

การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง (A STUDY OF ELECTRICAL COST FOR HIGH-RISE BUILDING CONSTRUCTION)

พิชา ศรีพระจันทร์^{1*} นพดล จอกแก้ว²

^{1*}อาจารย์ สาขาวิชาบริหารทรัพยากรอาคาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและงานก่อสร้างอาคารสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาด้านต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รวมถึงการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งวิธีการวิจัย ได้แก่ 1) ศึกษารูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนและปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง 2) ศึกษาปริมาณและแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนค่าก่อสร้างและ 3) ทำการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยแยกตามประเภทของอาคาร จากการศึกษาโดยเปรียบเทียบสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 0.87 โดยอาคารