โดยทำการศึกษาจากต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในโครงการทั้งหมด (ค่าไฟฟ้าจากการใช้ทุกประเภท) จากปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย จำนวนชั้นความสูง และระยะเวลาก่อสร้างเท่านั้น และกำหนดให้ศึกษาเฉพาะอาคารสูงที่มีโครงสร้างประเภทคอนกรีตเสริมเหล็ก และเป็นหน่วยงานก่อสร้างไม่มีนโยบายลดการใช้ไฟฟ้าในการทำงาน

4.5 ผลการศึกษาปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

การศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงโดยอาศัยข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากบัญชีค่าใช้จ่ายในหมวดไฟฟ้าหน่วยงานในแต่ละช่วงเวลา (เดือน) และข้อมูลต้นทุนก่อสร้างจากแผนงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจำนวน 5 โครงการ โดยมีรายละเอียดของโครงการดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของโครงการตัวอย่าง

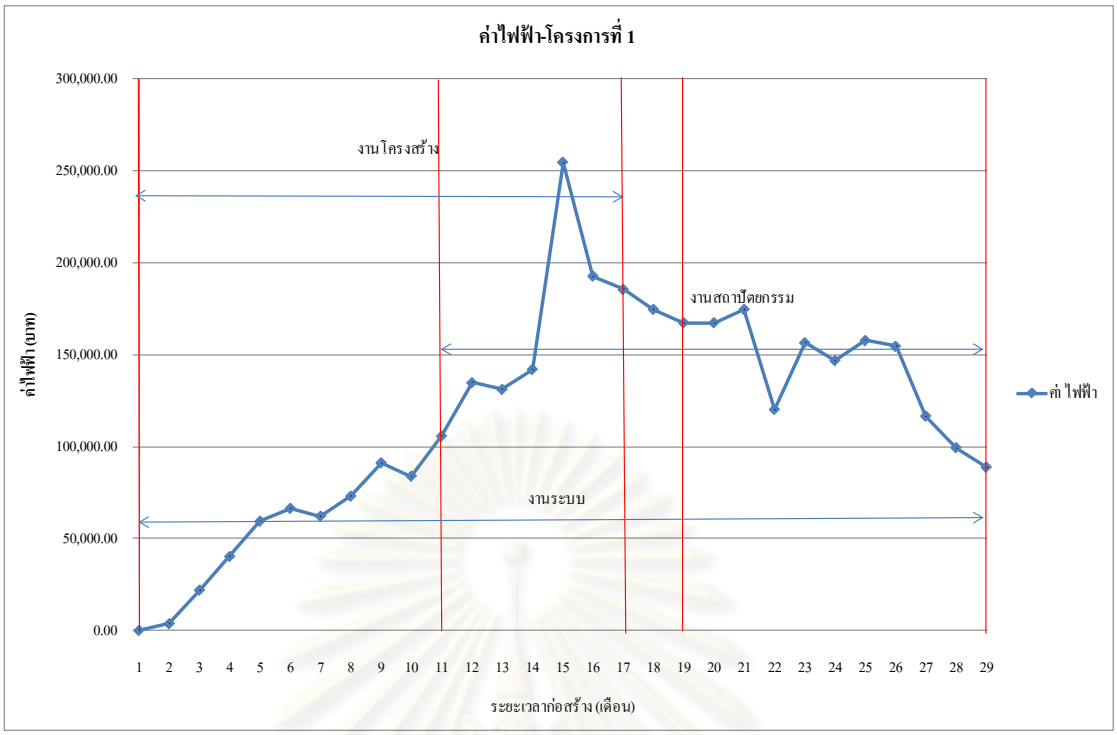
รายละเอียดของโครงการตัวอย่าง				
โครงการที่	จำนวนชั้นรวม	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	มูลค่าโครงการ บาท
1	17	17	17,600	193,500,000.00
2	26	28	18,000	320,000,000.00
3	27	26	10,000	207,000,000.00
4	38	32	26,100	542,000,000.00
5	40	30	19,800	326,000,000.00

4.4.1 ผลการศึกษาปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

จากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ด้านการควบคุมต้นทุนและข้อมูลการวัดปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของงานก่อสร้างอาคารสูง พบว่าต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงสามารถคำนวณได้จากปริมาณหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละเดือน ดังนั้นการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของงานก่อสร้างอาคารสูงสามารถทำการวิเคราะห์จากการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา (เดือน) การทำงานได้

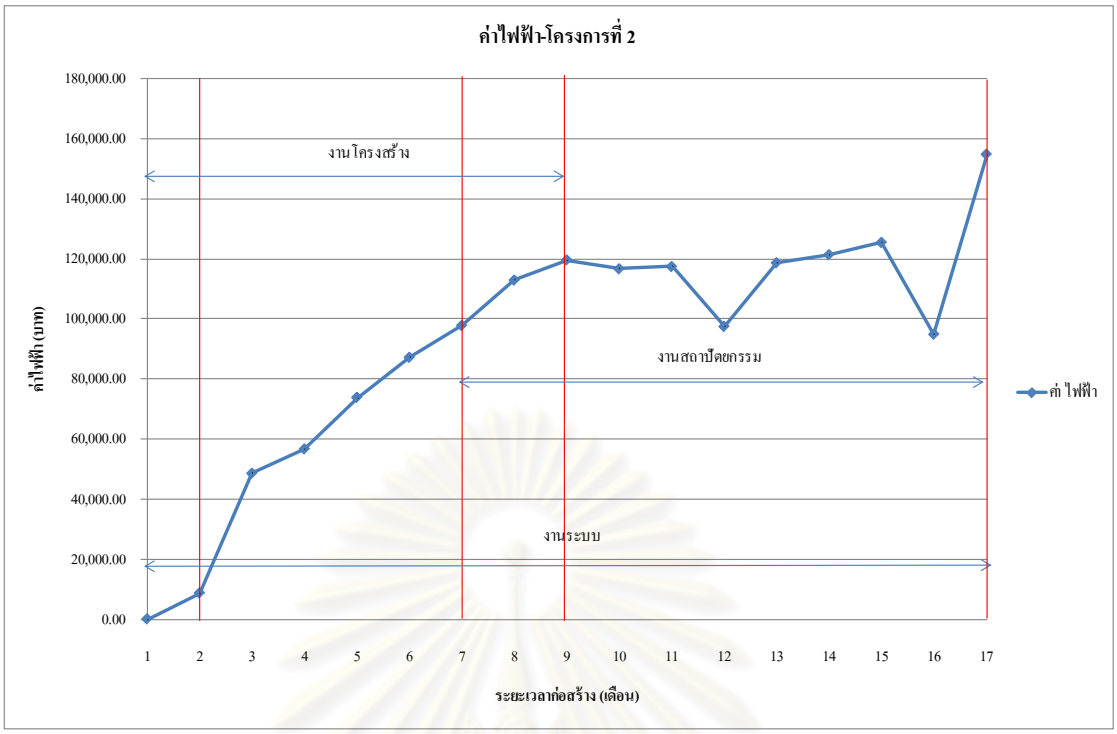
จากการศึกษาปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง โดยการวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าของโครงการก่อสร้างตัวอย่างจำนวน 5 โครงการตามตารางที่ 4.4 ามีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



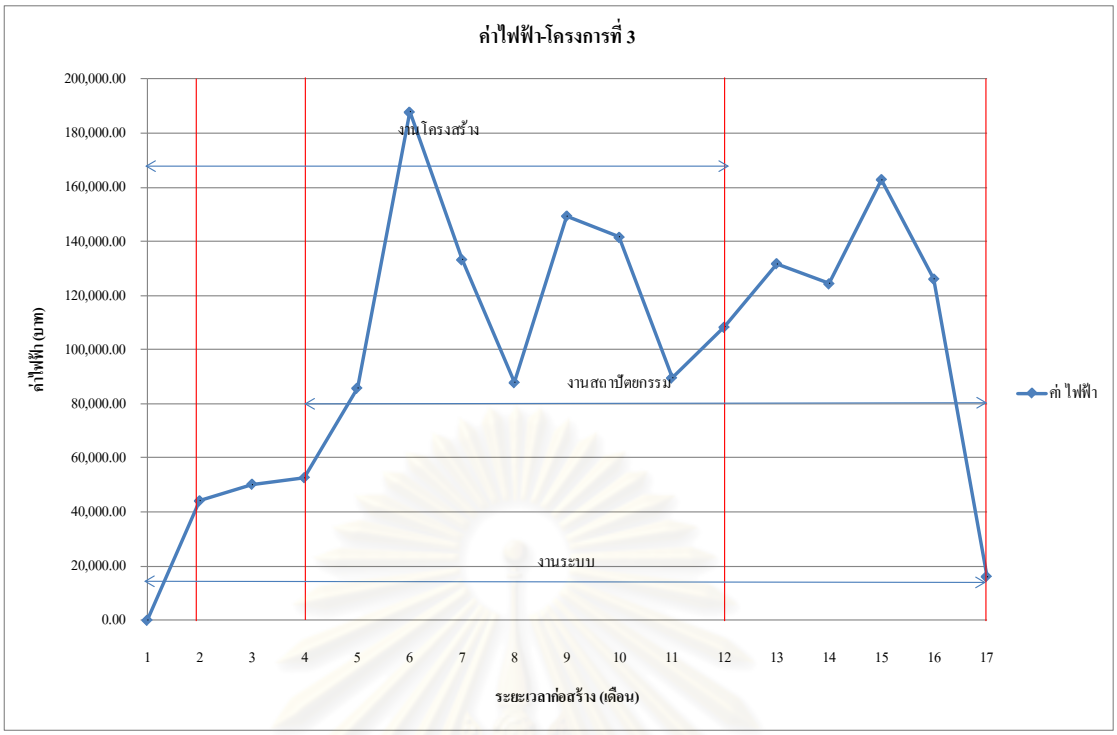
รูปที่ 4.6 ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 1

จากการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับผลงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนการทำงานของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 1 (จากรูปที่ 4.6) พบว่าในช่วงที่มีงานโครงสร้าง และไม่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกัน หรือเป็นเดือนที่มีการทำงานล่วงเวลามากกว่าปกติ ขณะที่ช่วงระหว่างงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นพร้อมกันมีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูงที่สุด และปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณสูงจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจึงมีแนวโน้มลดลงกว่าเดิมในช่วงเดือนต่อมา จากการสัมภาษณ์ฝ่ายควบคุมต้นทุนของบริษัทดังกล่าว พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 1 มีการเร่งรัดงานเนื่องจากงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ในช่วงงานสถาปัตยกรรมและงานระบบทำให้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงดังกล่าว



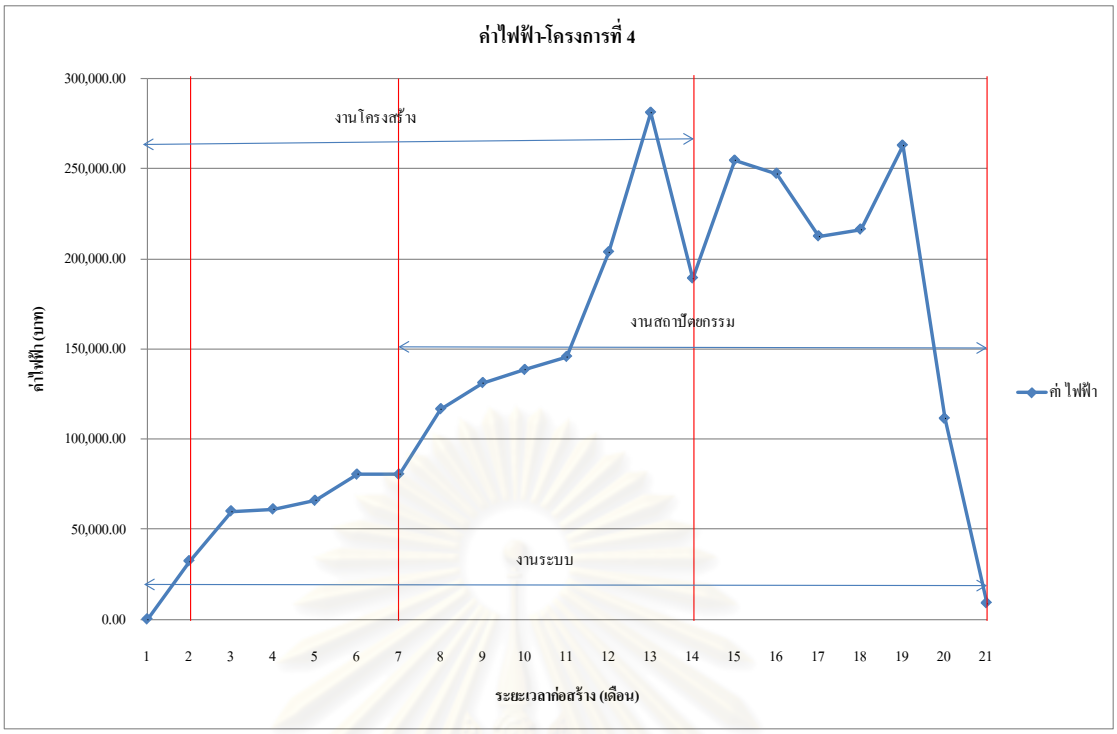
รูปที่ 4.7 ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 2

จากการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับผลงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนการทำงานของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 2 (จากรูปที่ 4.7) พบว่าในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลักและไม่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกัน จนกระทั่งมีงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นพร้อมกัน โดยมีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณสูง และปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการดังกล่าวมีปริมาณสูงตลอดช่วงที่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นถึงแม้ว่างานโครงสร้างจะสิ้นสุดลงแล้วก็ตาม โดยเฉพาะเดือนสุดท้ายของโครงการมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าสูงขึ้นผิดปกติ ทั้งนี้จากจากการสัมภาษณ์ฝ่ายควบคุมต้นทุนของบริษัทดังกล่าวพบว่า หน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 2 มีการทดสอบระบบไฟฟ้าก่อนเปิดใช้อาคารติดต่อกันหลายวันในเดือนสุดท้ายของการทำงานและค่าใช้จ่ายดังกล่าวให้ผู้รับเหมาเป็นผู้รับผิดชอบ



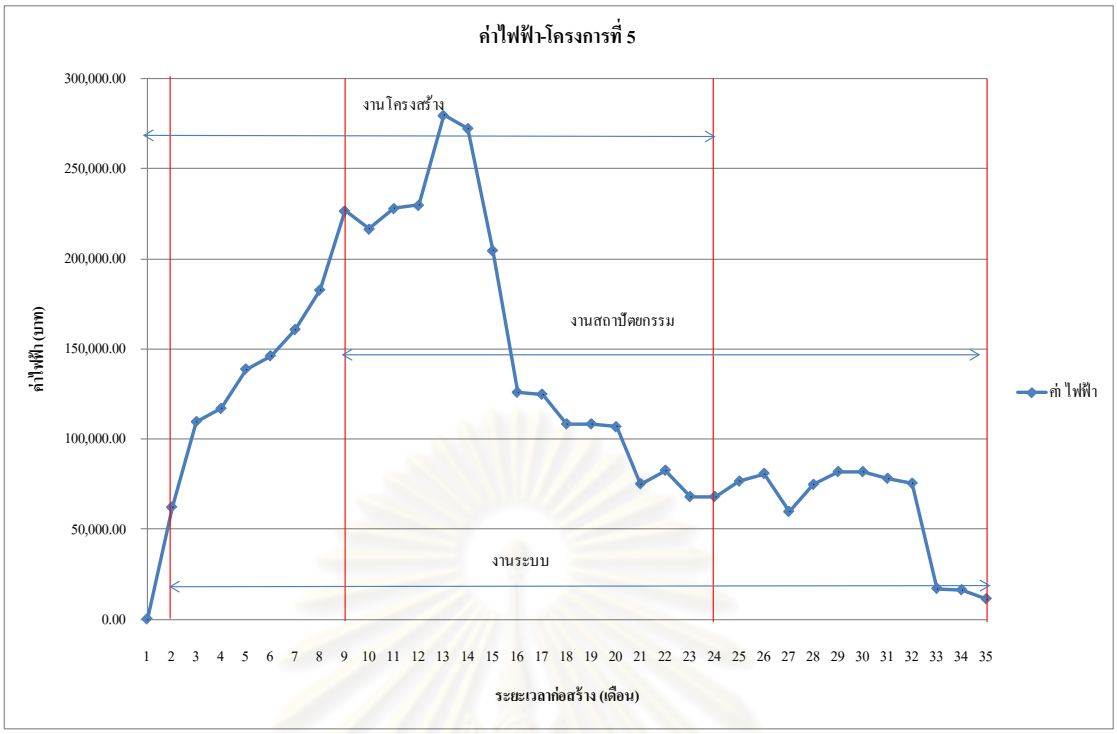
รูปที่ 4.8 ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 3

จากการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับผลงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนการทำงานของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 3 (จากรูปที่ 4.8) พบว่าในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลักและไม่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกัน จนกระทั่งเกิดมีงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นพร้อมกันมีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณสูงที่สุด และเมื่อสิ้นสุดงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการดังกล่าวยังคงมีปริมาณสูงตลอดช่วงที่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้น จากการสัมภาษณ์ฝ่ายควบคุมต้นทุนของบริษัทดังกล่าว พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 3 มีการหยุดงานเพื่อปรับปรุงระบบไฟฟ้าทั้งหน่วยงาน ดังนั้นช่วงเดือนดังกล่าวจึงมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลง



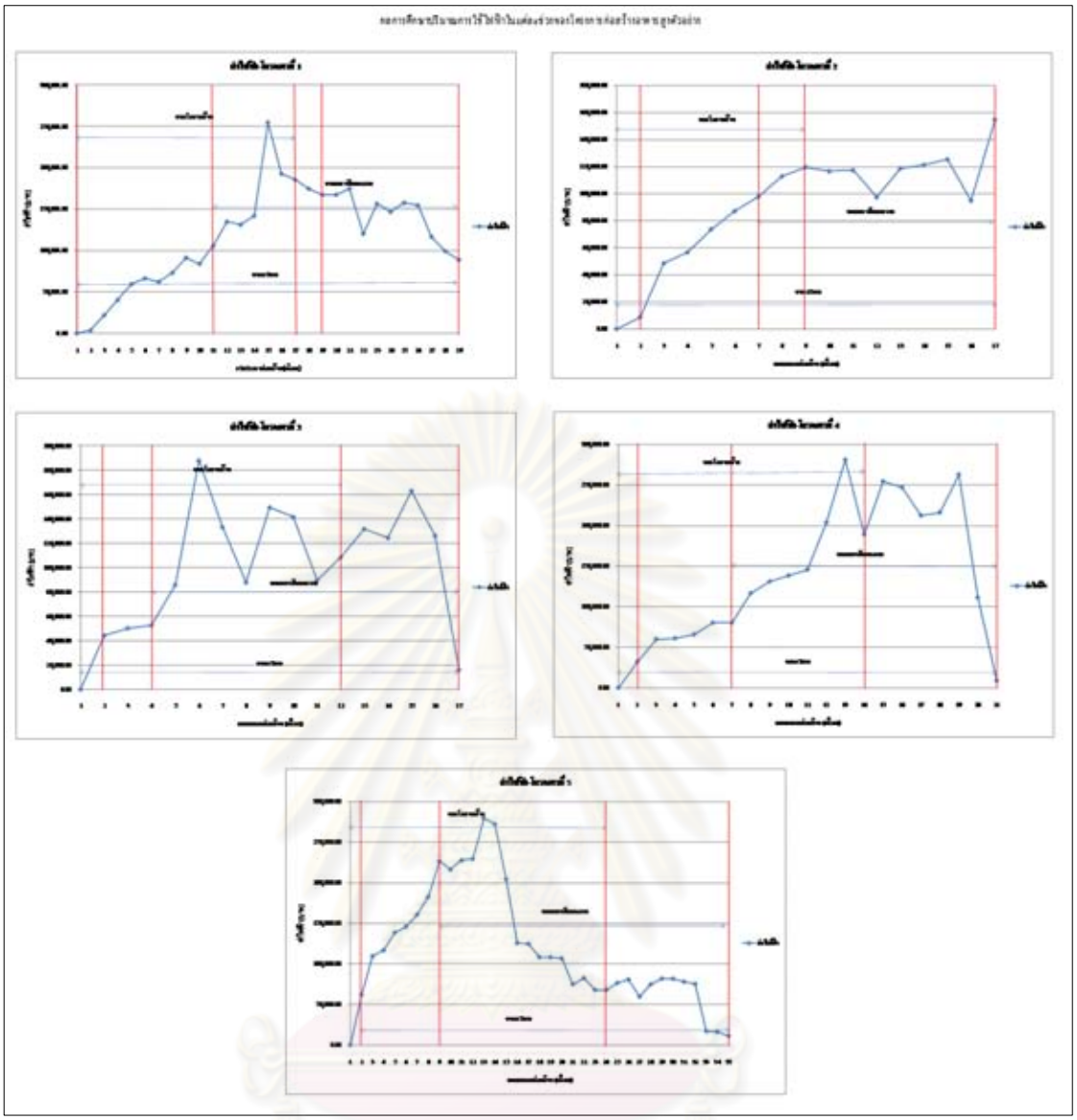
รูปที่ 4.9 ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 4

จากการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับผลงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนการทำงานของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 4 (จากรูปที่ 4.9) พบว่าในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลักและไม่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกัน จนกระทั่งเกิดมีงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นพร้อมกันมีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณสูงขึ้นตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการดังกล่าวยังคงมีปริมาณสูงตลอดช่วงที่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ จากการสัมภาษณ์ฝ่ายควบคุมต้นทุนของบริษัทดังกล่าว พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 4 มีการถูกเร่งรัดงานเนื่องจากงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ในช่วงงานสถาปัตยกรรมและงานระบบทำให้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงดังกล่าว



รูปที่ 4.10 ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการตัวอย่างที่ 5

จากการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับผลงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนการทำงานของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 5 (จากรูปที่ 4.10) พบว่าในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลักและไม่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกัน จนกระทั่งเกิดมีงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นพร้อมกันมีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับจนกระทั่งสิ้นสุดงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการดังกล่าวยังคงมีปริมาณลดลงตลอดช่วงที่มีงานสถาปัตยกรรมและงานระบบเกิดขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ เนื่องจากโครงการดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ฝ่ายควบคุมต้นทุนของบริษัทดังกล่าว พบว่า หน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 5 สามารถทำงานได้เป็นไปตามแผนงานจึงทำให้มีช่วงเวลาในการทำงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมากขึ้นและไม่เกิดการเร่งรัดงาน ทำให้การใช้ไฟฟ้าในช่วงงานดังกล่าวมีปริมาณต่ำ



รูปที่ 4.11 ผลการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง

จากรูปที่ 4.11 พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในโครงการตัวอย่างมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วงนี้มีแนวเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลัก ในแต่ละช่วงเวลา (เดือน) การทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเวลาที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกันมากกว่าหนึ่งชั้น หรือเป็นช่วงเวลาที่มีการทำงานล่วงเวลามากกว่าปกติ ขณะที่ช่วงที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน มีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูงสุดในช่วงเวลาที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันหลายชั้น การมีงานล่วงเวลาที่มากกว่าปกติ รวมไปถึงเดือนที่มีการยกตัวสูงขึ้นของทาวเวอร์เครนและในช่วงดังกล่าวมีการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรจำนวนมากกว่าช่วงอื่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะมีปริมาณสูงกว่าช่วงการทำงานอื่นจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะลดลงกว่าเดิมเพียงเล็กน้อย เนื่องจากยังมีงานสถาปัตยกรรมยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อมกันหลายชั้น และ

ลดลงอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงเวลาถัดมา เนื่องจากมีการนำทาวเวอร์เครนออกจากหน่วยงานก่อสร้างและเหลือเพียงงานที่ใช้เครื่องมือไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น เช่น งานจัดสวน งานตกแต่งและงานเก็บรายละเอียดของงานที่บกพร่อง เป็นต้นทั้งนี้การเร่งรัดงานและวันหยุดงานมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

4.6 ผลการศึกษาแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างเปรียบเทียบกับลักษณะต้นทุนก่อสร้างตามระยะเวลา พบว่ารูปแบบการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าอาจมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบการใช้ต้นทุนการก่อสร้าง ดังนั้นเพื่อประโยชน์ในการวางแผนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง จึงทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับแนวโน้มใช้ต้นทุนก่อสร้างเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองส่วน ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและติดตามการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อไป

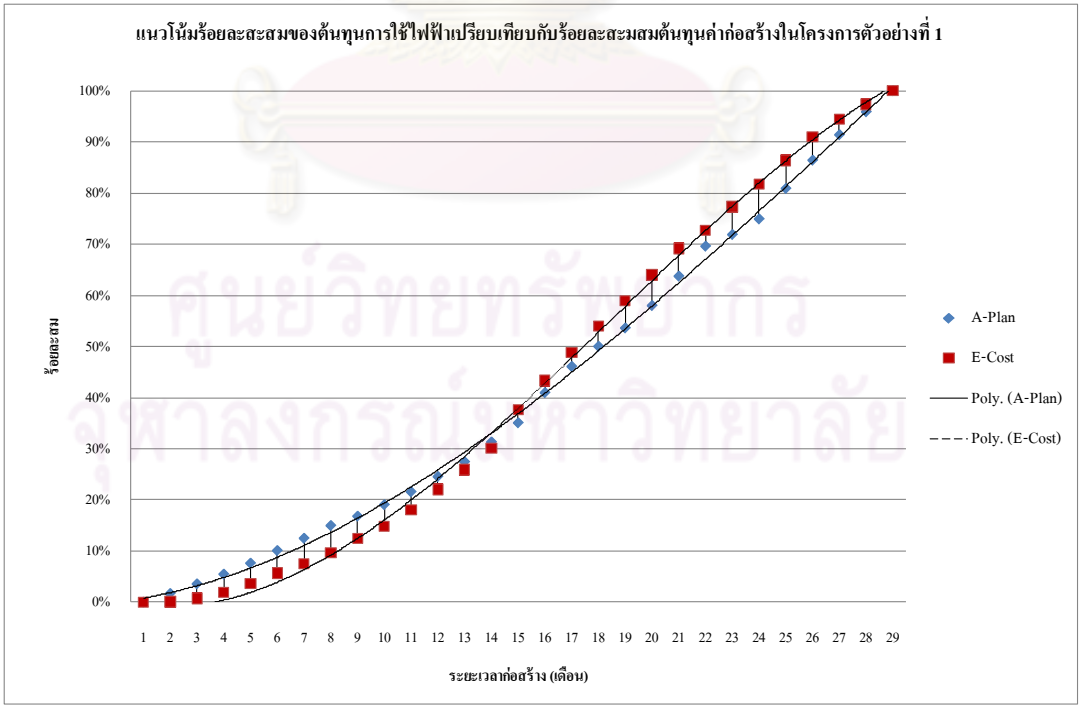
การศึกษาแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง ทำการศึกษาจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาตามใบแจ้งค่าไฟฟ้าเทียบกับแนวโน้มร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงตามแผนงานโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์และค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ (Correlation)

การศึกษาแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงทำการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากบัญชีค่าใช้จ่ายในหมวดไฟฟ้าหน่วยงานในแต่ละช่วงเวลา (เดือน) และข้อมูลต้นทุนก่อสร้างจากการทำงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนงานของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจำนวน 5 โครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลแนวโน้มร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในโครงการตัวอย่างที่ 1

โครงการที่ 1					
เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง	เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง
0	0.00%	0.00%	15	40.94%	43.37%
1	1.66%	0.11%	16	46.07%	48.87%
2	3.55%	0.76%	17	50.00%	54.05%
3	5.46%	1.95%	18	53.59%	59.01%
4	7.60%	3.71%	19	57.98%	63.97%
5	10.06%	5.68%	20	63.73%	69.15%
6	12.47%	7.52%	21	69.59%	72.71%
7	14.95%	9.69%	22	71.87%	77.35%
8	16.78%	12.39%	23	74.91%	81.71%
9	19.03%	14.88%	24	80.87%	86.38%
10	21.54%	18.02%	25	86.41%	90.96%
11	24.53%	22.01%	26	91.38%	94.42%
12	27.40%	25.90%	27	95.87%	97.37%
13	31.29%	30.11%	28	100.00%	100.00%
14	35.05%	37.66%			



รูปที่ 4.12 แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1

สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของโครงการตัวอย่างที่			
	หัวข้อ	ต้นทุนก่อสร้าง	ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า
ต้นทุนก่อสร้าง	Pearson Correlation	1	0.997
	Sig. (2-tailed)	.	0.000
	N	29	29
ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า	Pearson Correlation	0.997	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	.
	N	29	29
**	Sig. = 0.01		

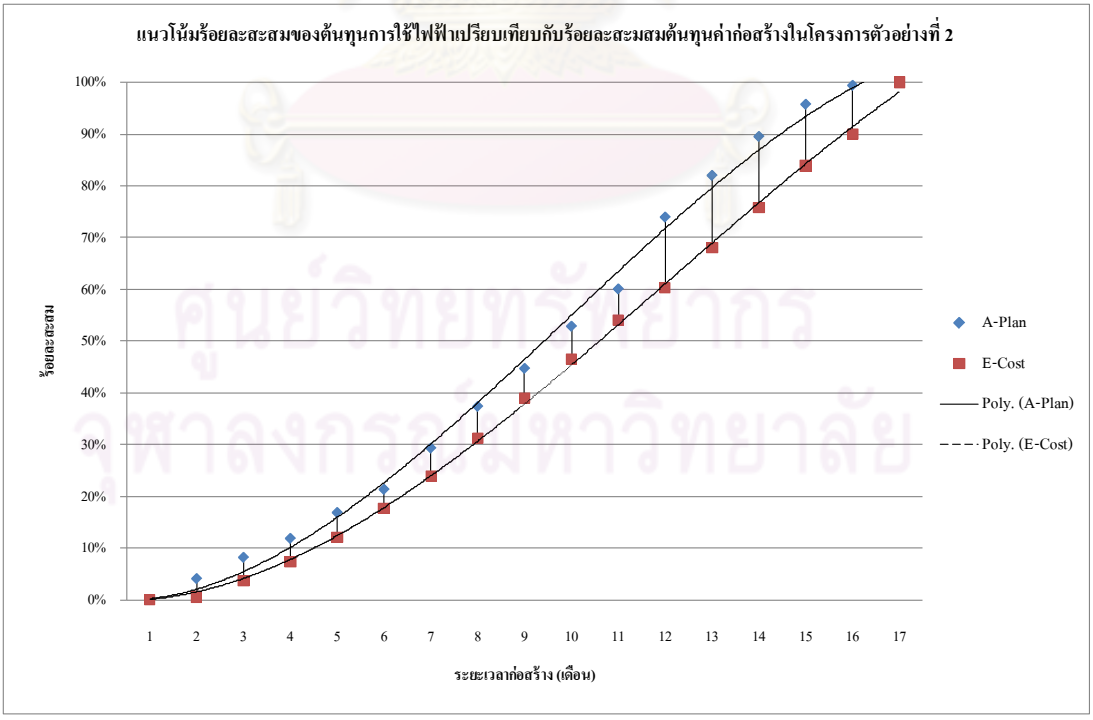
จากตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าโครงการตัวอย่างที่ 1 มีร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในช่วงแรก แต่แนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งสูงกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในช่วงหลังจากเดือนที่งานโครงสร้างเริ่มสิ้นสุดลง และร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้าง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่า Pearson Correlation ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.997 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลแนวโน้มร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในโครงการตัวอย่างที่ 2

โครงการที่2					
เดือนที่	ค่าไฟฟ้าร้อยละสะสม	ต้นทุนก่อสร้าง	เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง
0	0.00%	0.00%	15	99.31%	90.02%
1	4.03%	0.56%	16	100.00%	100.00%
2	8.13%	3.68%			
3	11.80%	7.33%			
4	16.79%	12.09%			
5	21.26%	17.71%			
6	29.24%	24.01%			
7	37.29%	31.28%			
8	44.63%	38.99%			
9	52.78%	46.51%			
10	59.99%	54.07%			
11	73.87%	60.35%			
12	81.92%	68.00%			
13	89.44%	75.82%			
14	95.66%	83.91%			



รูปที่ 4.13 แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2

สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของโครงการตัวอย่างที่ 2			
	หัวข้อ	ต้นทุนก่อสร้าง	ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า
ต้นทุนก่อสร้าง	Pearson Correlation	1	0.995
	Sig. (2-tailed)	.	0.000
	N	17	17
ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า	Pearson Correlation	0.995	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	.
	N	17	17
**	Sig. = 0.01		

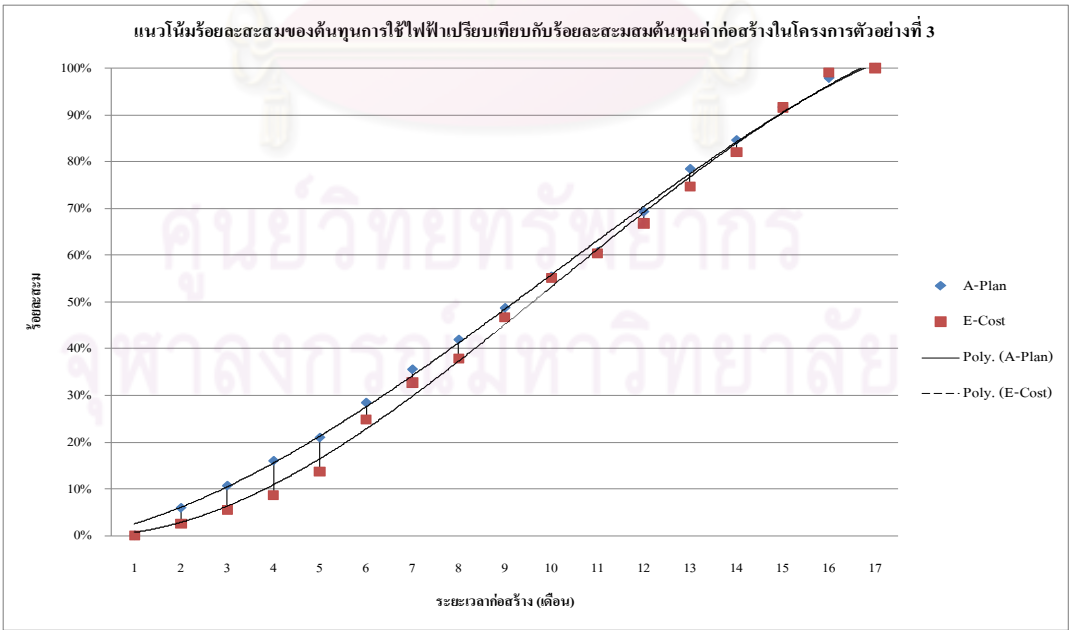
จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าโครงการตัวอย่างที่ 2 มีร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง และร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้าง

จากตารางที่ 4.8 พบว่าค่า Pearson Correlation ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.995 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลแนวโน้มร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในโครงการตัวอย่างที่ 3

โครงการที่ 3					
เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง	เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง
0	0.00%	0.00%	15	97.78%	99.05%
1	5.86%	2.61%	16	100.00%	100.00%
2	10.61%	5.58%			
3	15.93%	8.70%			
4	20.88%	13.77%			
5	28.37%	24.87%			
6	35.49%	32.74%			
7	41.86%	37.93%			
8	48.62%	46.76%			
9	55.36%	55.13%			
10	60.59%	60.42%			
11	69.17%	66.82%			
12	78.37%	74.61%			
13	84.53%	81.96%			
14	91.58%	91.59%			



รูปที่ 4.14 แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3

สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของโครงการตัวอย่างที่ 3			
	หัวข้อ	ต้นทุนก่อสร้าง	ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า
ต้นทุนก่อสร้าง	Pearson Correlation	1	0.998
	Sig. (2-tailed)	.	0.000
	N	17	17
ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า	Pearson Correlation	0.998	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	.
	N	17	17
**	Sig. = 0.01		

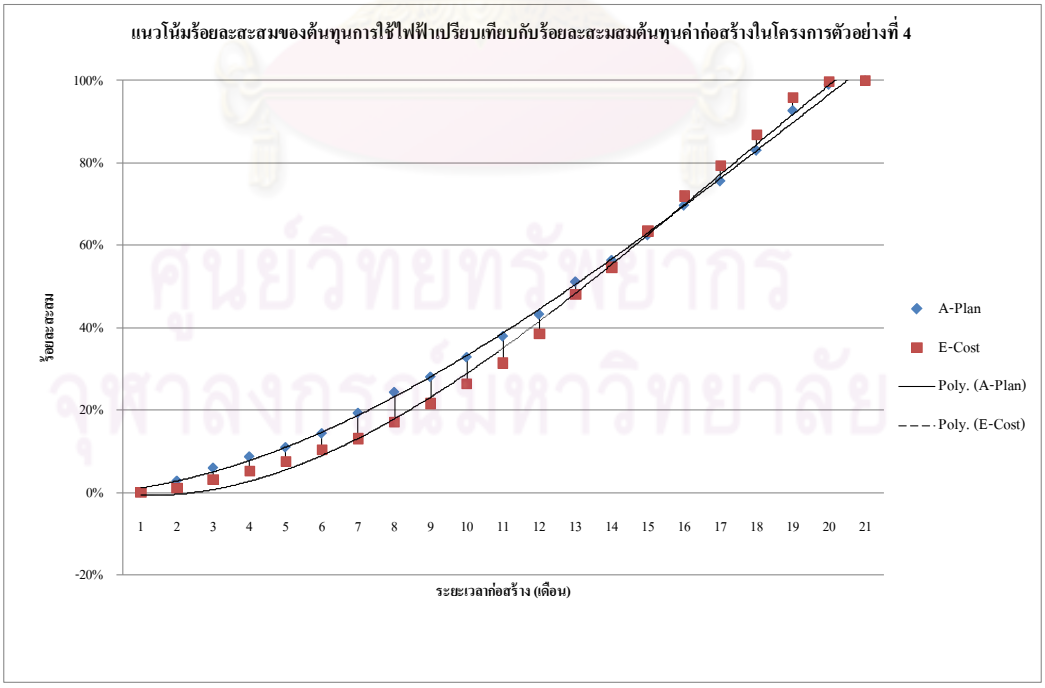
จากตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่าโครงการตัวอย่างที่ 3 มีร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในช่วงแรก แต่แนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งสูงกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างเมื่อใกล้สิ้นสุดโครงการ และร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้าง

จากตารางที่ 4.10 พบว่าค่า Pearson Correlation ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.998 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลแนวโน้มร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในโครงการตัวอย่างที่ 4

โครงการที่ 4					
เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง	เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง
0	0.00%	0.00%	15	69.69%	71.99%
1	2.74%	1.11%	16	75.58%	79.32%
2	5.91%	3.18%	17	83.04%	86.78%
3	8.64%	5.29%	18	92.75%	95.85%
4	10.90%	7.56%	19	99.07%	99.69%
5	14.28%	10.33%	20	100.00%	100.00%
6	19.24%	13.10%			
7	24.30%	17.12%			
8	28.03%	21.64%			
9	32.80%	26.41%			
10	37.87%	31.44%			
11	43.19%	38.46%			
12	51.16%	48.16%			
13	56.38%	54.68%			
14	62.47%	63.46%			



รูปที่ 4.15 แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4

สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของโครงการตัวอย่างที่ 4			
	หัวข้อ	ต้นทุนก่อสร้าง	ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า
ต้นทุนก่อสร้าง	Pearson Correlation	1	0.997
	Sig. (2-tailed)	.	0.000
	N	21	21
ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า	Pearson Correlation	0.997	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	.
	N	21	21
**	Sig. = 0.01		

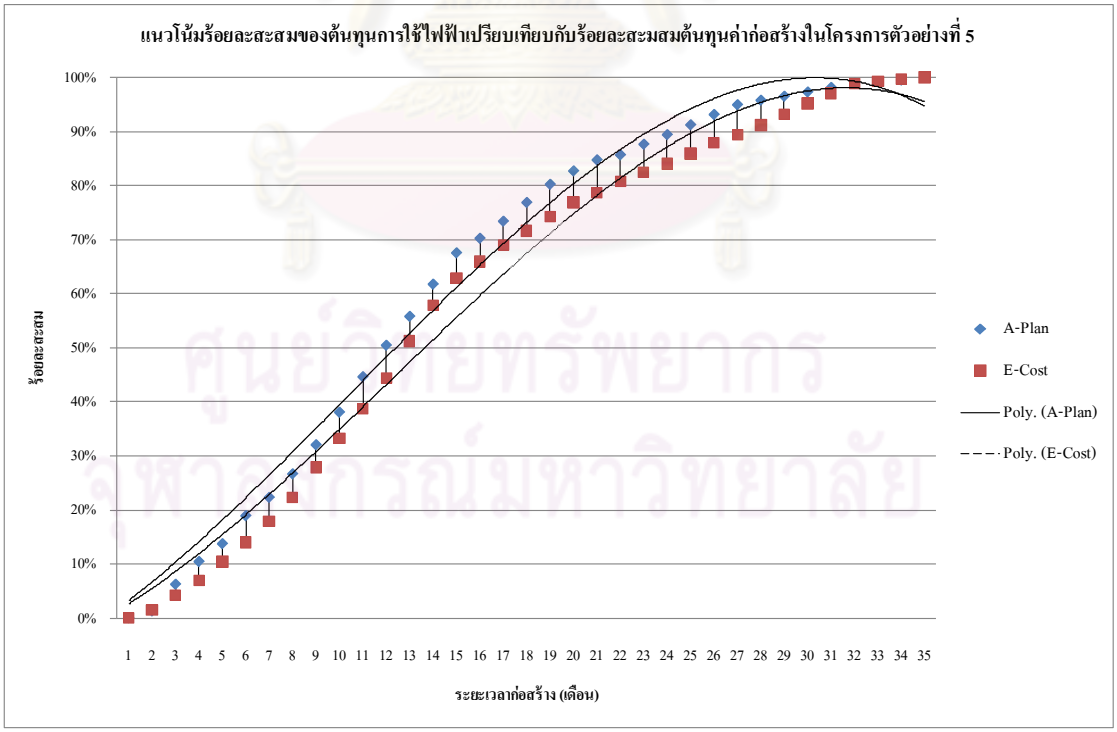
จากตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าโครงการตัวอย่างที่ 4 มีร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในช่วงแรก แต่แนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งสูงกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในช่วงหลังจากเดือนที่งานโครงสร้างเริ่มสิ้นสุดลง และร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้าง

จากตารางที่ 4.12 พบว่าค่า Pearson Correlation ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.997 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลแนวโน้มร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างในโครงการตัวอย่างที่ 5

โครงการที่5								
เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง	เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง	เดือนที่	ค่าไฟฟ้า	ต้นทุนก่อสร้าง
0	0.00%	0.00%	15	70.16%	65.94%	30	98.05%	97.08%
1	1.25%	1.52%	16	73.31%	68.98%	31	98.80%	98.92%
2	6.18%	4.19%	17	76.77%	71.63%	32	99.11%	99.33%
3	10.38%	7.05%	18	80.14%	74.27%	33	99.42%	99.73%
4	13.68%	10.44%	19	82.61%	76.88%	34	100.00%	100.00%
5	18.85%	14.01%	20	84.65%	78.72%			
6	22.24%	17.93%	21	85.57%	80.73%			
7	26.59%	22.40%	22	87.55%	82.39%			
8	31.97%	27.93%	23	89.32%	84.05%			
9	37.99%	33.21%	24	91.13%	85.92%			
10	44.54%	38.78%	25	93.05%	87.89%			
11	50.37%	44.39%	26	94.85%	89.35%			
12	55.72%	51.22%	27	95.68%	91.17%			
13	61.67%	57.87%	28	96.42%	93.17%			
14	67.46%	62.86%	29	97.20%	95.17%			



รูปที่ 4.16 แนวโน้มร้อยละต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับร้อยละต้นทุนค่าก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5

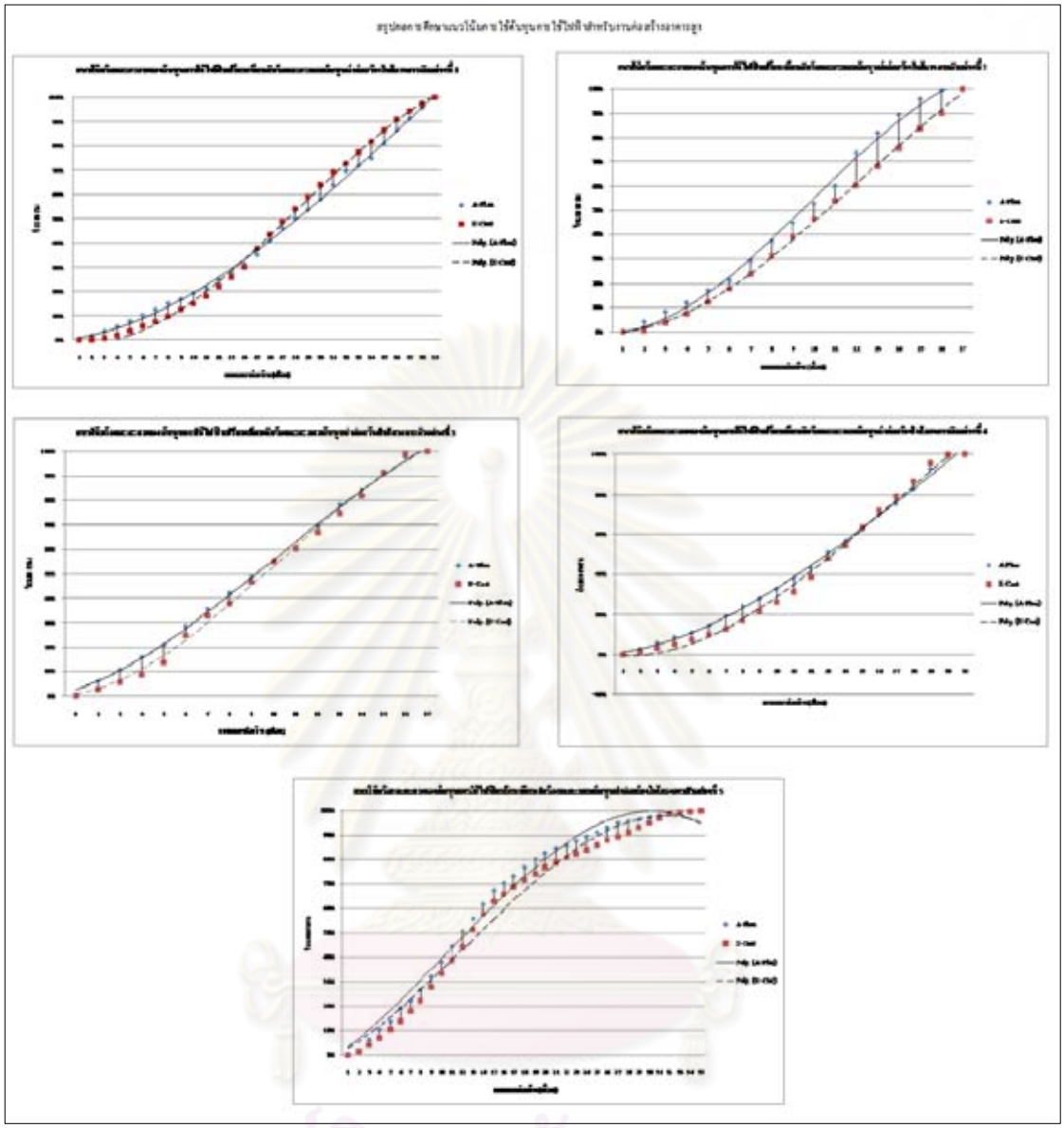
ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5

สัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของโครงการตัวอย่างที่ 5			
	หัวข้อ	ต้นทุนก่อสร้าง	ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า
ต้นทุนก่อสร้าง	Pearson Correlation	1	0.998
	Sig. (2-tailed)	.	0.000
	N	35	35
ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า	Pearson Correlation	0.998	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	.
	N	35	35
**	Sig. = 0.01		

จากตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่าโครงการตัวอย่างที่ 2 มีร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง และร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้าง

จากตารางที่ 4.14 พบว่าค่า Pearson Correlation ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.998 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 สรุปผลการศึกษาแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

จากการผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 1 ถึงโครงการตัวอย่างที่ 5 (ดังแสดงในรูปที่ 4.17) พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Pearson Correlation) มีค่าใกล้เคียง 1 ซึ่งหมายความว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งจากแผนภูมิความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสอง พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างอยู่ในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มอยู่ในทิศทางเดียวกัน

4.6 บทสรุป

จากการศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

ประเภทการจ่ายค่าไฟฟ้าตามรูปแบบของการไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทยสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง มี 2 รูปแบบ คือ อัตราปกติ และอัตราตามการใช้งาน ในประเภทที่ 2 และ 3วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงมี 2 แบบ คือ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง และ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ ปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย ปัจจัยด้านจำนวนชั้นความสูง ปัจจัยด้านระยะเวลาก่อสร้าง ปัจจัยด้านประเภทโครงสร้างอาคาร ปัจจัยด้านประเภทการใช้งานของอาคาร ปัจจัยด้านนโยบายของหน่วยงานก่อสร้าง

ในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลัก การใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วงนี้มีแนวเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างมากกว่าหนึ่งชั้น หรือเป็นช่วงเวลาที่มีการทำงานล่วงเวลามากกว่าปกติ ขณะที่ช่วงที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน และมีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูงสุดในช่วงเวลาที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันหลายชั้น โดยการมีงานล่วงเวลาที่มากกว่าปกติ รวมไปถึงช่วงที่มีการยกตัวสูงขึ้นของทาวเวอร์เครนและในช่วงนี้มีการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรจำนวนมากกว่าช่วงอื่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าอาจมีปริมาณสูงกว่าช่วงการทำงานอื่นจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าอาจลดลงกว่าเดิมเพียงเล็กน้อย เนื่องจากยังมีงานสถาปัตยกรรมยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อมกันหลายชั้น แต่อาจลดลงอย่างเห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อมีการนำทาวเวอร์เครนออกจากหน่วยงานก่อสร้างและเหลือเพียงงานที่ใช้เครื่องมือไฟฟ้าขนาดเล็ก ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการก่อสร้างอาคารสูง พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Pearson Correlation) มีค่าใกล้เคียง 1.0 ซึ่งหมายความว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งจากแผนภูมิความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสอง พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างอยู่ในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มอยู่ในทิศทางเดียวกัน

บทที่ 5

การคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

การคาดคะเนต้นทุนต้องทำอย่างละเอียด และรอบคอบ ทั้งนี้หากผิดพลาดอาจจะทำให้ขาดทุนได้ เนื่องด้วยปัจจุบัน อัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น และอาจส่งผลกระทบต่อการคาดคะเนต้นทุนการก่อสร้างอาคารสูงได้ในอนาคต หากไม่มีการศึกษาวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าไว้ล่วงหน้า ได้ทำการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงแต่ละประเภท

5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงโดยการใช้สมการถดถอย

5.3 การตรวจสอบสมการต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

5.1 การคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงแต่ละประเภท

เนื่องด้วยต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงนั้นเป็นต้นทุนที่เก็บรวบรวมตั้งแต่คณะทำงานของผู้รับเหมาหลักเริ่มทำงาน ซึ่งโดยปกติแล้วในงานก่อสร้างอาคารสูงนั้นผู้รับเหมาหลักมักเริ่มทำงานตั้งแต่งานฐานรากเป็นต้นไป ฉะนั้นการศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างของผู้รับเหมาหลักเท่านั้นไม่รวมต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของผู้รับเหมาย่อยภายในช่วงที่ปฏิบัติงานเสาเข็มและการปรับสภาพพื้นที่

จากการศึกษาวิธีการติดตามข้อมูลการใช้ต้นทุนด้านการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง พบว่าข้อมูลต้นทุนการใช้พลังงานถูกรวบรวมและแสดงไว้ในค่าไฟฟ้าหน่วยงานของบัญชีค่าใช้จ่ายของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ดังนั้นการศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงนี้ทำการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลในหมวดค่าไฟฟ้าหน่วยงานภายในบัญชีค่าใช้จ่ายของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

จากการคำนวณปริมาณพื้นที่ใช้สอยและมูลค่าโครงการเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่บ่งชี้ถึงขนาดของงานก่อสร้างอาคารสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงทำการศึกษาสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อข้อมูลดังกล่าว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับพื้นที่ใช้สอยและมูลค่าโครงการ

สำหรับงานวิจัยนี้ พื้นที่ใช้สอยของอาคาร คือ บริเวณพื้นที่ที่บุคคลสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์เพื่อประกอบกิจกรรมของอาคารทั้งภายในและภายนอกอาคาร และรวมถึงหลังคาชั้นดาดฟ้าด้วย หากสามารถขึ้นไปใช้ประโยชน์ (Government of HKSAR, 2010) และมูลค่างาน คือ

ราคางาน หรือ มูลค่าที่จะนำไปใช้ในลักษณะของการตลาด ราคาอาจเท่ากับต้นทุนหรือราคาอาจถูกปรับปรุงให้ตรงกับความต้องการของตลาด ราคาเป็นคุณค่าที่ผู้ทำผลิตภัณฑ์เป็นผู้กำหนด และปกติราคาจะสูงกว่าต้นทุนการผลิตและการจำหน่าย โดยมีการบวกกำไรที่คาดหวังเข้าไปในราคานั้นแล้ว (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2553)

การศึกษาต้นทุนค่าไฟฟ้าหน่วยงานของอาคารสูง แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะการใช้งานของอาคารสูง คือ การศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทที่พักอาศัย ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ และ ประเภทโรงแรม

5.1.1 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทที่พักอาศัย

จากตารางที่ 5.1 พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงประเภทที่พักอาศัย จำนวน 20 โครงการ และมีจำนวนชั้นความสูงตั้งแต่ 8 ชั้นถึง 48 ชั้น มีต้นทุนค่าไฟฟ้าตั้งแต่ 863,126.41 บาท ถึง 4,158,364.22 บาท คิดเป็นสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการตั้งแต่ร้อยละ 0.62 ถึง 1.23 หรือสัดส่วนต้นทุนไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.89

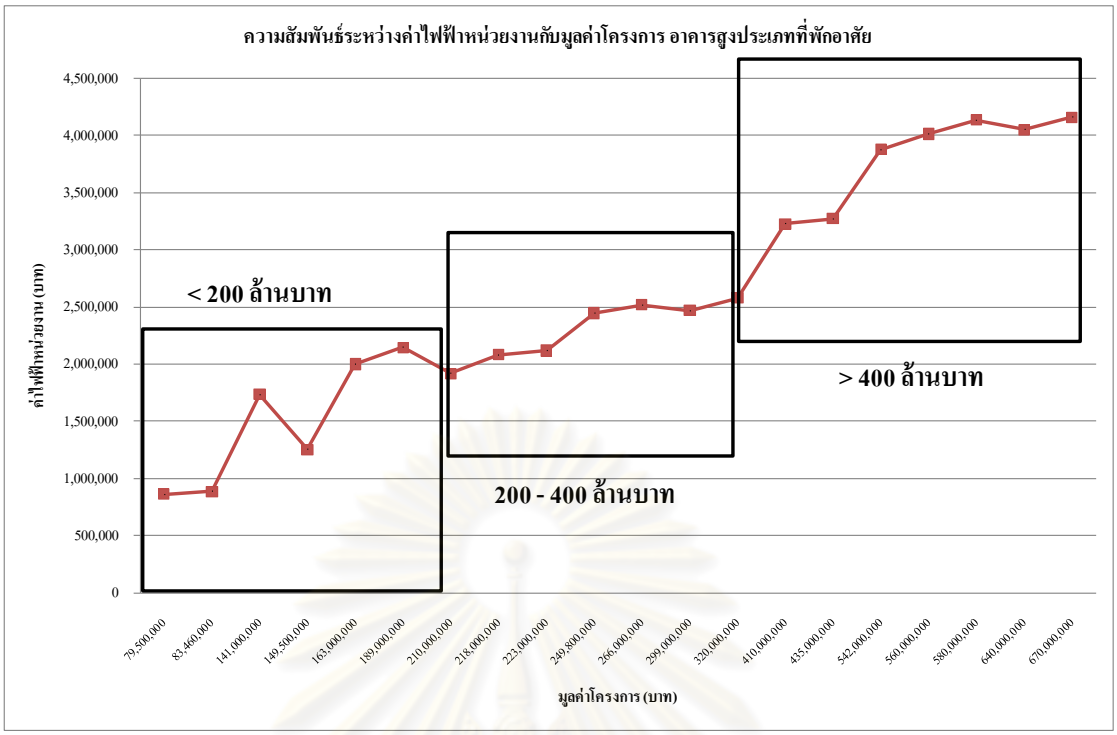
เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับมูลค่าโครงการ พบว่าแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.1 และ 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

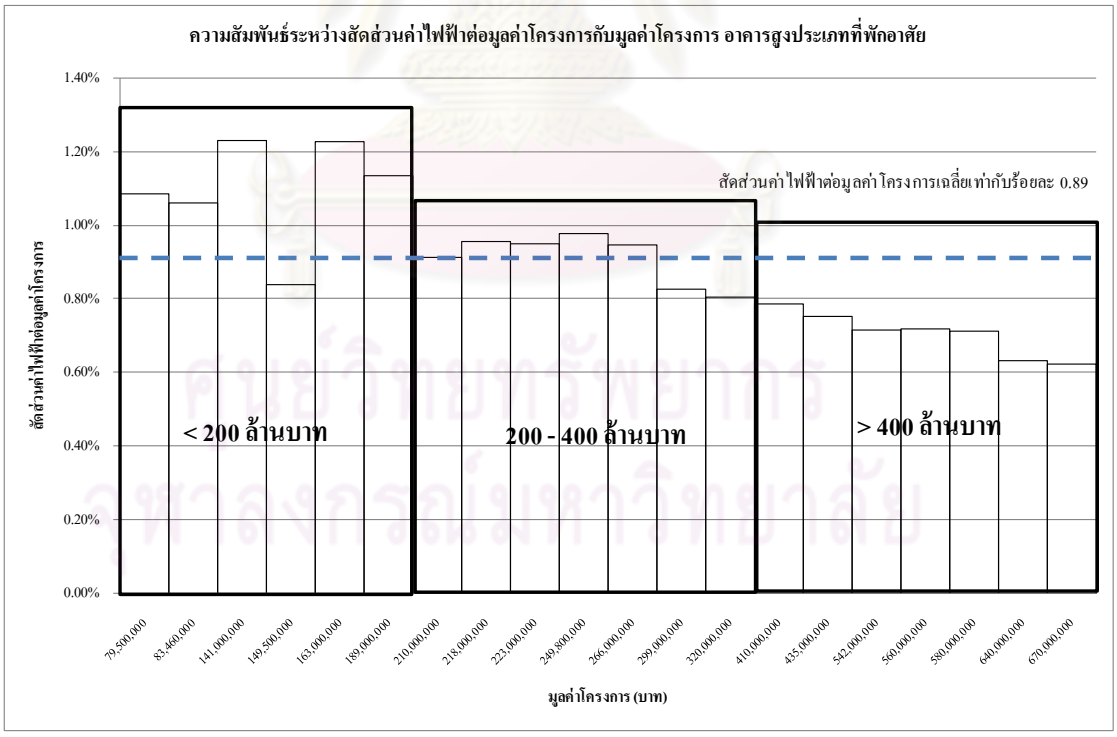
ตารางที่ 5.1 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทอาคารที่พักอาศัย

ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงประเภทอาคารที่พักอาศัย จำนวน 20 โครงการ(เรียงตามมูลค่าโครงการ)							
โครงการที่	ประเภทอาคาร	จำนวนชั้นรวม (ชั้น)	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน (บาท)	มูลค่าโครงการ (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ(ร้อยละ)
1	ที่พักอาศัย	8	12	7,200	863,126.41	79,500,000.00	1.09%
2	ที่พักอาศัย	8	12	7,500	885,744.98	83,460,000.00	1.06%
4	ที่พักอาศัย	15	18	12,700	1,734,649.05	141,000,000.00	1.23%
3	ที่พักอาศัย	8	14	13,400	1,251,364.37	149,500,000.00	0.84%
7	ที่พักอาศัย	22	16	8,800	1,999,673.45	163,000,000.00	1.23%
11	ที่พักอาศัย	27	18	9,100	2,144,935.88	189,000,000.00	1.13%
5	ที่พักอาศัย	16	20	18,900	1,918,146.14	210,000,000.00	0.91%
12	ที่พักอาศัย	27	26	10,500	2,081,963.19	218,000,000.00	0.96%
6	ที่พักอาศัย	16	22	20,100	2,118,196.09	223,000,000.00	0.95%
8	ที่พักอาศัย	24	22	13,500	2,444,661.56	249,800,000.00	0.98%
13	ที่พักอาศัย	27	24	12,800	2,519,406.39	266,000,000.00	0.95%
9	ที่พักอาศัย	26	24	14,400	2,471,092.56	299,000,000.00	0.83%
10	ที่พักอาศัย	26	28	15,400	2,578,449.18	320,000,000.00	0.81%
17	ที่พักอาศัย	40	30	19,800	3,225,616.96	410,000,000.00	0.79%
14	ที่พักอาศัย	30	32	21,000	3,272,753.69	435,000,000.00	0.75%
16	ที่พักอาศัย	38	32	26,100	3,879,510.91	542,000,000.00	0.72%
15	ที่พักอาศัย	35	32	27,000	4,015,053.36	560,000,000.00	0.72%
18	ที่พักอาศัย	41	28	27,900	4,134,801.71	580,000,000.00	0.71%
19	ที่พักอาศัย	48	22	30,800	4,050,984.86	640,000,000.00	0.63%
20	ที่พักอาศัย	48	34	32,200	4,158,364.22	670,000,000.00	0.62%
สัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ย							0.89%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ ประเภทอาคารที่พักอาศัย



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการ ประเภทอาคารที่พักอาศัย

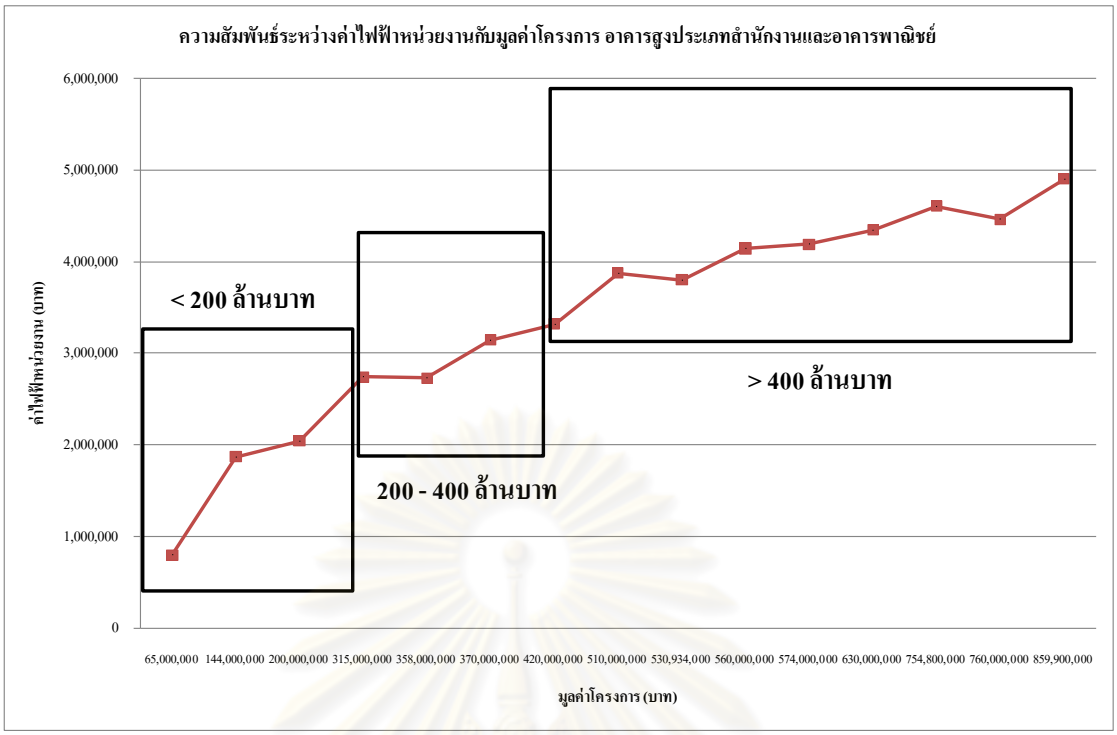
5.1.2 การศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์

จากตารางที่ 5.2 พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ จำนวน 15 โครงการ และมีจำนวนชั้นความสูงตั้งแต่ 9 ชั้น ถึง 38 ชั้น มีต้นทุนค่าไฟฟ้าตั้งแต่ 795,828.62 บาท ถึง 4,901,430.00 บาท คิดเป็นสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการตั้งแต่ร้อยละ 0.62 ถึง 1.23 หรือสัดส่วนต้นทุนไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.81

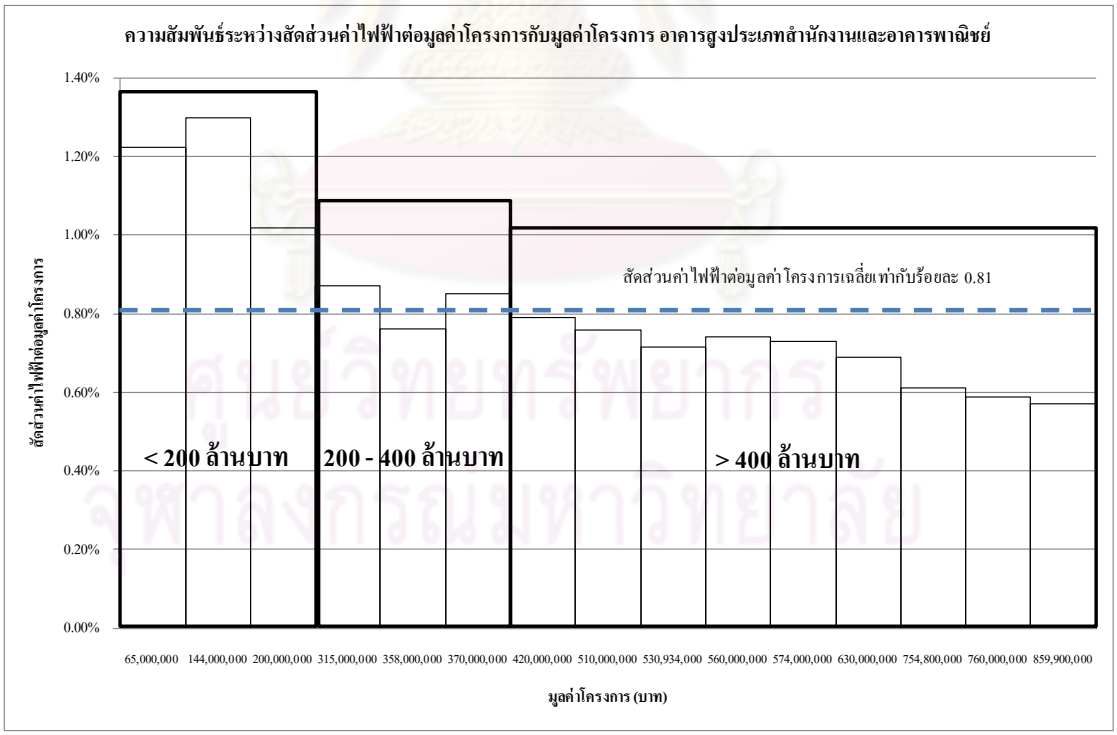
เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับมูลค่าโครงการ พบว่าแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.3 และ 5.4

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์

ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ จำนวน 15 โครงการ(เรียงตามมูลค่าโครงการ)							
โครงการที่	ประเภทอาคาร	จำนวนชั้นรวม (ชั้น)	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน (บาท)	มูลค่าโครงการ (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ(ร้อยละ)
1	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	9	10	7,200	795,828.62	65,000,000.00	1.22%
2	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	20	18	13,000	1,869,536.76	144,000,000.00	1.30%
3	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	9	12	18,000	2,040,000.00	200,000,000.00	1.02%
4	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	25	16	16,000	2,740,500.00	315,000,000.00	0.87%
5	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	22	22	19,500	2,726,146.45	358,000,000.00	0.76%
6	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	21	24	20,000	3,145,000.00	370,000,000.00	0.85%
7	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	30	26	20,000	3,318,000.00	420,000,000.00	0.79%
8	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	35	28	25,000	3,876,000.00	510,000,000.00	0.76%
9	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	25	24	28,700	3,801,471.28	530,934,000.00	0.72%
10	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	30	28	27,000	4,144,000.00	560,000,000.00	0.74%
11	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	35	30	28,000	4,190,200.00	574,000,000.00	0.73%
12	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	13	18	52,760	4,347,000.00	630,000,000.00	0.69%
13	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	36	32	36,800	4,604,280.00	754,800,000.00	0.61%
14	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	29	32	36,500	4,459,062.51	760,000,000.00	0.59%
15	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	38	34	39,000	4,901,430.00	859,900,000.00	0.57%
สัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ย							0.81%



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์



รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการ ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์

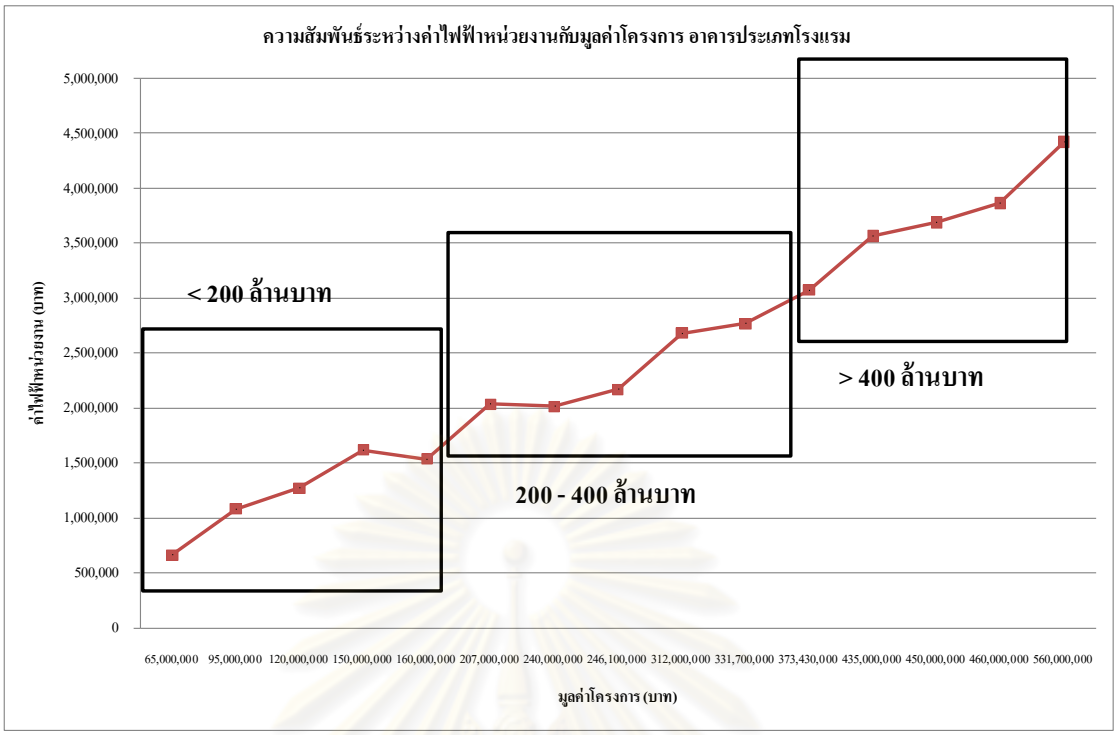
5.1.3 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทโรงแรม

จากตารางที่ 5.3 พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ จำนวน 15 โครงการ และมีจำนวนชั้นความสูงตั้งแต่ 9 ชั้น ถึง 31 ชั้น มีต้นทุนค่าไฟฟ้าตั้งแต่ 663,000.00 บาท ถึง 4,424,000.00 บาท คิดเป็นสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการตั้งแต่ร้อยละ 0.79 ถึงร้อยละ 1.14 หรือสัดส่วนต้นทุนไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.91

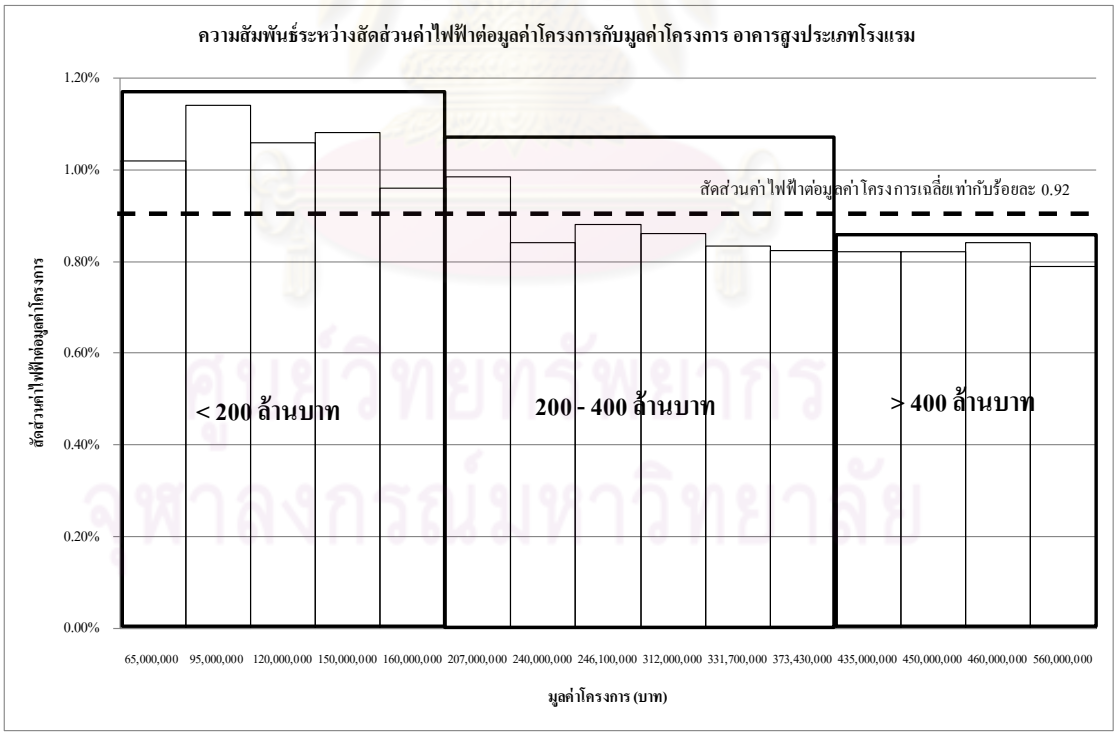
เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับมูลค่าโครงการ พบว่าแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.5 และรูปที่ 5.6

ตารางที่ 5.3 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ประเภทโรงแรม

ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงประเภทโรงแรม จำนวน 15 โครงการ(เรียงตามมูลค่าโครงการ)							
โครงการที่	ประเภทอาคาร	จำนวนชั้นรวม (ชั้น)	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน (บาท)	มูลค่าโครงการ (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ(ร้อยละ)
1	โรงแรม	9	8	6,594	663,000.00	65,000,000.00	1.02%
3	โรงแรม	9	10	8,640	1,083,000.00	95,000,000.00	1.14%
2	โรงแรม	9	14	9,411	1,272,000.00	120,000,000.00	1.06%
4	โรงแรม	16	12	9,500	1,620,000.00	150,000,000.00	1.08%
5	โรงแรม	18	14	12,000	1,536,000.00	160,000,000.00	0.96%
10	โรงแรม	27	18	10,000	2,036,536.15	207,000,000.00	0.98%
11	โรงแรม	28	20	11,000	2,016,000.00	240,000,000.00	0.84%
8	โรงแรม	22	18	14,400	2,168,581.70	246,100,000.00	0.88%
7	โรงแรม	22	19	18,000	2,683,200.00	312,000,000.00	0.86%
12	โรงแรม	28	24	16,000	2,768,275.95	331,700,000.00	0.83%
13	โรงแรม	28	30	18,000	3,073,954.66	373,430,000.00	0.82%
6	โรงแรม	19	16	20,000	3,567,000.00	435,000,000.00	0.82%
14	โรงแรม	28	21	23,000	3,690,000.00	450,000,000.00	0.82%
15	โรงแรม	31	28	22,000	3,864,000.00	460,000,000.00	0.84%
9	โรงแรม	26	24	30,000	4,424,000.00	560,000,000.00	0.79%
สัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ย							0.92%



รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ ประเภทโรงแรม



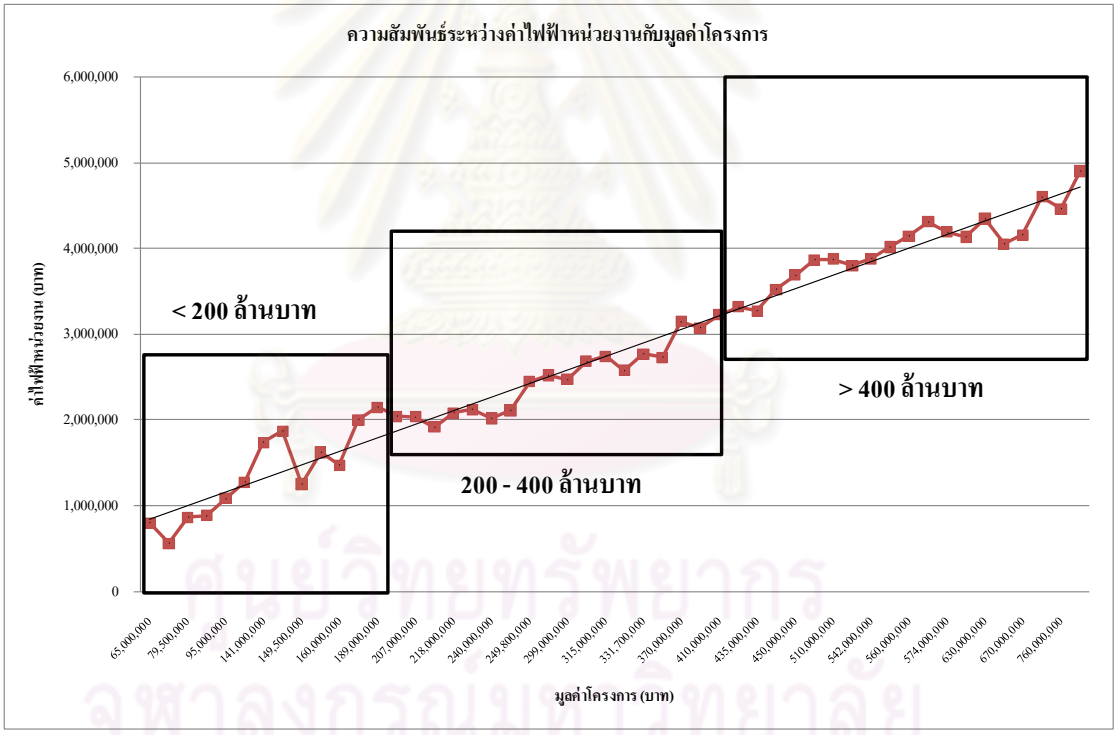
รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการ ประเภทโรงแรม

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ

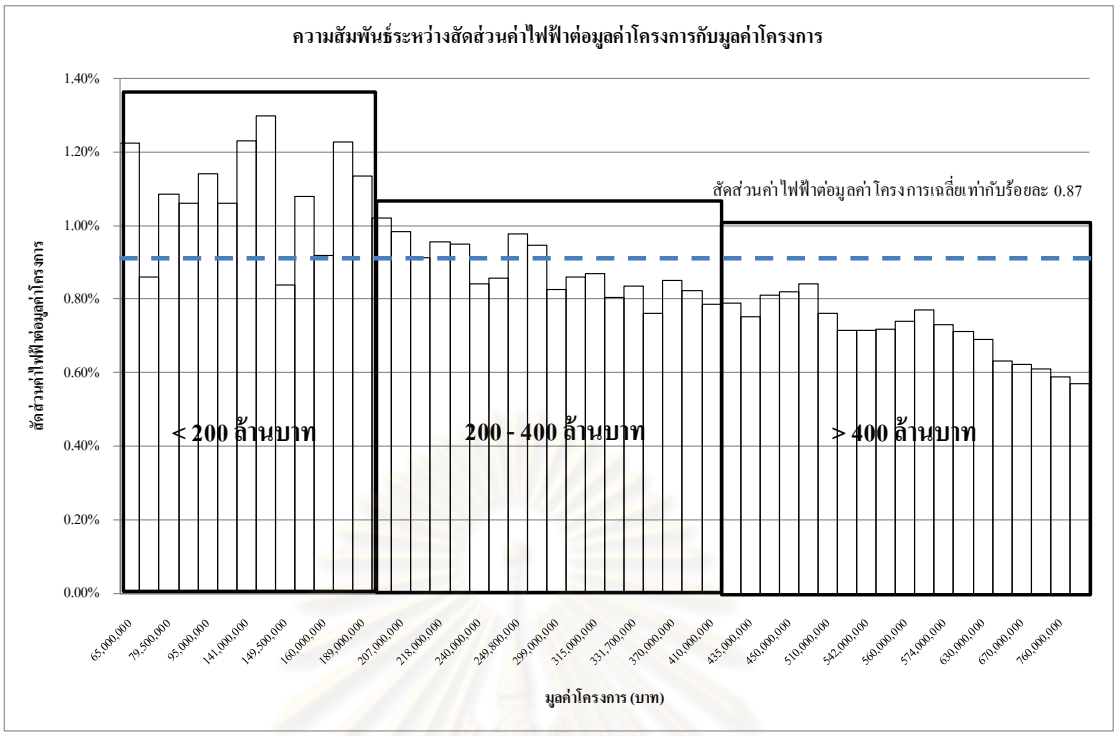
ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ(เรียงตามมูลค่าโครงการ)							
โครงการที่	ประเภทอาคาร	จำนวนชั้นรวม (ชั้น)	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน (บาท)	มูลค่าโครงการ (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ(ร้อยละ)
1	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	9	10	7,200	795,828.62	65,000,000.00	1.22%
2	โรงแรม	9	8	6,594	559,000.00	65,000,000.00	0.86%
3	ที่พักอาศัย	8	12	7,200	863,126.41	79,500,000.00	1.09%
4	ที่พักอาศัย	8	12	7,500	885,744.98	83,460,000.00	1.06%
5	โรงแรม	9	10	8,640	1,083,000.00	95,000,000.00	1.14%
6	โรงแรม	9	14	9,411	1,272,000.00	120,000,000.00	1.06%
7	ที่พักอาศัย	15	18	12,700	1,734,649.05	141,000,000.00	1.23%
8	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	20	18	13,000	1,869,536.76	144,000,000.00	1.30%
9	ที่พักอาศัย	8	14	13,400	1,251,364.37	149,500,000.00	0.84%
10	โรงแรม	16	16	9,500	1,620,000.00	150,000,000.00	1.08%
11	โรงแรม	18	14	12,000	1,472,000.00	160,000,000.00	0.92%
12	ที่พักอาศัย	22	16	8,800	1,999,673.45	163,000,000.00	1.23%
13	ที่พักอาศัย	27	18	9,100	2,144,935.88	189,000,000.00	1.13%
14	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	9	12	18,000	2,040,000.00	200,000,000.00	1.02%
15	โรงแรม	27	18	10,000	2,036,536.15	207,000,000.00	0.98%
16	ที่พักอาศัย	16	20	18,900	1,918,146.14	210,000,000.00	0.91%
17	ที่พักอาศัย	27	26	10,500	2,081,963.19	218,000,000.00	0.96%
18	ที่พักอาศัย	16	22	20,100	2,118,196.09	223,000,000.00	0.95%
19	โรงแรม	28	20	11,000	2,016,000.00	240,000,000.00	0.84%
20	โรงแรม	22	18	14,400	2,111,828.17	246,100,000.00	0.86%
21	ที่พักอาศัย	24	22	13,500	2,444,661.56	249,800,000.00	0.98%
22	ที่พักอาศัย	27	24	12,800	2,519,406.39	266,000,000.00	0.95%
23	ที่พักอาศัย	26	24	14,400	2,471,092.56	299,000,000.00	0.83%
24	โรงแรม	22	19	18,000	2,683,200.00	312,000,000.00	0.86%
25	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	25	16	16,000	2,740,500.00	315,000,000.00	0.87%
26	ที่พักอาศัย	26	28	15,400	2,578,449.18	320,000,000.00	0.81%
27	โรงแรม	28	24	16,000	2,768,275.95	331,700,000.00	0.83%
28	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	22	22	19,500	2,726,146.45	358,000,000.00	0.76%
29	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	21	24	20,000	3,145,000.00	370,000,000.00	0.85%
30	โรงแรม	28	30	18,000	3,073,954.66	373,430,000.00	0.82%
31	ที่พักอาศัย	40	30	19,800	3,225,616.96	410,000,000.00	0.79%
32	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	30	28	20,000	3,318,000.00	420,000,000.00	0.79%
33	ที่พักอาศัย	30	32	21,000	3,272,753.69	435,000,000.00	0.75%
34	โรงแรม	19	16	20,000	3,523,500.00	435,000,000.00	0.81%
35	โรงแรม	28	21	23,000	3,690,000.00	450,000,000.00	0.82%
36	โรงแรม	31	28	22,000	3,864,000.00	460,000,000.00	0.84%
37	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	35	30	25,000	3,876,000.00	510,000,000.00	0.76%
38	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	25	24	28,700	3,801,471.28	530,934,000.00	0.72%
39	ที่พักอาศัย	38	32	26,100	3,879,510.91	542,000,000.00	0.72%
40	ที่พักอาศัย	35	32	27,000	4,015,053.36	560,000,000.00	0.72%

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ (ต่อ)

ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ(เรียงตามมูลค่าโครงการ) (ต่อ)							
โครงการที่	ประเภทอาคาร	จำนวนชั้นรวม (ชั้น)	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน (บาท)	มูลค่าโครงการ (บาท)	ค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ(ร้อยละ)
41	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	30	25	27,000	4,144,000.00	560,000,000.00	0.74%
42	โรงแรม	26	24	30,000	4,312,000.00	560,000,000.00	0.77%
43	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	35	32	28,000	4,190,200.00	574,000,000.00	0.73%
44	ที่พักอาศัย	41	28	27,900	4,134,801.71	580,000,000.00	0.71%
45	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	13	18	52,760	4,347,000.00	630,000,000.00	0.69%
46	ที่พักอาศัย	48	22	30,800	4,050,984.86	640,000,000.00	0.63%
47	ที่พักอาศัย	48	34	32,200	4,158,364.22	670,000,000.00	0.62%
48	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	36	32	36,800	4,604,280.00	754,800,000.00	0.61%
49	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	29	32	36,500	4,459,062.51	760,000,000.00	0.59%
50	สำนักงานและอาคารพาณิชย์	38	34	39,000	4,901,430.00	859,900,000.00	0.57%
สัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ย							0.87%



รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ



รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการ

การศึกษาสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าทำการศึกษาโดยรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงที่มีปัจจัยเชิงปริมาณที่ต่างกันจำนวน 50 โครงการ นำมาเปรียบเทียบกับมูลค่าโครงการของอาคารสูงโดยอาศัยข้อมูลทางบัญชีค่าใช้จ่ายในแต่ละโครงการ พบว่าข้อมูลของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงที่นำมาศึกษา เป็นไปตามตารางที่ 5.4

จากตารางที่ 5.4 พบว่าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงที่ลักษณะการใช้งานต่างๆกันจำนวน 50 โครงการ และมีจำนวนชั้นความสูงตั้งแต่ 8 ถึง 48 ชั้น มีต้นทุนค่าไฟฟ้าตั้งแต่ 795,828.62 ถึง 4,901,430.00 บาท คิดเป็นสัดส่วนต่อมูลค่าโครงการตั้งแต่ร้อยละ 0.57 ถึงร้อยละ 1.30

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.87 เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมดโครงการสำหรับงานก่อสร้างอาคารภายในสหรัฐอเมริกาตามงานวิจัยของ Matthew และคณะ (2005) ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.8 พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันกับผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัย และแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ

จากข้อมูลในตารางที่ 5.4 เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับมูลค่าโครงการ พบว่าแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่า

โครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.7 และรูปที่ 5.8

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของโครงการที่มีมูลค่างานน้อยกว่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08 โครงการที่มูลค่างานระหว่าง 200 ล้านถึง 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 และโครงการที่มีมูลค่าโครงการมากกว่า 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.72

ตารางที่ 5.5 สรุปผลการศึกษาสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของอาคารสูงแต่ละประเภท

ประเภทอาคาร	จำนวนข้อมูล	สัดส่วนเฉลี่ย(ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	20	0.89
สำนักงานและอาคารพาณิชย์	15	0.81
โรงแรม	15	0.91
ทุกประเภทข้างต้น	50	0.87

จากตารางที่ 5.5 พบว่าสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการของอาคารสูง ประเภทโรงแรมมีสัดส่วนมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.92 รองลงคือ ประเภทที่พักอาศัย และ ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.89 และ 0.81 ตามลำดับ และเมื่อทำการเฉลี่ยสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการของทุกประเภทของอาคารสูง พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 0.87

5.2 การวิเคราะห์สมการการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงโดยการใช้สมการถดถอย

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง พบว่าจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และปริมาณพื้นที่ใช้สอยของงานก่อสร้างอาคารสูงมีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นเพื่อการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงให้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น จึงต้องทำการวิเคราะห์ผลของปัจจัยทั้งสามที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงดังกล่าวประกอบด้วย

การวิเคราะห์ผลของปัจจัยมากกว่าหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้ได้แก่ ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงสามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ และอาศัยข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจำนวน 50 โครงการ ประกอบการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 11.5 ช่วยในการคำนวณเชิงสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุนั้น จำเป็นต้องทำการตรวจสอบข้อมูลให้เป็นไปตามเงื่อนไขในการคำนวณเชิงสถิติ จึงสามารถทำการวิเคราะห์หาสมการเพื่อคาดการต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงได้

เนื่องจากเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคือ ตัวแปรอิสระทุกตัวแปรต้องเป็นอิสระต่อกัน และผลลัพธ์จาก SPSS ให้ค่าสถิติที่ใช้วัดความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ 4 ค่า คือ Tolerance VIF Eigen value และ Condition Index

ค่าสถิติทั้ง 4 ค่า เป็นค่าที่ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นกับตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ โดยแต่ละค่ามีความหมายในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. Tolerance ถ้าตัวแปรอิสระมีค่า Tolerance ต่ำ แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นมาก และควรมีค่ามากกว่า 0.2
2. VIF (Variance Inflation Factor) ถ้าตัวแปรอิสระมีค่า VIF สูง แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นมาก และควรมีค่าน้อยกว่า 4
3. Eigen Value ถ้าตัวแปรอิสระมีค่า Eigen Value เข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่น
4. Condition Index ถ้าตัวแปรอิสระมีค่า Condition Index มีค่ามาก แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นมาก และควรมีค่าน้อยกว่า 20

จากข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจำนวน 30 โครงการ เมื่อนำมาตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระประกอบด้วยจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอย กับต้นทุนการใช้ไฟฟ้า มีผลดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม					
		ค่าไฟฟ้า	จำนวนชั้น	ระยะเวลา	พท. ใช้สอย
Pearson Correlation	ค่าไฟฟ้า	1	0.777	0.811	0.889
	จำนวนชั้น	0.777	1	0.837	0.532
	ระยะเวลา	0.811	0.837	1	0.623
	พท. ใช้สอย	0.889	0.532	0.623	1
Sig. (1-tailed)	ค่าไฟฟ้า	.	0.000	0.000	0.000
	จำนวนชั้น	0.000	.	0.000	0.000
	ระยะเวลา	0.000	0.000	.	0.000
	พท. ใช้สอย	0.000	0.000	0.000	.
N	ค่าไฟฟ้า	50	50	50	50
	จำนวนชั้น	50	50	50	50
	ระยะเวลา	50	50	50	50
	พท. ใช้สอย	50	50	50	50

ตารางที่ 5.7 ความอิสระของความคลาดเคลื่อน

ความอิสระของความคลาดเคลื่อน										
Model	R	R Square	Adjusted R^2	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R^2 Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	0.963	0.927	0.922	326520.006	0.927	193.758	3	46	0.000	1.065

a. Predictors: (Constant), พื้นที่ใช้สอย, จำนวนชั้น, ระยะเวลา

b. Dependent Variable: ค่าไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.197E+13	3	2.066E+13	193.758	4.231E-26
	Residual	4.904E+12	46	1.066E+11		
	Total	6.688E+13	49			
a. Predictors: (Constant), พื้นที่ใช้สอย, จำนวนชั้น, ระยะเวลา						
b. Dependent Variable: ค่าไฟฟ้า						

ตารางที่ 5.9 ผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ

ผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ													
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Correlations		Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	ค่าคงที่	-108222.944	152251.243		-0.711	0.481	-414688.802	198242.914					
	จำนวนชั้น	34721.033	8232.154	0.308	4.218	0.000	18150.566	51291.499	0.777	0.528	0.168	0.299	3.348
	ระยะเวลา	26941.160	12923.477	0.165	2.085	0.043	927.550	52954.770	0.811	0.294	0.083	0.255	3.927
	พท. ใช้สอย	74.484	6.113	0.622	12.185	0.000	62.179	86.788	0.889	0.874	0.487	0.611	1.637
a. Dependent Variable: ค่าไฟฟ้า													

ตารางที่ 5.10 ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

Coefficient Correlations					
Model			พท. ใช้สอย	จำนวนชั้น	ระยะเวลา
1	Correlations	พท. ใช้สอย	1	-0.023	-0.385
		จำนวนชั้น	-0.023	1	-0.764
		ระยะเวลา	-0.385	-0.764	1
	Covariances	พท. ใช้สอย	37.365	-1156.179	-30392.604
		จำนวนชั้น	-1156.179	6.777E+07	-8.126E+07
		ระยะเวลา	-30392.604	-8.126E+07	1.670E+08
a. Dependent Variable: ค่าไฟฟ้า					

ตารางที่ 5.11 ผลการตรวจสอบค่าความผิดปกติของข้อมูล

ผลการตรวจสอบค่าความผิดปกติของข้อมูล					
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	910941.1	5032040.0	2775844.9	1124609.373	50
Residual	-714396.8	1051290.9	0.000	316366.632	50
Std. Predicted Value	-1.658	2.006	0.000	1.000	50
Std. Residual	-2.188	3.220	0.000	0.969	50
a. Dependent Variable: ค่าไฟฟ้า					

จากตารางที่ 5.6 พบว่าจำนวนชั้น ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคารสูง มีความสัมพันธ์กับต้นทุนค่าไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้าง

จากคารางที่ 5.7 พบว่าความอิสระของการคลาดเคลื่อนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัดสินใจเท่ากับร้อยละ 96.3 และสามารถพยากรณ์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงได้ร้อยละ 92.7 โดยความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ ±326,520.006 บาท และมีความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากค่าสถิติของ Durbin-Watson มีค่ามากกว่า 1

จากตารางที่ 5.8 พบว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับต้นทุนค่าไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง อย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

จากตารางที่ 5.9 พบว่าจำนวนชั้นความสูงมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมากที่สุด เนื่องจากมีค่า สัมประสิทธิ์ความถดถอยมาตรฐานถึง 0.622 ขณะที่พื้นที่ใช้สอย และระยะเวลาการก่อสร้างมีความสัมพันธ์ลดลงตามลำดับ ค่า Sig. จากค่า t เป็นค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอยและค่าคงที่ พบว่าค่าคงที่มีค่า Sig. เท่ากับ 0.481 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงกับตัวแปรตามต่างๆผ่านจุดศูนย์ ขณะที่สัมประสิทธิ์ของจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคาร มีค่าเท่ากับ 0.00 0.43 และ 0.00 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตัวแปรทั้งสามมีความสัมพันธ์ต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง และเมื่อทำการตรวจสอบค่า Tolerance และ VIF ของตัวแปรแต่ละตัวพบว่า

จำนวนชั้นความสูง มีค่า Tolerance เท่ากับ 0.299 และ ค่า VIF เท่ากับ 3.348
ระยะเวลาการก่อสร้าง มีค่า Tolerance เท่ากับ 0.255 และ ค่า VIF เท่ากับ 3.927
พื้นที่ใช้สอยของอาคาร มีค่า Tolerance เท่ากับ 0.611 และ ค่า VIF เท่ากับ 1.637

เมื่อพิจารณาค่าทั้งสองดังกล่าว พบว่าไม่มีตัวแปรใดที่มีค่า Tolerance น้อยกว่า 0.2 และมีค่า VIF มากกว่า 4 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ไม่มีความสัมพันธ์กัน จึงสามารถนำเอาตัวแปรดังกล่าวมาพิจารณาในสมการถดถอยได้

จากตารางที่ 5.10 แสดงผลการตรวจสอบความระหว่างตัวแปรอิสระ พบว่าไม่มีตัวแปรใดมีค่า Condition Index เกิน 20 จึงสามารถสรุปได้ว่าไม่มีตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กัน และเป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

จากตารางที่ 5.11 แสดงผลการตรวจสอบค่าความผิดปกติของข้อมูล พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงสุด มีค่าเท่ากับ 2.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 3.0 ดังนั้นจึงถือว่าข้อมูลไม่มีความผิดปกติ

จากการวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง กับจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคาร พบว่ามีความสัมพันธ์กัน โดยที่จำนวนชั้นความสูงมีความสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ใช้สอยอาคาร และระยะเวลาการก่อสร้าง ตามลำดับ และต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์เป็นไปดังสมการดังต่อไปนี้

$$E = 34{,}721.003*(F) + 26{,}941.160*(D) + 74.484*(A)$$

โดยที่

E คือ ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า (บาท)
F คือ จำนวนชั้นความสูง (ชั้น)
D คือ ระยะเวลาการก่อสร้าง (เดือน)
A คือ จำนวนพื้นที่ใช้สอยอาคาร (ตารางเมตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การตรวจสอบสมการต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

ความถูกต้องของสมการต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงจากการสมการถดถอยถูกตรวจสอบ โดยนำเอาข้อมูลจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง พื้นที่ใช้สอยของอาคาร และต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของงานก่อสร้างอาคารสูงที่เกิดขึ้นจริงของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับโครงการที่นำมาวิเคราะห์สมการถดถอยมาเปรียบเทียบกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการคาดคะเนจากสมการถดถอย ซึ่งผลการตรวจสอบความถูกต้องของการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงจากสมการถดถอย มีดังตารางที่ 5.12 และตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.12 รายละเอียดของโครงการตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

รายละเอียดของโครงการตัวอย่าง				
โครงการที่	จำนวนชั้นรวม	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	มูลค่าโครงการ (บาท)
1	9	12	8,500	120,000,000.00
2	22	26	18,000	240,000,000.00
3	23	20	20,000	315,000,000.00
4	26	22	16,000	312,000,000.00
5	32	28	32,000	560,000,000.00

ตารางที่ 5.13 ผลการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสมการถดถอย

ผลการต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสมการถดถอย							
โครงการที่	จำนวนชั้นรวม	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	มูลค่าโครงการ บาท	ค่าไฟฟ้าหน่วยงานจากสมการ	ค่าไฟฟ้าหน่วยงานที่เกิดขึ้นจริง	คลาดเคลื่อน (ร้อยละ)
1	9	12	8,500	120,000,000.00	1,268,896.95	1,335,392.06	4.98%
2	22	26	18,000	240,000,000.00	2,805,044.23	2,453,345.96	-14.34%
3	23	20	20,000	315,000,000.00	2,827,086.27	2,875,438.25	1.68%
4	26	22	16,000	312,000,000.00	2,687,195.60	2,627,744.81	-2.26%
5	32	28	32,000	560,000,000.00	4,248,912.58	3,823,811.36	-11.12%
					ค่าเฉลี่ย		6.88%

ตารางที่ 5.14 ผลการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ (ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ)

ผลการประมาณค่าไฟฟ้าหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ (ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ)							
โครงการที่	จำนวนชั้นรวม	ระยะเวลาก่อสร้าง (เดือน)	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	มูลค่าโครงการ บาท	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน จากสมการ	ค่าไฟฟ้าหน่วยงาน ที่เกิดขึ้นจริง	คลาดเคลื่อน (ร้อยละ)
1	9	12	8,500	120,000,000.00	1,224,000.00	1,335,392.06	8.34%
2	22	26	18,000	240,000,000.00	2,088,000.00	2,453,345.96	14.89%
3	23	20	20,000	315,000,000.00	2,740,500.00	2,875,438.25	4.69%
4	26	22	16,000	312,000,000.00	2,714,400.00	2,627,744.81	-3.30%
5	32	28	32,000	560,000,000.00	4,032,000.00	3,823,811.36	-5.44%
					ค่าเฉลี่ย		7.33%

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาในการจัดเก็บข้อมูล ดังนั้นข้อจำกัดในการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงดังกล่าว คือ ต้นทุนที่ได้จากการคาดคะเน เป็นต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดช่วงการก่อสร้างอาคารสูง กล่าวคือเป็นต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่รวมทั้งต้นทุนค่าไฟฟ้าที่เกิดจากงานก่อสร้าง ต้นทุนไฟฟ้าที่เกิดจากที่พักคนงาน ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดจากสำนักงานของผู้รับเหมา และต้นทุนการใช้ไฟฟ้าอื่นที่ผู้รับเหมาต้องทำการรับผิดชอบ อีกทั้งหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง ต้องมีโครงสร้างแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก และกำหนดว่ามีเพียงจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวนเครื่องมือเครื่องจักรไฟฟ้าและจำนวนคนงาน ซึ่งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงเป็นสำคัญ

จากตารางที่ 5.13 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ได้จากสมการถดถอยกับต้นทุนค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง พบว่าการคาดคะเนต้นทุนใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงด้วยสมการดังกล่าว ซึ่งคิดจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง คือ จำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคารสูง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 6.88 จากต้นทุนไฟฟ้าที่เกิดจริง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคาดคะเนจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ กล่าวคือ สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของโครงการที่มีมูลค่างานน้อยกว่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08 โครงการที่มูลค่างานระหว่าง 200 ล้านถึง 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 และโครงการที่มีมูลค่าโครงการมากกว่า 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.72 พบว่าผลความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 7.33 ซึ่งผลการคาดคะเนของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสมการถดถอยดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง

5.4 บทสรุป

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.87 และแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของโครงการที่มีมูลค่างานน้อยกว่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08 โครงการที่มูลค่างานระหว่าง 200 ล้านถึง 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 และโครงการที่มีมูลค่าโครงการมากกว่า 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.72

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการของอาคารสูง ประเภทโรงแรมมีสัดส่วนมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.92 รองลงคือ ประเภทที่พักอาศัย และ ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.89 และร้อยละ 0.81 ตามลำดับ และเมื่อทำการเฉลี่ยสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการของทุกประเภทของอาคารสูง พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 0.87

การคาดคะเนต้นทุนใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงด้วยสมการดังกล่าว ซึ่งคิดจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง คือ จำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคารสูง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 6.88 จากต้นทุนไฟฟ้าที่เกิดจริง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคาดคะเนจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ พบว่าผลความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 7.33 ซึ่งผลการคาดคะเนของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสมการถดถอยดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้างอาคารสูง และอัตราค่าไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เนื่องจากราคาน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้ามีราคาเพิ่มขึ้นมาก ส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องต่อค่าไฟฟ้าผันแปร โดยจากการเปลี่ยนแปลงของราคาพลังงานดังกล่าว เป็นผลทำให้ต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าในงานก่อสร้างนั้นเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การเพิ่มขึ้นของอัตราราคาพลังงานไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งปัจจุบันในการคาดคะเนราคางานก่อสร้างอาคารสูง พบว่าในการคาดคะเนต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างให้ถูกต้องนั้นทำได้ยาก เนื่องจากผู้ประมาณต้นทุนไม่ทราบสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้ประกอบในการคาดคะเนต้นทุน อีกทั้งยังขาดการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้อุตสาหกรรมก่อสร้างมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างจากในอุตสาหกรรมการผลิต

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาข้อมูลและแนวโน้มต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รวมถึงการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งวิธีการวิจัย ได้แก่ 1) ศึกษารูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนและปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง 2) ศึกษาปริมาณและแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนค่าก่อสร้างและ 3) ทำการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างก่อสร้างอาคารสูง จากการศึกษา พบว่า

1) การประเภทการจ่ายค่าไฟฟ้าตามรูปแบบของการไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทยสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง มี 2 รูปแบบ คือ อัตราปกติ และอัตราตามการใช้งาน ในประเภทที่ 2 และ 3
2) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงมี 2 แบบ คือ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง และ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา
3) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ ปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย ปัจจัยด้านจำนวนชั้นความสูง ปัจจัยด้านระยะเวลาก่อสร้าง ปัจจัยด้านประเภทโครงสร้างอาคาร ปัจจัยด้านประเภทการใช้งานของอาคาร ปัจจัยด้านนโยบายของหน่วยงานก่อสร้าง

4) ในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลัก มีการใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วงนี้มีแนวเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกันมากกว่าหนึ่งชั้น หรือเป็นเดือนที่มีการทำงานล่วงเวลามากกว่าปกติ ขณะที่ช่วงที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน มีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูงสุดในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันหลายชั้น การมีงานล่วงเวลาที่มากกว่าปกติ รวมไปถึงเดือนที่มีการยกตัวสูงขึ้นของทาวเวอร์เครนและในช่วงนี้มีการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรจำนวนมากกว่าช่วงอื่นๆ ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณสูงกว่าช่วงการทำงานอื่นจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะลดลงกว่าเดิมเพียงเล็กน้อย เนื่องจากยังมีงานสถาปัตยกรรมยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อมกันหลายชั้น แต่จะลดลงอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงเดือนถัดๆมา เนื่องจากมีการนำทาวเวอร์เครนออกจากหน่วยงานก่อสร้างและเหลือเพียงงานที่ใช้เครื่องมือไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น เช่น งานจัดสวน งานตกแต่งและงานเก็บรายละเอียดของงานที่บกพร่อง เป็นต้น ทั้งนี้การเร่งรัดงานและวันหยุดงานมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

5) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 1 ถึงโครงการตัวอย่างที่ 5 พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Pearson Correlation) มีค่าใกล้เคียง 1 ซึ่งหมายความว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งจากแผนภูมิความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองพบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างอยู่ในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มอยู่ในทิศทางเดียวกัน

6) สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.87 และแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ

7) สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของโครงการที่มีมูลค่างานน้อยกว่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08 โครงการที่มูลค่างานระหว่าง 200 ล้านถึง 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 และโครงการที่มีมูลค่าโครงการมากกว่า 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.72

8) สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการของอาคารสูง ประเภทโรงแรมมีสัดส่วนมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.92 รองลงคือ ประเภทที่พักอาศัย และ ประเภทสำนักงานและอาคารพาณิชย์ มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.89 และร้อยละ 0.81 ตามลำดับ และเมื่อทำการ

เฉลี่ยสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการของทุกประเภทของอาคารสูง พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 0.87

9) การคาดคะเนต้นทุนใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงด้วยสมการดังกล่าว ซึ่งคิดจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง คือ จำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคารสูง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 6.88 จากต้นทุนไฟฟ้าที่เกิดจริง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคาดคะเนจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ พบว่าผลความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 7.33 ซึ่งผลการคาดคะเนของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสมการถดถอยดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง

6.2 ข้อจำกัดในการวิจัย

6.3.1 ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานวิจัยนี้เป็นต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในโครงการทั้งหมด (ค่าไฟฟ้าจากการใช้ทุกประเภท) เฉพาะในส่วนค่าใช้จ่ายของหน่วยงานก่อสร้างของผู้รับเหมาหลักเท่านั้นไม่คิดรวมต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของผู้รับเหมาย่อยภายในช่วงที่ปฏิบัติงานเสาเข็มและการปรับสภาพพื้นที่

6.3.2 การคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างด้วยวิธีสมการถดถอย ขึ้นอยู่กับปัจจัยเชิงปริมาณเพียง 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย ปัจจัยด้านจำนวนชั้นความสูง และปัจจัยระยะเวลาการก่อสร้าง

6.3 อุปสรรคในการวิจัย

6.2.1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์เท่านั้น ดังนั้นปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังกล่าวอาจไม่ครบถ้วน

6.2.2 ข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและต้นทุนการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงอยู่ในบัญชีค่าใช้จ่าย ซึ่งผู้รับเหมาบางแห่งถือเป็นข้อมูลความลับ จึงทำให้ยากต่อการเข้าถึงข้อมูลทำให้ตัวอย่างโครงการก่อสร้างอาคารสูงมีจำนวนน้อย ซึ่งมีผลต่อความละเอียดของการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากสมการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

6.4 ข้อเสนอแนะ

6.4.1 ควรทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงเพิ่มเติมด้วยวิธีการอื่นนอกเหนือจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาปัจจัยอื่นที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

6.4.2 ควรศึกษาผลของปัจจัยอื่นที่มีผลต่อสมการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง นอกเหนือจากปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย ปัจจัยด้านจำนวนชั้นความสูง และปัจจัยระยะเวลาการก่อสร้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2552. สถิติสำหรับงานวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การเคหะแห่งชาติ. 2544. ระเบียบการเคหะแห่งชาติ ว่าด้วยการจดทะเบียนผู้รับจ้างของการเคหะแห่งชาติ พ.ศ. 2544 [Online]. แหล่งที่มา: http://www.nhanet.or.th/ [15 พฤศจิกายน 2551]

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552. รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2551 (เบื้องต้น) [Online]. แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=34 [15 พฤศจิกายน 2551]

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2552. คู่มือประหยัดพลังงานไฟฟ้า [Online]. แหล่งที่มา: www.sirikitdam.egat.com/sara/elec_save.php [15 พฤศจิกายน 2551]

การไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทย. 2553. อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการ [Online]. แหล่งที่มา: http://www.mea.or.th/tariffbywork.htm [4 มีนาคม 2552]

ธานินทร์ ศิลป์จารุ 2548. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: วี. อินเตอร์ พริ้นท์.

บุญชม ศรีสะอาด. 2541. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ สันติวรากร. 2550. แนวทางและวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต [Online]. แหล่งที่มา (ติดต่อ): sprapat@kku.ac.th [11 ตุลาคม 2552]

วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2551. วิธีวิทยาการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

วีระเดช พะเยาศิริพงศ์. 2549. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2543. รวมกฎหมายก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์. 2551. ใบอนุญาตก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยอาคารสูง [Online]. แหล่งที่มา: http://www.reic.or.th/ [15 พฤศจิกายน 2551]

ศกลวรรณ เชื้อพูน, ธารา คุณเลิศกิจ, สุภมาส เลิศพัฒนถาวร และ อรอุไร แสงสว่าง. 2548. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา บริษัท นูบูน จำกัด. วิทยาศาตร์บัณฑิต, การจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุภางค์ จันทวานิช. 2537. วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 5.กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2520. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 [Online]. แหล่งที่มา: http://www.nesdb.go.th/ [15 พฤศจิกายน 2551]

ภาษาไทย (ต่อ)

สำราญ มีแจ้ง. 2544. สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร: นิชินแอดเวอร์ไทซิ่งกรุ๊ฟ

ภาษาอังกฤษ

AACE International Cost Estimation Classifications. 1997. COST ESTIMATE CLASSIFICATION SYSTEM – AS APPLIED IN ENGINEERING, PROCUREMENT, AND CONSTRUCTION FOR THE PROCESS INDUSTRIES [Online] Available from http://www.costengineering.eu/Downloads /articles/AACE_CLASSIFICATION_SYSTEM.pdf. [2011, Jan 4]

Azhar , Farooqui ,Ahmed. 2008. Cost Overrun Factors In Construction Industry of Pakistan First International Conference on Construction In Developing Countries (ICCIDC–I). Karachi, Pakistan.

Conrad, Clifton. and Wilson, Richard F. 1985. Academic program reviews: Institutional approaches, expectations, and controversies. :Association for the Study of Higher Education,Washington, D.C.

Cheesman, P.G. 1980. The Measurement and Analysis of Tower Cranes Activity on Construction Projects with Particular Reference to Time Lapse Photographic Techniques. Heriot-Watt University.

David, A.D. 1973. Construction equipment guide: Wiley-Interscience Publication.

Diesendorf M. 2007. Greenhouse Solutions with Sustainable Energy: UNSW Press, Sydney.

European Union. 2000. Action Plan to improve energy efficiency in the European Community [Online]. Available from http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l27033.htm [2008, July 8]

Elsila, M., Koskela L., Lempinen, H., Pieska, S. and Sola, E. 1987. An integrated approach to the development of construction site crane operation. Proceeding of 5th Int. Symp. Robotics in Construction (1988) : 643 – 652

Ken Calvert. 2008. Critical Machine Information Makes Feet Management More Effective [Online]. Available from http://www.komatsuamerica.com/ ?p=news&f1=read&pageid=318 [2008, June 4]

Komatsu America Corp. 2008. Komatsu America Corp.'s Pulse Survey 2008. [Online] Available from http://www.komatsuamerica.com/?p=news&f1=read&pageid=331. [2008, June 4]

Matthews, H., Roth M., Sharrard, A. and Bilec, M. 2005. Economic and Environmental Implications of Construction Energy Use and Generation under New EPA Emission Standards. Proceeding of ASCE Construction Research Congress 2005.

ภาษาอังกฤษ (ต่อ)

Memon ,Rahman ,Abdullah ,Azis. 2010. Factors Affecting Construction Cost in Mara Large Construction Project: Perspective of Project Management Consultant International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology Vol. 1, No 2.

Nassen, J., Holmberg, J., Wadeskog, A. and Nyman, M. 2006. Direct and indirect energy use and carbon emissions in the production phase of buildings: An input-output analysis. Journal of Energy Vol.32 (2007) : 1593 – 1602.

Oka, T., Suzuki, M. and Konnya, T. 1992. The estimation of energy consumption and amount of pollutants due to the construction of buildings. Journal of Energy and Buildings Vol.19 (1993) : 303 – 311.

Peurify, R.L. and Ledbetter, W.B. 1985. Construction planning equipment & method 4th edition. New York: Mcgraw-Hill.

Rosenfeld, Y and Shapira, A (1998) Automation of existing tower cranes – economic and technological feasibility, Automation in construction Volume 7, Issue 4 , 285-298.

Trost, Oberlender 2003 Predicting Accuracy of Early Cost Estimates using Factor Analysis and Multivariate Regression Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 129, No. 2, March/April 2003, 198-204.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

แผนงานโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก1 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 1

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่1									
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	0.00	1,380,806.08	4,209,026.68	3,635,705.41	3,779,534.01	3,463,623.76	3,388,531.93	3,072,748.93	2,387,311.08
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	0.00	4,031,520.29	1,938,123.44	2,578,689.77	3,194,049.76	4,575,279.60	4,452,551.35	5,006,767.05	3,589,927.10
ต้นทุนก่อสร้างรวม	0.00	5,412,326.37	6,147,150.12	6,214,395.18	6,973,583.77	8,038,903.36	7,841,083.28	8,079,515.98	5,977,238.18
ค่าไฟฟ้า	0.00	3,654.85	21,929.10	40,203.35	59,458.44	66,396.11	62,159.66	73,042.85	91,181.48
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	เดือนที่ 17
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	3,777,827.00	3,741,651.68	4,483,210.19	3,721,258.38	6,077,777.43	5,924,334.90	8,162,918.36	6,921,858.48	6,578,592.53
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	3,544,849.51	4,442,519.95	5,257,796.58	5,630,304.89	6,596,579.51	6,299,669.68	11,046,960.55	9,774,637.72	6,237,507.22
ต้นทุนก่อสร้างรวม	7,322,676.51	8,184,171.63	9,741,006.78	9,351,563.27	12,674,356.94	12,224,004.58	19,209,878.91	16,696,496.20	12,816,099.75
ค่าไฟฟ้า	83,926.02	105,692.36	134,714.22	131,086.49	141,969.67	254,673.38	192,757.87	185,502.41	174,619.23
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20	เดือนที่ 21	เดือนที่ 22	เดือนที่ 23	เดือนที่ 24	เดือนที่ 25	เดือนที่ 26
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	6,252,403.41	6,681,735.66	6,117,326.20	8,870,468.97	3,626,400.22	4,409,993.68	7,173,786.86	7,564,449.48	6,518,609.70
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	5,462,194.98	7,601,659.14	12,626,376.22	10,210,899.36	3,798,280.22	5,500,075.00	12,259,810.40	10,476,443.98	9,684,941.19
ต้นทุนก่อสร้างรวม	11,714,598.39	14,283,394.81	18,743,702.42	19,081,368.33	7,424,680.44	9,910,068.68	19,433,597.26	18,040,893.46	16,203,550.89
ค่าไฟฟ้า	167,363.77	167,363.77	174,619.23	120,203.31	156,480.58	146,805.44	157,688.62	154,549.17	116,575.58
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 27	เดือนที่ 28	รวม						
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	5709496.642	5270114.844	142901502.5						
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	8909411.599	8185671.409	182913497.5						
ต้นทุนก่อสร้างรวม	14,618,908.24	13,455,786.25	325,814,999.99						
ค่าไฟฟ้า	99,408.58	88,808.19	3,372,833.73						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนงานก่อสร้างโครงการ 39 BOULEVARD (Apartment) Revision #3

เจ้าของโครงการ : บริษัท พี.เอส.แกรนด์ เอสเตท จำกัด

ผู้รับจ้าง : บริษัท แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด

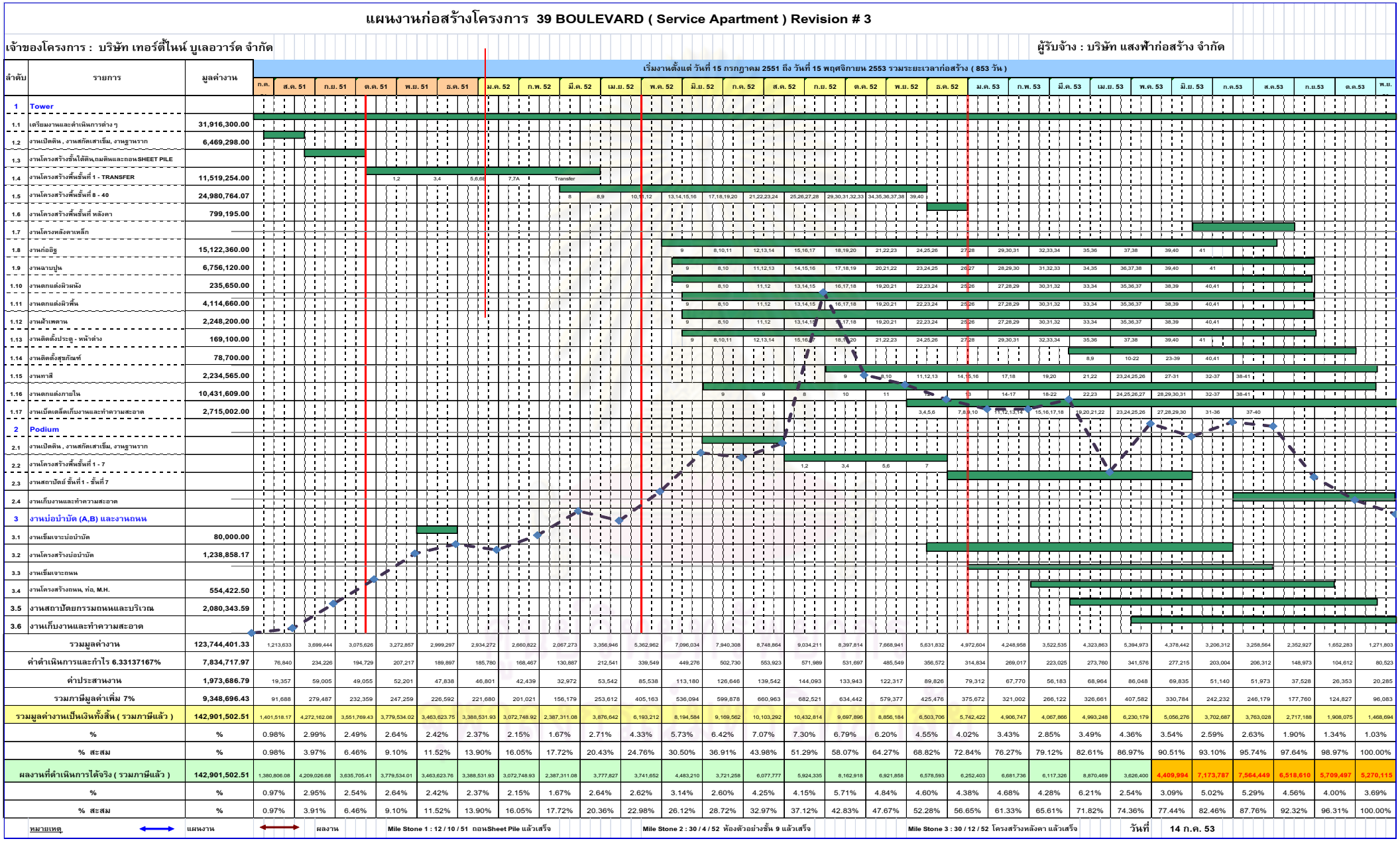
เริ่มงานตั้งแต่ วันที่ 15 กรกฎาคม 2551 ถึง วันที่ 15 พฤศจิกายน 2553 รวมระยะเวลาก่อสร้าง (853 วัน)

ลำดับ	รายการ	มูลค่างาน
1	Tower	
1.1	เตรียมงานและดำเนินการต่างๆ	32,194,200.00
1.2	งานเปิดดิน , งานสกัดเสาเข็ม, งานฐานราก	6,520,634.33
1.3	งานโครงสร้างชั้นใต้ดิน,ถมดินและถอน SHEET PILE	
1.4	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 1 - TRANSFER	14,406,990.00
1.5	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 8 - 41	29,421,096.04
1.6	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ หลังคา	1,744,115.00
1.7	งานโครงหลังคาเหล็ก	230,322.00
1.8	งานก่ออิฐ	25,329,585.00
1.9	งานฉาบปูน	8,904,960.00
1.10	งานตกแต่งผิวผนัง	127,220.00
1.11	งานตกแต่งผิวพื้น	5,262,030.00
1.12	งานผ้าเพดาน	3,954,400.00
1.13	งานติดตั้งประตู - หน้าต่าง	219,300.00
1.14	งานติดตั้งสุขภัณฑ์	60,750.00
1.15	งานทาสี	2,473,800.00
1.16	งานตกแต่งภายใน	15,036,999.00
1.17	งานบิ๊ดเตอร์เก็บงานและทำความสะอาด	12,506,063.67
2	Podium	
2.1	งานเปิดดิน , งานสกัดเสาเข็ม, งานฐานราก	
2.2	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 1 - 7	
2.3	งานสถาปัตย์ ชั้นที่ 1 - ชั้นที่ 7	
2.4	งานเก็บงานและทำความสะอาด	
3	งานภูมิสถาปัตย์	
3.1	งานระบบระบายน้ำ	
3.2	งานถนนภายในโครงการ	
3.2	งานภูมิสถาปัตย์	

รวมมูลค่างาน	158,392,465.04	3,543,428	1,703,477	2,155,537	2,765,862	3,961,926	3,855,651	4,335,569	3,108,668	3,402,300	4,963,195	6,500,894	8,188,009	8,978,178	9,656,764	10,904,934	10,657,085	9,383,659	6,461,244	7,649,026	8,732,294	6,985,072	8,863,052	7,195,844	4,298,910	3,541,978	2,856,583	2,185,019	1,558,302
ค่าดำเนินการและกำไร 6.33137167%	10,028,415.66	224,348	107,853	136,475	175,117	250,844	244,116	274,501	196,821	215,412	314,238	411,596	518,413	568,442	611,406	690,432	674,740	594,114	409,085	484,288	552,874	442,251	561,153	455,596	272,180	224,256	180,861	138,342	98,662
ค่าประสานงาน	2,526,313.21	56,517	27,170	34,380	44,115	63,192	61,496	69,151	49,582	54,266	79,162	103,687	130,596	143,199	154,023	173,930	169,977	149,667	103,055	122,000	139,278	111,410	141,363	114,772	68,566	56,494	45,562	34,850	24,854
รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	11,966,303.57	267,700	128,695	162,847	208,957	299,317	291,288	327,546	234,855	257,038	374,962	491,132	618,591	678,287	729,553	823,851	805,126	708,921	488,137	577,872	659,711	527,711	669,590	543,635	324,776	267,591	215,810	165,075	117,727
รวมมูลค่างานเป็นเงินทั้งสิ้น (รวมภาษีแล้ว)	182,913,497.49	4,091,993	1,967,195	2,489,239	3,194,050	4,575,279	4,452,551	5,006,767	3,589,927	3,929,017	5,731,557	7,507,310	9,455,610	10,368,107	11,151,746	12,593,148	12,306,929	10,836,361	7,461,521	8,833,186	10,084,157	8,066,444	10,235,157	8,309,847	4,964,432	4,090,319	3,298,816	2,523,286	1,799,546
%	%	2.24%	1.08%	1.36%	1.75%	2.50%	2.43%	2.74%	1.96%	2.15%	3.13%	4.10%	5.17%	5.67%	6.10%	6.88%	6.73%	5.92%	4.08%	4.83%	5.51%	4.41%	5.60%	4.54%	2.71%	2.24%	1.80%	1.38%	0.98%
% สะสม	%	2.24%	3.31%	4.67%	6.42%	8.92%	11.36%	14.09%	16.06%	18.20%	21.34%	25.44%	30.61%	36.28%	42.38%	49.26%	55.99%	61.91%	65.99%	70.82%	76.33%	80.74%	86.34%	90.88%	93.60%	95.83%	97.64%	99.02%	100.00%
ผลงานที่ดำเนินการได้จริง (รวมภาษีแล้ว)	145,657,029.30	4,031,520	1,938,123	2,578,690	3,194,050	4,575,280	4,452,551	5,006,767	3,589,927	3,544,850	4,442,520	5,257,797	5,630,305	6,596,580	6,299,670	11,046,961	9,774,638	6,237,507	5,462,195	7,601,659	12,626,376	10,210,899	3,798,280	5,500,075	12,259,810	10,476,444	9,684,941	8,909,412	8,185,671
%	%	2.20%	1.06%	1.41%	1.75%	2.50%	2.43%	2.74%	1.96%	1.94%	2.43%	2.87%	3.08%	3.61%	3.44%	6.04%	5.34%	3.41%	2.99%	4.16%	6.90%	5.58%	2.08%	3.01%	6.70%	5.73%	5.29%	4.87%	4.48%
% สะสม	%	2.20%	3.26%	4.67%	6.42%	8.92%	11.36%	14.09%	16.06%	17.99%	20.42%	23.30%	26.37%	29.98%	33.42%	39.46%	44.81%	48.22%	51.20%	55.36%	62.26%	67.85%	69.92%	72.93%	79.63%	85.36%	90.65%	95.52%	100.00%

หมายเหตุ แผนงาน ผลงาน Mile Stone 1 : 12 / 10 / 51 ถอนSheet Pile แล้วเสร็จ Mile Stone 2 : 30 / 4 / 52 ห้องตัวอย่างชั้น 9 แล้วเสร็จ Mile Stone 3 : 30 / 12 / 52 โครงสร้างหลังคา แล้วเสร็จ วันที่ 14 ก.ค. 53

รูปที่ ก1 แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 1 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน (อาคาร A)



รูปที่ ก2 แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 1 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน (อาคาร S)

แผนงานก่อสร้างโครงการ 39 BOULEVARD (Apartment) Revision #3

เจ้าของโครงการ : บริษัท พี.เอส.แกรนด์ เอสเตท จำกัด

ผู้รับจ้าง : บริษัท แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด

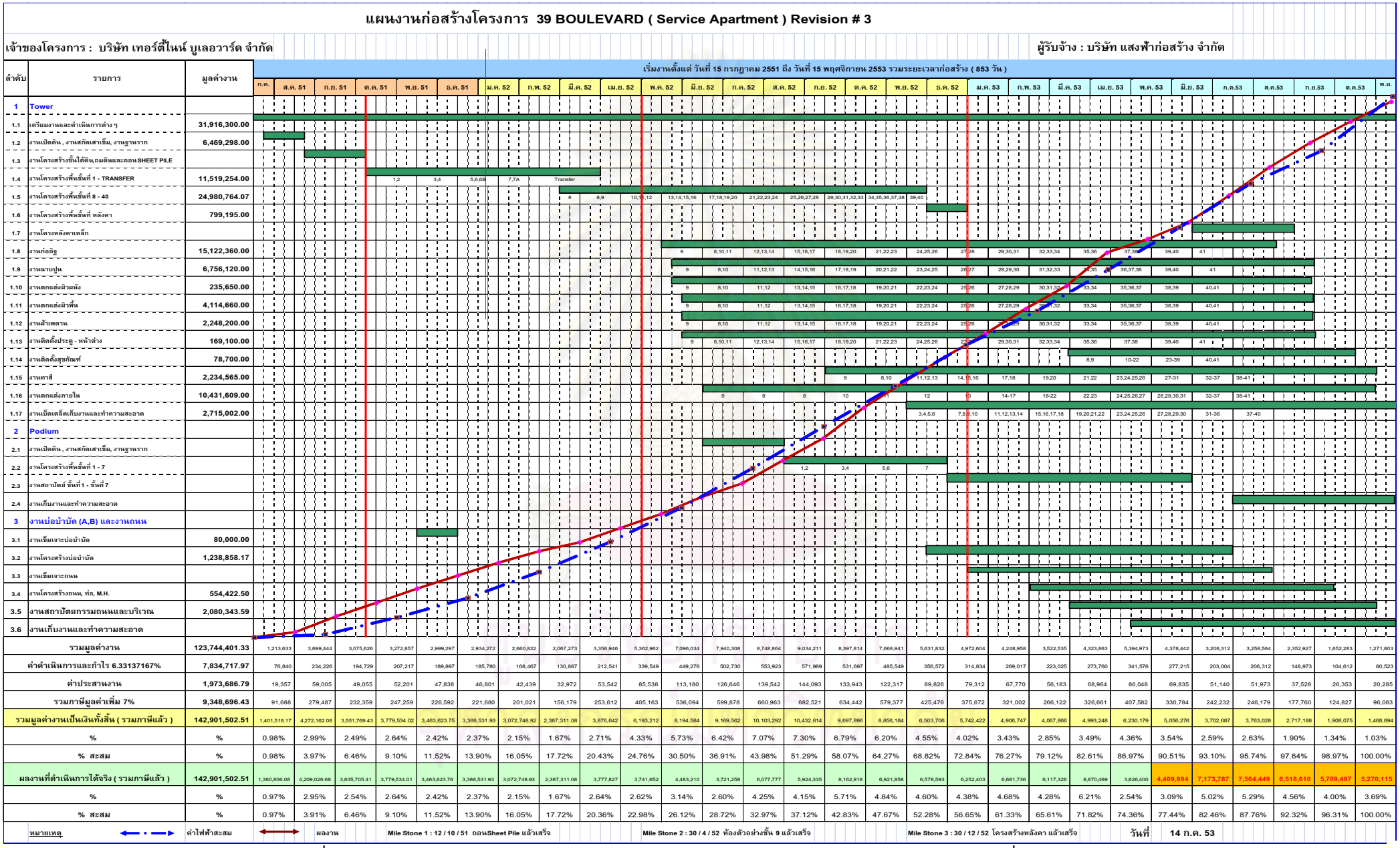
เริ่มงานตั้งแต่ วันที่ 15 กรกฎาคม 2551 ถึง วันที่ 15 พฤศจิกายน 2553 รวมระยะเวลาก่อสร้าง (853 วัน)

ลำดับ	รายการ	มูลค่างาน
1	Tower	
1.1	เตรียมงานและดำเนินการต่างๆ	32,194,200.00
1.2	งานเปิดดิน , งานสกัดเสาเข็ม, งานฐานราก	6,520,634.33
1.3	งานโครงสร้างชั้นใต้ดิน,ถมดินและถอน SHEET PILE	
1.4	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 1 - TRANSFER	14,406,990.00
1.5	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 8 - 41	29,421,096.04
1.6	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ หลังคา	1,744,115.00
1.7	งานโครงหลังคาเหล็ก	230,322.00
1.8	งานก่ออิฐ	25,329,585.00
1.9	งานฉาบปูน	8,904,960.00
1.10	งานตกแต่งผิวผนัง	127,220.00
1.11	งานตกแต่งผิวพื้น	5,262,030.00
1.12	งานผ้าเพดาน	3,954,400.00
1.13	งานติดตั้งประตู - หน้าต่าง	219,300.00
1.14	งานติดตั้งสุขภัณฑ์	60,750.00
1.15	งานทาสี	2,473,800.00
1.16	งานตกแต่งภายใน	15,036,999.00
1.17	งานเบ็ดเตล็ดเก็บงานและทำความสะอาด	12,506,063.67
2	Podium	
2.1	งานเปิดดิน , งานสกัดเสาเข็ม, งานฐานราก	
2.2	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 1 - 7	
2.3	งานสถาปัตย์ ชั้นที่ 1 - ชั้นที่ 7	
2.4	งานเก็บงานและทำความสะอาด	
3	งานภูมิสถาปัตย์	
3.1	งานระบบระบายน้ำ	
3.2	งานถนนภายในโครงการ	
3.2	งานภูมิสถาปัตย์	
รวมมูลค่างาน		158,392,465.04
ค่าดำเนินการและกำไร 6.33137167%		10,028,415.66
ค่าประสานงาน		2,526,313.21
รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		11,966,303.57
รวมมูลค่างานเป็นเงินทั้งสิ้น (รวมภาษีแล้ว)		182,913,497.49
%		%
% สะสม		%
ผลงานที่ดำเนินการได้จริง (รวมภาษีแล้ว)		145,657,029.30
%		%
% สะสม		%

ก.ค.	ส.ค. 51	ก.ย. 51	ต.ค. 51	พ.ย. 51	ธ.ค. 51	ม.ค. 52	ก.พ. 52	มี.ค. 52	เม.ย. 52	พ.ค. 52	มิ.ย. 52	ก.ค. 52	ส.ค. 52	ก.ย. 52	ต.ค. 52	พ.ย. 52	ธ.ค. 52	ม.ค. 53	ก.พ. 53	มี.ค. 53	เม.ย. 53	พ.ค. 53	มิ.ย. 53	ก.ค.53	ส.ค.53	ก.ย.53	ต.ค.53	พ.ย.53
3,543,428	1,703,477	2,155,537	2,765,862	3,961,926	3,855,651	4,335,569	3,108,668	3,402,300	4,963,195	6,500,894	8,188,009	8,978,178	9,656,764	10,904,934	10,657,085	9,383,659	6,461,244	7,649,026	8,732,294	6,985,072	8,863,052	7,195,844	4,298,910	3,541,978	2,856,583	2,185,019	1,558,302
224,348	107,853	136,475	175,117	250,844	244,116	274,501	196,821	215,412	314,238	411,596	518,413	568,442	611,406	690,432	674,740	594,114	409,085	484,288	552,874	442,251	561,153	455,596	272,180	224,256	180,861	138,342	98,662
56,517	27,170	34,380	44,115	63,192	61,496	69,151	49,582	54,266	79,162	103,687	130,596	143,199	154,023	173,930	169,977	149,667	103,055	122,000	139,278	111,410	141,363	114,772	68,566	56,494	45,562	34,850	24,854
267,700	128,695	162,847	208,957	299,317	291,288	327,546	234,855	257,038	374,962	491,132	618,591	678,287	729,553	823,851	805,126	708,921	488,137	577,872	659,711	527,711	669,590	543,635	324,776	267,591	215,810	165,075	117,727
4,091,993	1,967,195	2,489,239	3,194,050	4,575,279	4,452,551	5,006,767	3,589,927	3,929,017	5,731,557	7,507,310	9,455,610	10,368,107	11,151,746	12,593,148	12,306,929	10,836,361	7,461,521	8,833,186	10,084,157	8,066,444	10,235,157	8,309,847	4,964,432	4,090,319	3,298,816	2,523,286	1,799,546
2.24%	1.08%	1.36%	1.75%	2.50%	2.43%	2.74%	1.96%	2.15%	3.13%	4.10%	5.17%	5.67%	6.10%	6.88%	6.73%	5.92%	4.08%	4.83%	5.51%	4.41%	5.60%	4.54%	2.71%	2.24%	1.80%	1.38%	0.98%
2.24%	3.31%	4.67%	6.42%	8.92%	11.36%	14.09%	16.06%	18.20%	21.34%	25.44%	30.61%	36.28%	42.38%	49.26%	55.99%	61.91%	65.99%	70.82%	76.33%	80.74%	86.34%	90.88%	93.60%	95.83%	97.64%	99.02%	100.00%
4,031,520	1,938,123	2,578,690	3,194,050	4,575,280	4,452,551	5,006,767	3,589,927	3,544,850	4,442,520	5,257,797	5,630,305	6,596,580	6,299,670	11,046,961	9,774,638	6,237,507	5,462,195	7,601,659	12,626,376	10,210,899	3,798,280	5,500,075	12,259,810	10,476,444	9,684,941	8,909,412	8,185,671
2.20%	1.06%	1.41%	1.75%	2.50%	2.43%	2.74%	1.96%	1.94%	2.43%	2.87%	3.08%	3.61%	3.44%	6.04%	5.34%	3.41%	2.99%	4.16%	6.90%	5.58%	2.08%	3.01%	6.70%	5.73%	5.29%	4.87%	4.48%
2.20%	3.26%	4.67%	6.42%	8.92%	11.36%	14.09%	16.06%	17.99%	20.42%	23.30%	26.37%	29.98%	33.42%	39.46%	44.81%	48.22%	51.20%	55.36%	62.26%	67.85%	69.92%	72.93%	79.63%	85.36%	90.65%	95.52%	100.00%

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้า ผลงาน Mile Stone 1 : 12 / 10 / 51 ถอนSheet Pile แล้วเสร็จ Mile Stone 2 : 30 / 4 / 52 ห้องตัวอย่างชั้น 9 แล้วเสร็จ Mile Stone 3 : 30 / 12 / 52 โครงสร้างหลังคา แล้วเสร็จ วันที่ 14 ก.ค. 53

รูปที่ ก3 แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1 (อาคาร A)



รูปที่ ก4 แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1 (อาคาร S)

ตารางที่ ก2 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 2

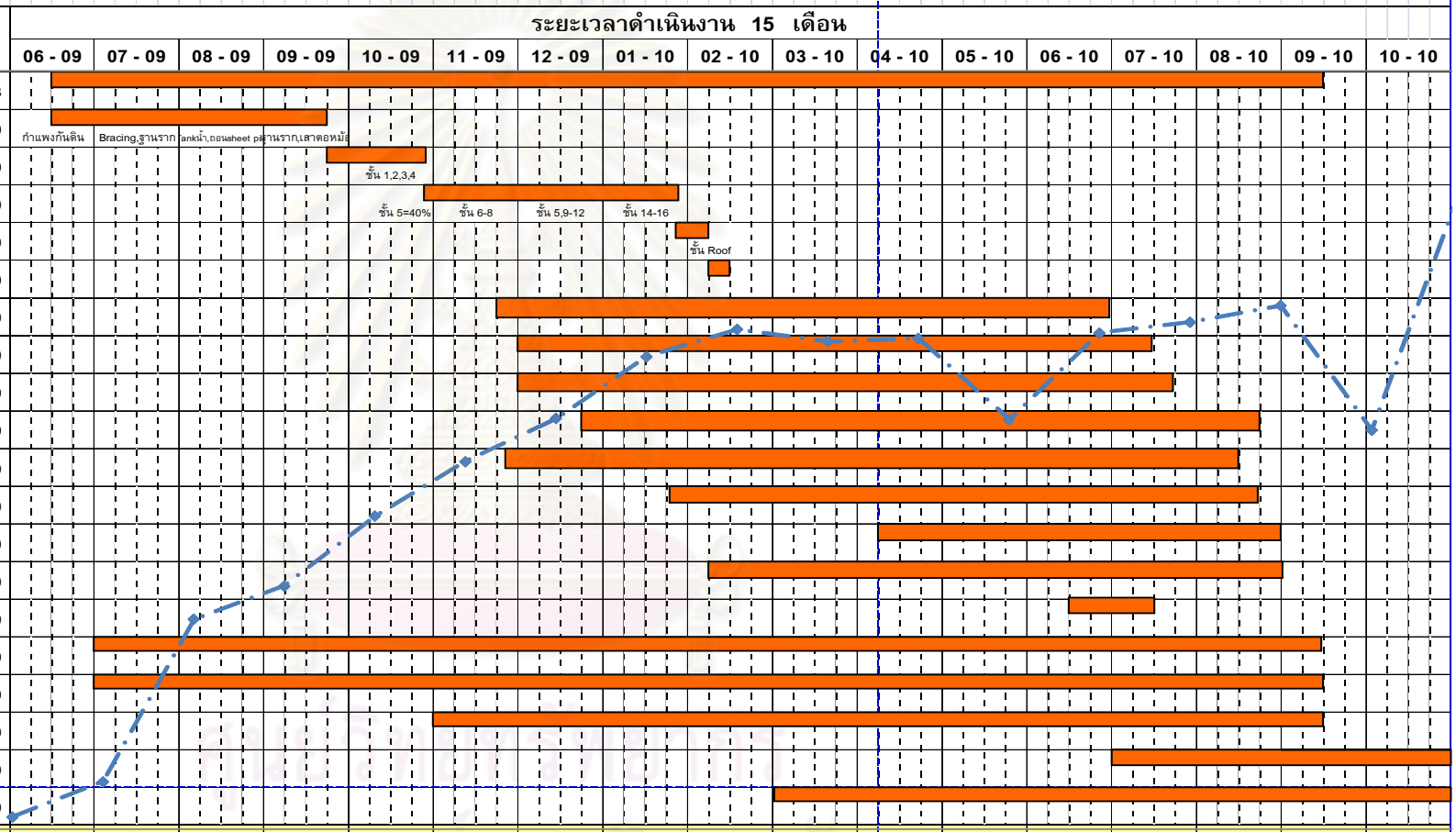
ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่2									
โครงการที่2 - 31A	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	8,984,927.13	9,152,173.77	8,166,629.97	11,148,862.07	9,964,498.26	17,789,443.28	17,952,513.55	16,376,525.68
ค่าไฟฟ้า	0.00	8,644.14	48,535.04	56,630.42	73,822.84	87,147.54	97,777.82	112,885.56	119,614.76
โครงการที่2 - 31A	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	18,164,517.74	16,071,549.12	30,955,651.40	17,955,651.40	16,775,107.38	13,869,473.21	8,146,603.10	1,531,350.49	223,005,477.55
ค่าไฟฟ้า	116,644.66	117,396.46	97,455.80	118,682.90	121,356.02	125,449.24	94,861.62	154,843.22	1,551,748.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนงานก่อสร้างโครงการ สุขุมวิท 31 อพาร์ทเมนท์

เจ้าของโครงการ : บริษัท เอสพี แคปปิตอล จำกัด

ลำดับ	รายการ	มูลค่างาน
1	เตรียมงานและดำเนินการ	22,030,146.13
2	งานโครงสร้างฐานรากและชั้นใต้ดิน	10,139,260.00
3	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 1 - 4	9,838,345.50
4	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 5 - 16	24,490,287.50
5	งานโครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้า,หลังคา	2,008,366.50
6	งานโครงหลังคาเหล็ก	766,170.00
7	งานก่ออิฐ	7,969,330.00
8	งานฉาบปูน	5,934,280.00
9	งานตกแต่งผิวผนัง	3,180,670.00
10	งานตกแต่งผิวพื้น	15,113,250.00
11	งานฝ้าเพดาน	4,156,070.00
12	งานติดตั้งประตู - หน้าต่าง	15,709,682.00
13	งานสุขภัณฑ์	749,580.00
14	งานทาสี	1,832,000.00
15	งานตกแต่งหลังคา	2,297,750.00
16	งานวิศวกรรมไฟฟ้า	28,040,626.30
17	งานวิศวกรรมสุขาภิบาล,ป้องกันอัคคีภัย	18,749,341.80
18	งานวิศวกรรมปรับอากาศ	14,783,365.00
19	งานภายนอก	2,489,638.00
20	งานเบ็ดเตล็ด,เก็บทำความสะอาด	6,335,195.00



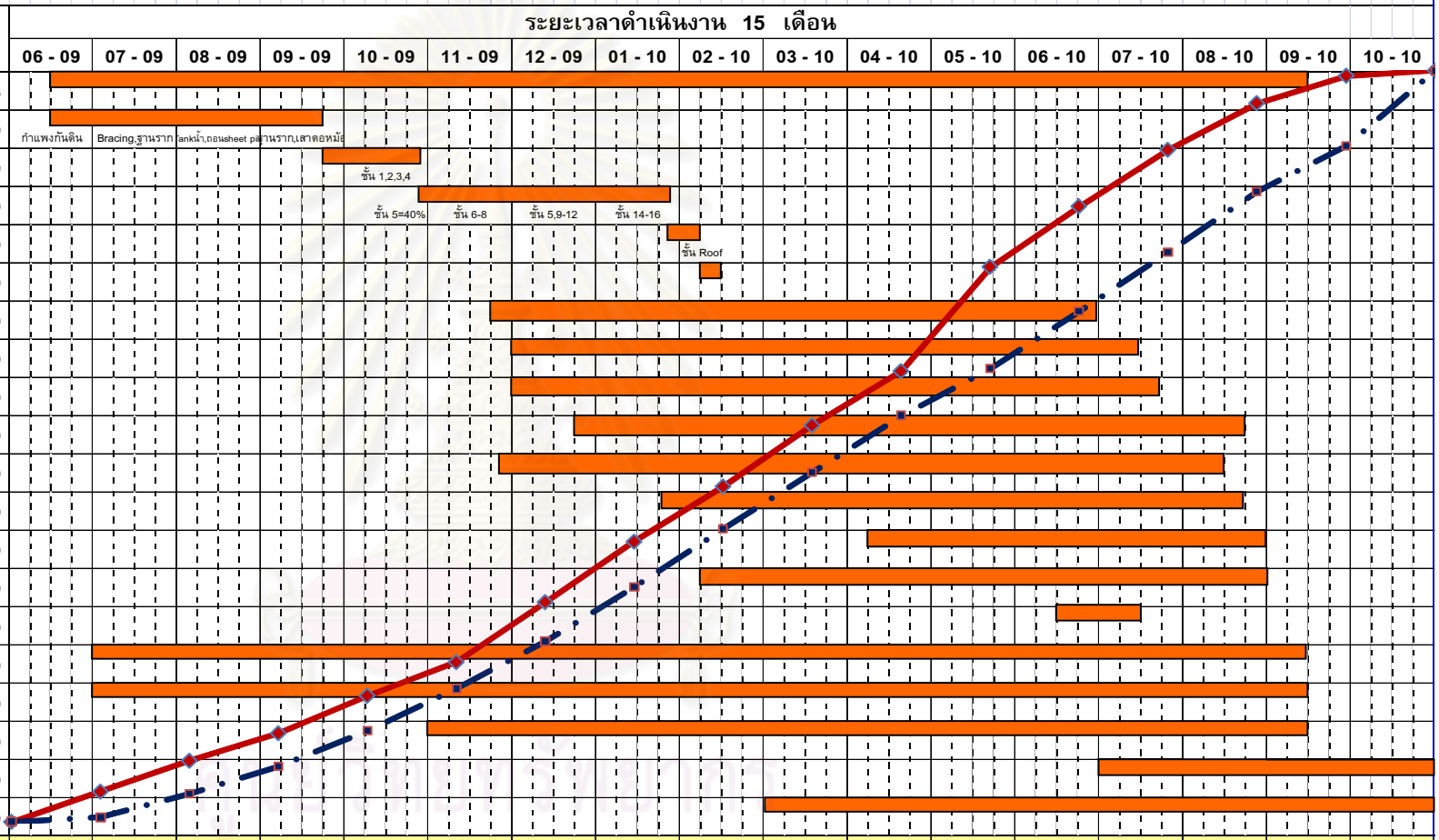
รวมมูลค่าเงินทั้งสิ้น	223,000,000.00	-	8,984,927	9,152,174	8,166,630	11,148,862	9,964,498	17,789,443	17,952,514	16,376,526	18,164,518	16,071,549	30,955,651	17,955,651	16,775,107	13,869,473	8,146,603	1,531,350
%	%	0.00%	4.03%	4.10%	3.66%	5.00%	4.47%	7.98%	8.05%	7.34%	8.15%	7.21%	13.88%	8.05%	7.52%	6.22%	3.65%	0.69%
% สะสม	%	0.00%	4.03%	8.13%	11.80%	16.79%	21.26%	29.24%	37.29%	44.63%	52.78%	59.99%	73.87%	81.92%	89.44%	95.66%	99.32%	100.00%
รวมมูลค่าเงินทั้งสิ้น (รวมภาษีแล้ว)	223,000,000.00	-	8,984,927	9,152,174	8,166,630	11,148,862	9,964,498	17,789,443	17,952,514	16,376,526	18,164,518	16,071,549	30,955,651	17,955,651	16,775,107	13,869,473	8,146,603	1,531,350
%	%	0.00%	4.03%	4.10%	3.66%	5.00%	4.47%	7.98%	8.05%	7.34%	8.15%	7.21%	13.88%	8.05%	7.52%	6.22%	3.65%	0.69%
% สะสม	%	0.00%	4.03%	8.13%	11.80%	16.79%	21.26%	29.24%	37.29%	44.63%	52.78%	59.99%	73.87%	81.92%	89.44%	95.66%	99.32%	100.00%

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้า ผลงานที่แล้วเสร็จจริง

รูปที่ ก5 แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 2 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน

แผนงานก่อสร้างโครงการ สุขุมวิท 31 อพาร์ทเมนท์

เจ้าของโครงการ : บริษัท เอสพี แคปปิตอล จำกัด



ลำดับ	รายการ	มูลค่างาน	06 - 09	07 - 09	08 - 09	09 - 09	10 - 09	11 - 09	12 - 09	01 - 10	02 - 10	03 - 10	04 - 10	05 - 10	06 - 10	07 - 10	08 - 10	09 - 10	10 - 10
1	เตรียมงานและดำเนินการ	22,030,146.13																	
2	งานโครงสร้างฐานรากและชั้นใต้ดิน	10,139,260.00																	
3	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 1 - 4	9,838,345.50																	
4	งานโครงสร้างพื้นชั้นที่ 5 - 16	24,490,287.50																	
5	งานโครงสร้างพื้นชั้นดาดฟ้า,หลังคา	2,008,366.50																	
6	งานโครงหลังคาเหล็ก	766,170.00																	
7	งานก่ออิฐ	7,969,830.00																	
8	งานฉาบปูน	5,934,280.00																	
9	งานตกแต่งผิวผนัง	3,180,670.00																	
10	งานตกแต่งผิวพื้น	15,113,250.00																	
11	งานฝ้าเพดาน	4,156,070.00																	
12	งานติดตั้งประตู - หน้าต่าง	15,709,682.00																	
13	งานสุขภัณฑ์	749,580.00																	
14	งานทาสี	1,832,000.00																	
15	งานตกแต่งหลังคา	2,297,750.00																	
16	งานวิศวกรรมไฟฟ้า	28,040,626.30																	
17	งานวิศวกรรมสุขาภิบาล,ป้องกันอัคคีภัย	18,749,341.80																	
18	งานวิศวกรรมปรับอากาศ	14,783,865.00																	
19	งานภายนอก	2,489,638.00																	
20	งานเบ็ดเตล็ด,เก็บทำความสะอาด	6,335,195.00																	
รวมมูลค่าเงินทั้งสิ้น		223,000,000.00	-	8,984,927	9,152,174	8,166,630	11,148,862	9,964,498	17,789,443	17,952,514	16,376,526	18,164,518	16,071,549	30,955,651	17,955,651	16,775,107	13,869,473	8,146,603	1,531,350
%		%	0.00%	4.03%	4.10%	3.66%	5.00%	4.47%	7.98%	8.05%	7.34%	8.15%	7.21%	13.88%	8.05%	7.52%	6.22%	3.65%	0.69%
% สะสม		%	0.00%	4.03%	8.13%	11.80%	16.79%	21.26%	29.24%	37.29%	44.63%	52.78%	59.99%	73.87%	81.92%	89.44%	95.66%	99.32%	100.00%
รวมมูลค่าเงินทั้งสิ้น (รวมภาษีแล้ว)		223,000,000.00	-	8,984,927	9,152,174	8,166,630	11,148,862	9,964,498	17,789,443	17,952,514	16,376,526	18,164,518	16,071,549	30,955,651	17,955,651	16,775,107	13,869,473	8,146,603	1,531,350
%		%	0.00%	4.03%	4.10%	3.66%	5.00%	4.47%	7.98%	8.05%	7.34%	8.15%	7.21%	13.88%	8.05%	7.52%	6.22%	3.65%	0.69%
% สะสม		%	0.00%	4.03%	8.13%	11.80%	16.79%	21.26%	29.24%	37.29%	44.63%	52.78%	59.99%	73.87%	81.92%	89.44%	95.66%	99.32%	100.00%

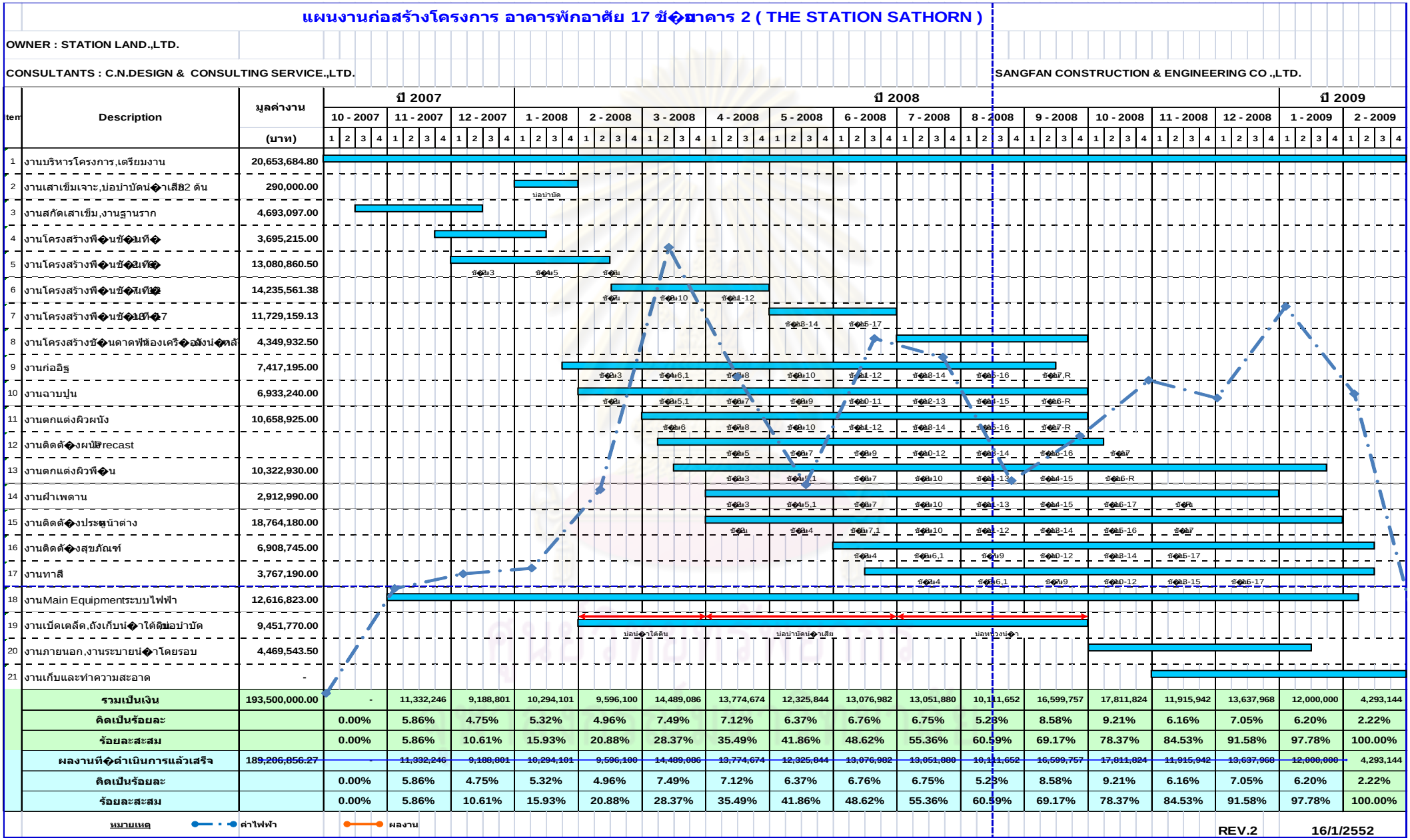
หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าสะสม ผลงานที่แล้วเสร็จจริง

รูปที่ ก6 แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2

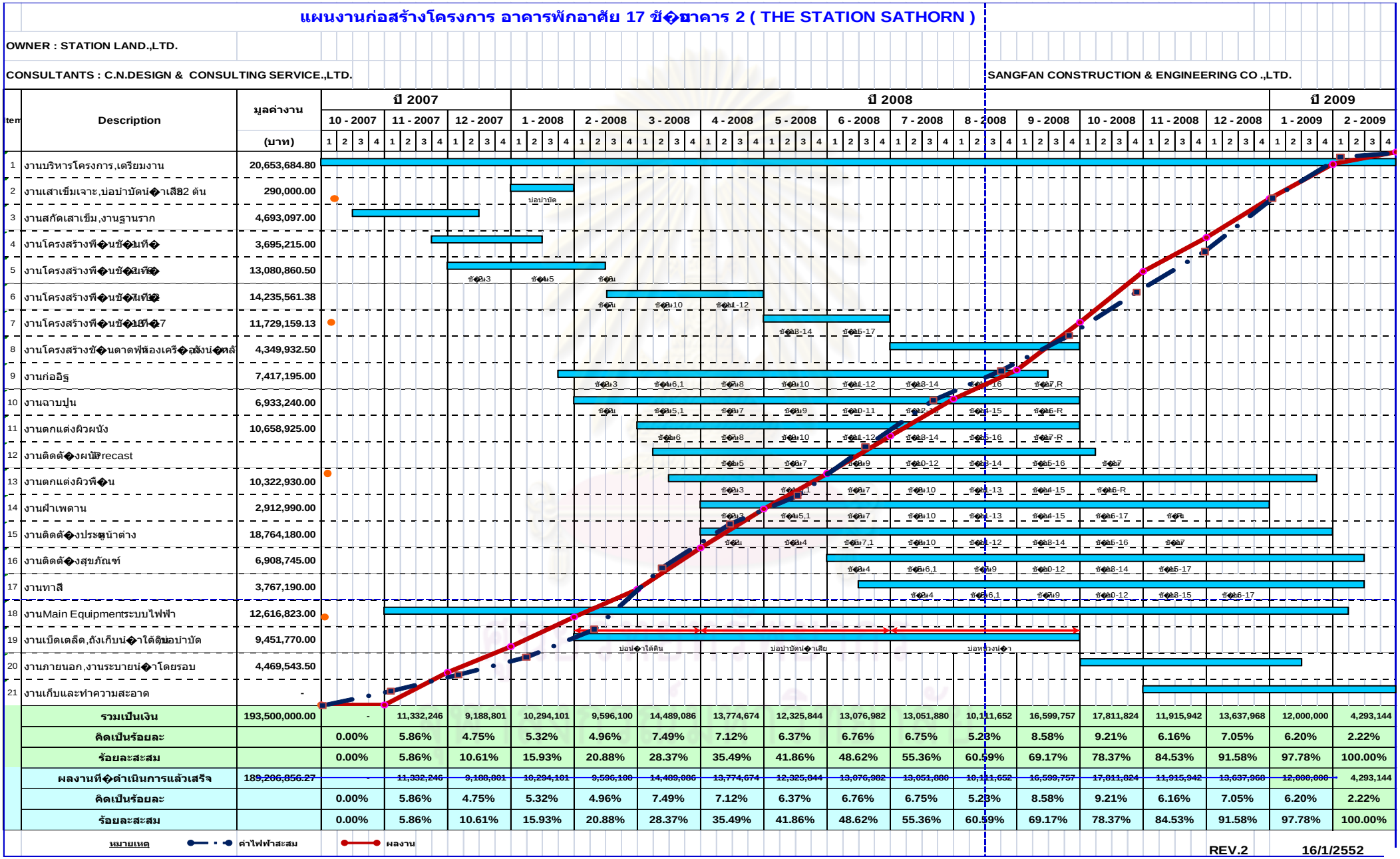
ตารางที่ ก3 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 3

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่3									
โครงการที่3 - Station	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	11,332,245.67	9,188,801.34	10,294,100.80	9,596,100.24	14,489,086.31	13,774,673.52	12,325,844.24	13,076,982.10
ค่าไฟฟ้า	0.00	44,143.89	50,286.12	52,726.86	85,757.76	187,797.14	133,243.62	87,829.63	149,397.10
โครงการที่3 - Station	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	13,051,879.83	10,111,652.26	16,599,756.78	17,811,823.50	11,915,942.08	13,637,967.60	12,000,000.00	4,293,143.73	193,500,000.00
ค่าไฟฟ้า	141,548.74	89,542.86	108,302.84	131,809.48	124,349.34	162,886.85	126,109.91	16,141.27	1,691,873.41

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก7 แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 3 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน



รูปที่ ก8 แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ ก4 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 4

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่4									
โครงการที่4 - ร่วมฤดี	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	9,779,220.16	11,304,231.76	9,723,728.92	8,072,418.00	12,041,808.00	17,718,325.00	18,023,774.00	13,309,933.00
ค่าไฟฟ้า	0.00	32,271.43	59,912.43	61,000.21	65,787.38	80,298.30	80,298.30	116,575.58	131,086.50
โครงการที่4 - ร่วมฤดี	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	17,031,314.00	18,077,695.00	18,985,091.00	28,409,067.00	18,635,624.00	21,718,541.99	25,764,800.61	20,987,886.93	26,607,688.30
ค่าไฟฟ้า	138,341.94	145,597.40	203,641.06	281,000.05	189,130.14	254,429.24	247,173.78	212,453.47	216,213.06
โครงการที่4 - ร่วมฤดี	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20	รวม					
ต้นทุนก่อสร้าง	34,653,327.70	22,556,866.01	3,302,706.58	356,704,047.96					
ค่าไฟฟ้า	262,779.39	111,341.98	8,992.35	2,898,323.97					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนงานก่อสร้างโครงการ RUAMRUDEE HOTEL

เจ้าของโครงการ : Fico Development Co., Ltd. | ผู้เสนอราคา : บริษัท แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด ห แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด

ลำดับ	รายการ	มูลค่างาน	ปี 2525									ปี 2553									ส่วนขยาย	
		(บาท)	พ.ค.-52	มิ.ย.-52	ก.ค.-52	ส.ค.-52	ก.ย.-52	ต.ค.-52	พ.ย.-52	ธ.ค.-52	ม.ค.-53	ก.พ.-53	มี.ค.-53	เม.ย.-53	พ.ค.-53	มิ.ย.-53	ก.ค.-53	ส.ค.-53	ก.ย.-53	ต.ค.-53	พ.ย.-53	ธ.ค.-53
	เตรียมงานและค่าดำเนินการ	38,099,893																				
1	Sheet Pile + ขุดดิน	10,495,250																				
2	ฐานราก + พื้นห้องเครื่อง	9,228,062																				
3	ผนังชั้นใต้ดิน	6,912,273																				
4	พื้นจอดรถชั้นใต้ดิน Slip Form	4,001,761																				
5	พื้นจอดรถชั้น 1-8	23,677,444					ชั้น 2	ชั้น 3 - 6	ชั้น 7 - 8													
6	พื้นชั้น 9-9A	7,108,354								ชั้น 9	ชั้น 9A											
7	พื้นชั้น 10 - 28	44,782,898								ชั้น 10 - 12	ชั้น 13 - 16	ชั้น 17 - 20	ชั้น 21 - 24	ชั้น 25 - 27	ชั้น 28							
8	ชั้นดาดฟ้าห้องเครื่อง	3,350,072													ชั้นดาดฟ้า - ห้องเครื่อง							
9	งานก่ออิฐ	11,082,990							ชั้น 1	ชั้น 8 - 9	ชั้น 2 - 4	ชั้น 5 - 7, 10-15	ชั้น 16 - 20	ชั้น 21 - 24	ชั้น 25 - 28	ชั้น ห้องเครื่อง						
10	งานฉาบปูน	2,943,680																				
11	งานตกแต่งผนัง	4,869,700																				
12	งานตกแต่งพื้น	5,756,950																				
13	งานฝ้าเพดาน	4,354,390																				
14	งานประตู - หน้าต่าง (ภายใน)	13,664,403																				
15	งานอลูมิเนียมภายนอก	96,296,296																				
16	งานสีภายใน	2,869,746																				
17	งานบันได + ราว																					
18	งานเบ็ดเตล็ด	14,426,715																				
19	งานเก็บทำความสะอาด																					
20	งานบ่อบำบัดน้ำเสีย	803,287						ต้นบ่อน้ำเสีย 2 ต้น															
21	งานบริเวณ + รั้ว	4,535,097																		ต้นช่างซ่อมรวมถูดี - ต้นหน้าโครงการ		
	รวมมูลค่าเงิน	349,000,000	9,139,458	10,564,703	9,087,597	7,544,316	11,254,026	16,559,182	16,844,649	12,439,190	15,917,116	16,895,042	17,743,076	26,550,530	17,416,471	20,297,703	24,079,253	19,614,848	24,866,998	32,386,288	21,081,183	3,086,642
	รวมมูลค่าเงินที่องสิ้น(รวมภาษีแล้ว)	373,430,000	9,779,220	11,304,232	9,723,729	8,072,418	12,041,808	17,718,325	18,023,774	13,309,933	17,031,314	18,077,695	18,985,091	28,409,067	18,635,624	21,718,542	25,764,801	20,987,887	26,607,688	34,653,328	22,556,866	3,302,707
	%	%	2.74%	3.17%	2.73%	2.26%	3.38%	4.97%	5.05%	3.73%	4.77%	5.07%	5.32%	7.96%	5.22%	6.09%	7.22%	5.88%	7.46%	9.71%	6.32%	0.93%
	% สะสม	%	2.74%	5.91%	8.64%	10.90%	14.28%	19.24%	24.30%	28.03%	32.80%	37.87%	43.19%	51.16%	56.38%	62.47%	69.69%	75.58%	83.04%	92.75%	99.07%	100.00%
	รวมมูลค่าเงินที่องสิ้น(รวมภาษีแล้ว)	333,232,376	9,779,220	11,304,232	9,723,729	8,072,418	12,041,808	17,718,325	18,023,774	13,309,933	17,031,314	18,077,695	18,985,091	28,409,067	18,635,624	21,718,542	25,764,801	20,987,887	**27,128,363**	**36,520,554**	**23,856,886**	**3,699,894**
	%	%	2.74%	3.17%	2.73%	2.26%	3.38%	4.97%	5.05%	3.73%	4.77%	5.07%	5.32%	7.96%	5.22%	6.09%	7.22%	5.88%	7.26%	9.78%	6.39%	0.99%
	% สะสม	%	2.74%	5.91%	8.64%	10.90%	14.28%	19.24%	24.30%	28.03%	32.80%	37.87%	43.19%	51.16%	56.38%	62.47%	69.69%	75.58%	82.84%	92.62%	99.01%	100.00%

Rev.3 | 25 - ก.ย. - 53

รูปที่ ก9 แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 4 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน

แผนงานก่อสร้างโครงการ RUAMRUDEE HOTEL

เจ้าของโครงการ : Fico Development Co., Ltd.

ผู้เสนอราคา : บริษัท แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด ท แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด

ลำดับ	รายการ	มูลค่างาน (บาท)	ปี 2525 พ.ค.-52	มิ.ย.-52	ก.ค.-52	ส.ค.-52	ก.ย.-52	ต.ค.-52	พ.ย.-52	ธ.ค.-52	ม.ค.-53	ปี 2553 ก.พ.-53	มี.ค.-53	เม.ย.-53	พ.ค.-53	มิ.ย.-53	ก.ค.-53	ส.ค.-53	ก.ย.-53	ต.ค.-53	ส่วนขยาย พ.ย.-53	ธ.ค.-53
	เตรียมงานและค่าดำเนินการ	38,099,893																				
1	Sheet Pile + ขุดดิน	10,495,250																				
2	ฐานราก + พื้นห้องเครื่อง	9,228,062																				
3	ผนังชั้นใต้ดิน	6,912,273																				
4	พื้นจอดรถชั้นใต้ดิน Slip Form	4,001,761																				
5	พื้นจอดรถชั้น 8	23,677,444					ชั้น 2	ชั้น 3 - 6	ชั้น 7 - 8													
6	พื้นชั้นชั้น 9A	7,108,354								ชั้น 9	ชั้น 9A											
7	พื้นชั้นชั้น 28	44,782,898									ชั้น 10 - 12	ชั้น 13 - 16	ชั้น 17 - 20	ชั้น 21 - 24	ชั้น 25 - 27	ชั้น 28						
8	ชั้นดาดฟ้าห้องเครื่อง	3,350,072														ชั้นดาดฟ้า - ห้องเครื่อง						
9	งานก่ออิฐ	11,082,990							ชั้น 1		ชั้น 8 - 9	ชั้น 2 - 4	ชั้น 5 - 7, 10-15	ชั้น 16 - 20	ชั้น 21 - 24	ชั้น 25 - 28	ชั้น ห้องเครื่อง					
10	งานฉาบปูน	2,943,680																				
11	งานตกแต่งผนัง	4,869,700																				
12	งานตกแต่งพื้น	5,756,950																				
13	งานฝ้าเพดาน	4,354,390																				
14	งานประตู - หน้าต่าง (ภายใน)	13,664,403																				
15	งานอลูมิเนียมภายนอก	96,296,296																				
16	งานสีภายใน	2,869,746																				
17	งานบันได + ราว																					
18	งานเบ็ดเตล็ด	14,426,715																				
19	งานเก็บทำความสะอาด																					
20	งานบ่อบำบัดน่ำเสีย	803,287						ด้านบ่อน้ำเสีย 2 ด้าน												ด้านข้างช่องจอดรถ	ด้านหน้าโครงการ		
21	งานบริเวณ + รั้ว	4,535,097																				
	รวมมูลค่าเงิน	349,000,000	9,139,458	10,564,703	9,087,597	7,544,316	11,254,026	16,559,182	16,844,649	12,439,190	15,917,116	16,895,042	17,743,076	26,550,530	17,416,471	20,297,703	24,079,253	19,614,848	24,866,998	32,386,288	21,081,183	3,086,642
	รวมมูลค่าเงินห้องสีชมภาษีแล้ว)	373,430,000	9,779,220	11,304,232	9,723,729	8,072,418	12,041,808	17,718,325	18,023,774	13,309,933	17,031,314	18,077,695	18,985,091	28,409,067	18,635,624	21,718,542	25,764,801	20,987,887	26,607,688	34,653,328	22,556,866	3,302,707
	%	%	2.74%	3.17%	2.73%	2.26%	3.38%	4.97%	5.05%	3.73%	4.77%	5.07%	5.32%	7.96%	5.22%	6.09%	7.22%	5.88%	7.46%	9.71%	6.32%	0.93%
	% สะสม	%	2.74%	5.91%	8.64%	10.90%	14.28%	19.24%	24.30%	28.03%	32.80%	37.87%	43.19%	51.16%	56.38%	62.47%	69.69%	75.58%	83.04%	92.75%	99.07%	100.00%
	รวมมูลค่าเงินห้องสีชมภาษีแล้ว)	333,232,376	9,779,220	11,304,232	9,723,729	8,072,418	12,041,808	17,718,325	18,023,774	13,309,933	17,031,314	18,077,695	18,985,091	28,409,067	18,635,624	21,718,542	25,764,801	20,987,887	**27,128,363**	**36,520,554**	**23,856,886**	**3,699,894**
	%	%	2.74%	3.17%	2.73%	2.26%	3.38%	4.97%	5.05%	3.73%	4.77%	5.07%	5.32%	7.96%	5.22%	6.09%	7.22%	5.88%	7.26%	9.78%	6.39%	0.99%
	% สะสม	%	2.74%	5.91%	8.64%	10.90%	14.28%	19.24%	24.30%	28.03%	32.80%	37.87%	43.19%	51.16%	56.38%	62.47%	69.69%	75.58%	82.84%	92.62%	99.01%	100.00%

ค่าไฟฟ้าสะสม — ผลงาน

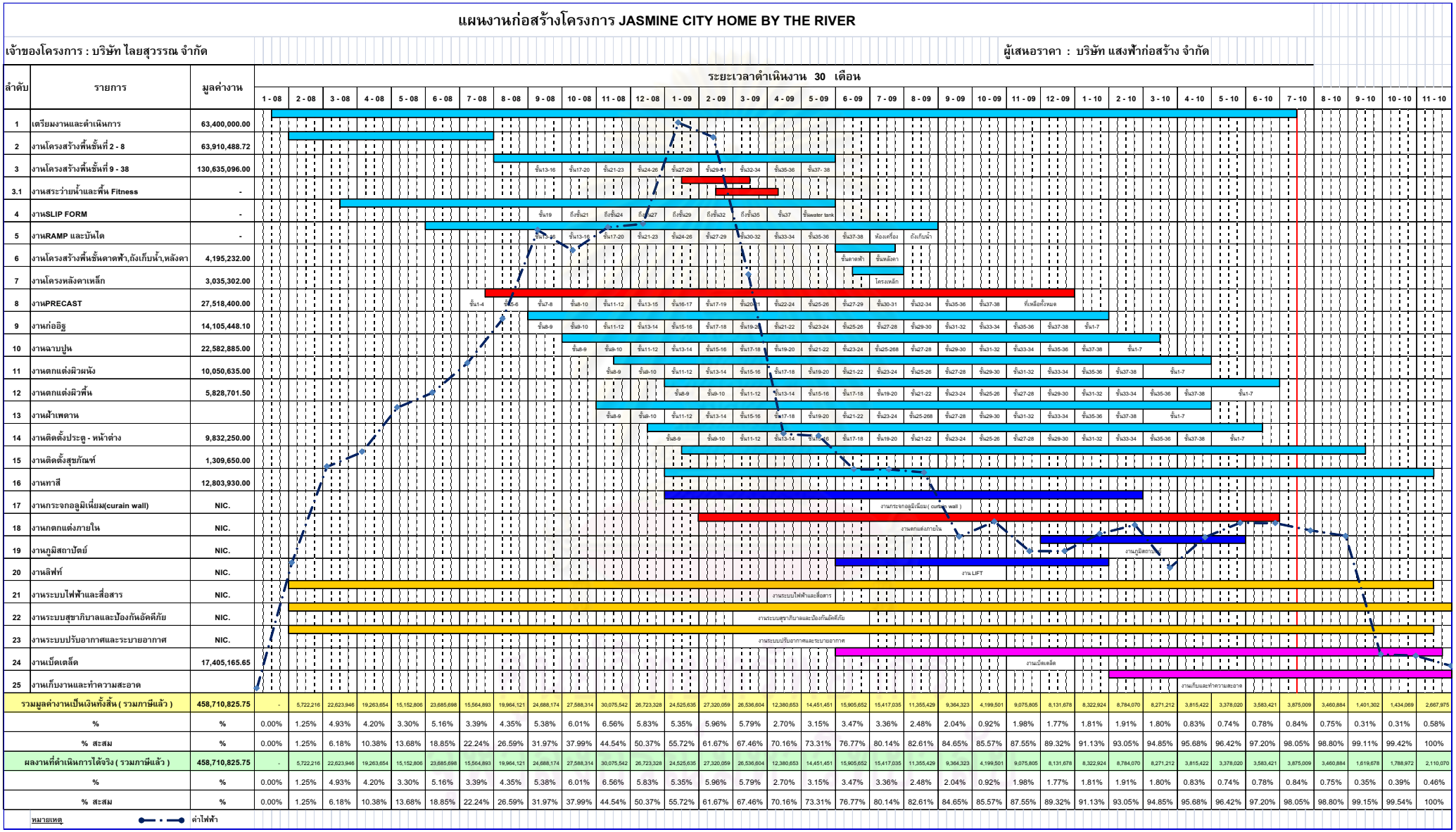
Rev.3 25 - ก.ย. - 53

รูปที่ ก10 แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4

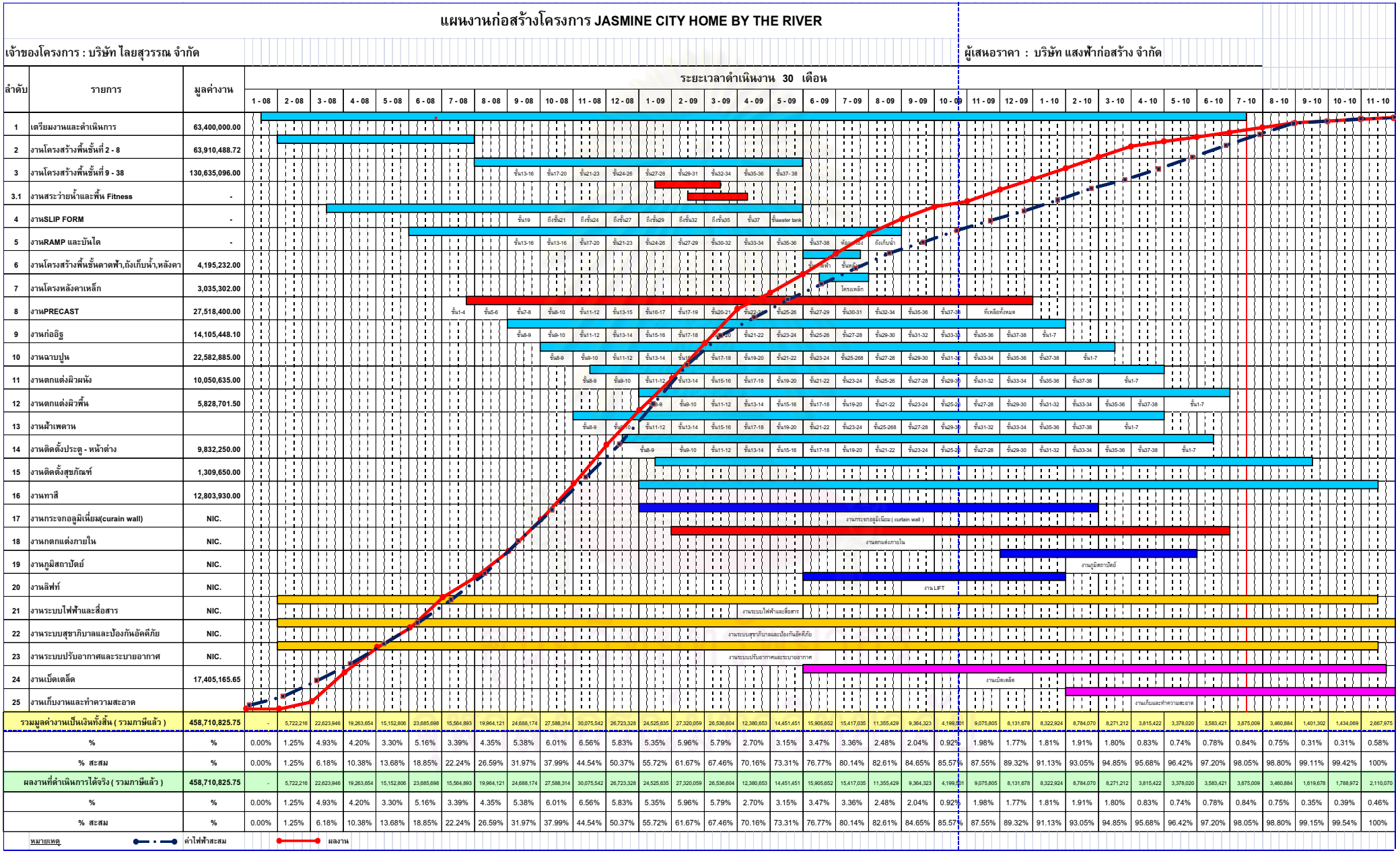
ตารางที่ ก5 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 5

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่5									
โครงการที่ 5 - พระราม 4	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	5,722,216.31	22,623,945.89	19,263,654.12	15,152,805.54	23,685,698.40	15,564,892.64	19,964,121.14	24,688,173.94
ค่าไฟฟ้า	0.00	62,132.52	109,645.62	116,955.33	138,884.45	146,194.16	160,813.58	182,742.70	226,600.95
โครงการที่ 5 - พระราม 4	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	เดือนที่ 17
ต้นทุนก่อสร้าง	27,588,313.51	30,075,542.11	26,723,327.86	24,525,635.37	27,320,059.03	26,536,604.42	12,380,653.21	14,451,450.69	15,905,652.37
ค่าไฟฟ้า	216,555.96	227,954.44	229,734.28	279,718.26	272,437.56	204,620.32	125,958.55	124,850.14	108,363.47
โครงการที่ 5 - พระราม 4	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20	เดือนที่ 21	เดือนที่ 22	เดือนที่ 23	เดือนที่ 24	เดือนที่ 25	เดือนที่ 26
ต้นทุนก่อสร้าง	15,417,034.57	11,355,429.40	9,364,323.31	4,199,500.64	9,075,805.26	8,131,678.16	8,322,924.01	8,784,070.10	8,271,212.30
ค่าไฟฟ้า	108,363.47	106,785.97	75,110.97	82,592.52	67,961.44	67,961.44	76,559.26	80,849.91	59,681.11
โครงการที่ 5 - พระราม 4	เดือนที่ 27	เดือนที่ 28	เดือนที่ 29	เดือนที่ 30	เดือนที่ 31	เดือนที่ 32	เดือนที่ 33	เดือนที่ 34	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	3,815,421.58	3,378,019.82	3,583,420.61	3,875,009.41	3,460,884.27	1,401,301.82	1,434,068.77	2,667,975.17	458,710,825.75
ค่าไฟฟ้า	74,748.17	81,867.09	81,822.09	78,090.39	75,383.60	16,955.75	16,204.98	11,205.50	4,096,305.94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก11 แผนงานก่อสร้างโครงการตัวอย่างที่ 5 และปริมาณการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน



รูปที่ ก12 แนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับการใช้ต้นทุนก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5

ภาคผนวก ข.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข1 ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 1

Correlations

		A.CURVE	E.CURVE
A.CURVE	Pearson Correlation	1	.997**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	29	29
E.CURVE	Pearson Correlation	.997**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	29	29

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ ข2 ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 2

Correlations

		A.CURVE	E.CURVE
A.CURVE	Pearson Correlation	1	.995**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	17	17
E.CURVE	Pearson Correlation	.995**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	17	17

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข3 ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 3

Correlations

		A.CURVE	E.CURVE
A.CURVE	Pearson Correlation	1	.998**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	17	17
E.CURVE	Pearson Correlation	.998**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	17	17

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ ข4 ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 4

Correlations

		A.CURVE	E.CURVE
A.CURVE	Pearson Correlation	1	.997**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	21	21
E.CURVE	Pearson Correlation	.997**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	21	21

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข5 ผลการหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของค่าไฟฟ้าสะสมกับต้นทุนการก่อสร้างสะสมของโครงการตัวอย่างที่ 5

Correlations

		A.CURVE	E.CURVE
A.CURVE	Pearson Correlation	1	.998**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	35	35
E.CURVE	Pearson Correlation	.998**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	35	35

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ ข6 ผลการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

Correlations

		E.COST	FL.NUM	DURATION	FL.AREA
Pearson Correlation	E.COST	1.000	.777	.811	.889
	FL.NUM	.777	1.000	.837	.532
	DURATION	.811	.837	1.000	.623
	FL.AREA	.889	.532	.623	1.000
Sig. (1-tailed)	E.COST	.	.000	.000	.000
	FL.NUM	.000	.	.000	.000
	DURATION	.000	.000	.	.000
	FL.AREA	.000	.000	.000	.
N	E.COST	50	50	50	50
	FL.NUM	50	50	50	50
	DURATION	50	50	50	50
	FL.AREA	50	50	50	50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข7 ผลการตรวจสอบความอิสระของความคลาดเคลื่อน

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.963[a]	.927	.922	326520.006	.927	193.758	3	46	.000	1.065

a. Predictors: (Constant), FL.AREA, FL.NUM, DURATION

b. Dependent Variable: E.COST

ตารางที่ ข8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.2E+13	3	2.066E+13	193.758	.000[a]
	Residual	4.9E+12	46	1.066E+11		
	Total	6.7E+13	49			

a. Predictors: (Constant), FL.AREA, FL.NUM, DURATION

b. Dependent Variable: E.COST

ตารางที่ ข9 ผลการตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-108223	152251.2		-.711	.481	-414688.802	198242.914					
	FL.NUM	34721.033	8232.154	.308	4.218	.000	18150.566	51291.499	.777	.528	.168	.299	3.348
	DURATION	26941.160	12923.477	.165	2.085	.043	927.550	52954.770	.811	.294	.083	.255	3.927
	FL.AREA	74.484	6.113	.622	12.185	.000	62.179	86.788	.889	.874	.487	.611	1.637

a. Dependent Variable: E.COST

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข10 ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

Collinearity Diagnostics[a]

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	FL.NUM	DURATION	FL.AREA
1	1	3.800	1.000	.01	.00	.00	.01
	2	.107	5.950	.30	.00	.00	.72
	3	.076	7.078	.43	.28	.02	.19
	4	.016	15.202	.26	.71	.98	.09

a. Dependent Variable: E.COST

ตารางที่ ข11 ผลการตรวจสอบค่าความผิดปกติของข้อมูล

Residuals Statistics[a]

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	910941.1	5032040	2775845	1124609.373	50
Residual	-714397	1051291	.0000	316366.63232	50
Std. Predicted Value	-1.658	2.006	.000	1.000	50
Std. Residual	-2.188	3.220	.000	.969	50

a. Dependent Variable: E.COST

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

ข้อมูลต้นทุนค่าไฟฟ้าและต้นทุนก่อสร้างของหน่วยงานก่อสร้างตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค1 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 1

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่1									
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	0.00	1,380,806.08	4,209,026.68	3,635,705.41	3,779,534.01	3,463,623.76	3,388,531.93	3,072,748.93	2,387,311.08
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	0.00	4,031,520.29	1,938,123.44	2,578,689.77	3,194,049.76	4,575,279.60	4,452,551.35	5,006,767.05	3,589,927.10
ต้นทุนก่อสร้างรวม	0.00	5,412,326.37	6,147,150.12	6,214,395.18	6,973,583.77	8,038,903.36	7,841,083.28	8,079,515.98	5,977,238.18
ค่าไฟฟ้า	0.00	3,654.85	21,929.10	40,203.35	59,458.44	66,396.11	62,159.66	73,042.85	91,181.48
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	เดือนที่ 17
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	3,777,827.00	3,741,651.68	4,483,210.19	3,721,258.38	6,077,777.43	5,924,334.90	8,162,918.36	6,921,858.48	6,578,592.53
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	3,544,849.51	4,442,519.95	5,257,796.58	5,630,304.89	6,596,579.51	6,299,669.68	11,046,960.55	9,774,637.72	6,237,507.22
ต้นทุนก่อสร้างรวม	7,322,676.51	8,184,171.63	9,741,006.78	9,351,563.27	12,674,356.94	12,224,004.58	19,209,878.91	16,696,496.20	12,816,099.75
ค่าไฟฟ้า	83,926.02	105,692.36	134,714.22	131,086.49	141,969.67	254,673.38	192,757.87	185,502.41	174,619.23
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20	เดือนที่ 21	เดือนที่ 22	เดือนที่ 23	เดือนที่ 24	เดือนที่ 25	เดือนที่ 26
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	6,252,403.41	6,681,735.66	6,117,326.20	8,870,468.97	3,626,400.22	4,409,993.68	7,173,786.86	7,564,449.48	6,518,609.70
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	5,462,194.98	7,601,659.14	12,626,376.22	10,210,899.36	3,798,280.22	5,500,075.00	12,259,810.40	10,476,443.98	9,684,941.19
ต้นทุนก่อสร้างรวม	11,714,598.39	14,283,394.81	18,743,702.42	19,081,368.33	7,424,680.44	9,910,068.68	19,433,597.26	18,040,893.46	16,203,550.89
ค่าไฟฟ้า	167,363.77	167,363.77	174,619.23	120,203.31	156,480.58	146,805.44	157,688.62	154,549.17	116,575.58
โครงการที่ 1 - Bouravard	เดือนที่ 27	เดือนที่ 28	รวม						
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร S	5709496.642	5270114.844	142901502.5						
ต้นทุนก่อสร้างอาคาร A	8909411.599	8185671.409	182913497.5						
ต้นทุนก่อสร้างรวม	14,618,908.24	13,455,786.25	325,814,999.99						
ค่าไฟฟ้า	99,408.58	88,808.19	3,372,833.73						

ตาราง ค2 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 2

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่2									
โครงการที่ 2 - 31A	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	8,984,927.13	9,152,173.77	8,166,629.97	11,148,862.07	9,964,498.26	17,789,443.28	17,952,513.55	16,376,525.68
ค่าไฟฟ้า	0.00	8,644.14	48,535.04	56,630.42	73,822.84	87,147.54	97,777.82	112,885.56	119,614.76
โครงการที่ 2 - 31A	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	18,164,517.74	16,071,549.12	30,955,651.40	17,955,651.40	16,775,107.38	13,869,473.21	8,146,603.10	1,531,350.49	223,005,477.55
ค่าไฟฟ้า	116,644.66	117,396.46	97,455.80	118,682.90	121,356.02	125,449.24	94,861.62	154,843.22	1,551,748.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค3 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 3

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่3									
โครงการที่3 - Station	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	11,332,245.67	9,188,801.34	10,294,100.80	9,596,100.24	14,489,086.31	13,774,673.52	12,325,844.24	13,076,982.10
ค่าไฟฟ้า	0.00	44,143.89	50,286.12	52,726.86	85,757.76	187,797.14	133,243.62	87,829.63	149,397.10
โครงการที่3 - Station	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	เดือนที่ 17
ต้นทุนก่อสร้าง	13,051,879.83	10,111,652.26	16,599,756.78	17,811,823.50	11,915,942.08	13,637,967.60	12,000,000.00	4,293,143.73	193,500,000.00
ค่าไฟฟ้า	141,548.74	89,542.86	108,302.84	131,809.48	124,349.34	162,886.85	126,109.91	16,141.27	1,691,873.41

ตาราง ค4 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 4

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่4									
โครงการที่4 - ร่วมฤดี	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	9,779,220.16	11,304,231.76	9,723,728.92	8,072,418.00	12,041,808.00	17,718,325.00	18,023,774.00	13,309,933.00
ค่าไฟฟ้า	0.00	32,271.43	59,912.43	61,000.21	65,787.38	80,298.30	80,298.30	116,575.58	131,086.50
โครงการที่4 - ร่วมฤดี	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	17,031,314.00	18,077,695.00	18,985,091.00	28,409,067.00	18,635,624.00	21,718,541.99	25,764,800.61	20,987,886.93	26,607,688.30
ค่าไฟฟ้า	138,341.94	145,597.40	203,641.06	281,000.05	189,130.14	254,429.24	247,173.78	212,453.47	216,213.06
โครงการที่4 - ร่วมฤดี	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20	รวม					
ต้นทุนก่อสร้าง	34,653,327.70	22,556,866.01	3,302,706.58	356,704,047.96					
ค่าไฟฟ้า	262,779.39	111,341.98	8,992.35	2,898,323.97					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค5 ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่ 5

ตารางข้อมูลต้นทุนก่อสร้างและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของโครงการตัวอย่างที่5									
โครงการที่5 - พระราม4	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
ต้นทุนก่อสร้าง	0.00	5,722,216.31	22,623,945.89	19,263,654.12	15,152,805.54	23,685,698.40	15,564,892.64	19,964,121.14	24,688,173.94
ค่าไฟฟ้า	0.00	62,132.52	109,645.62	116,955.33	138,884.45	146,194.16	160,813.58	182,742.70	226,600.95
โครงการที่5 - พระราม4	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	เดือนที่ 17
ต้นทุนก่อสร้าง	27,588,313.51	30,075,542.11	26,723,327.86	24,525,635.37	27,320,059.03	26,536,604.42	12,380,653.21	14,451,450.69	15,905,652.37
ค่าไฟฟ้า	216,555.96	227,954.44	229,734.28	279,718.26	272,437.56	204,620.32	125,958.55	124,850.14	108,363.47
โครงการที่5 - พระราม4	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20	เดือนที่ 21	เดือนที่ 22	เดือนที่ 23	เดือนที่ 24	เดือนที่ 25	เดือนที่ 26
ต้นทุนก่อสร้าง	15,417,034.57	11,355,429.40	9,364,323.31	4,199,500.64	9,075,805.26	8,131,678.16	8,322,924.01	8,784,070.10	8,271,212.30
ค่าไฟฟ้า	108,363.47	106,785.97	75,110.97	82,592.52	67,961.44	67,961.44	76,559.26	80,849.91	59,681.11
โครงการที่5 - พระราม4	เดือนที่ 27	เดือนที่ 28	เดือนที่ 29	เดือนที่ 30	เดือนที่ 31	เดือนที่ 32	เดือนที่ 33	เดือนที่ 34	รวม
ต้นทุนก่อสร้าง	3,815,421.58	3,378,019.82	3,583,420.61	3,875,009.41	3,460,884.27	1,401,301.82	1,434,068.77	2,667,975.17	458,710,825.75
ค่าไฟฟ้า	74,748.17	81,867.09	81,822.09	78,090.39	75,383.60	16,955.75	16,204.98	11,205.50	4,096,305.94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย พิชา ศรีพระจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2529 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์คาเบรียล ในปีการศึกษา 2545 และปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย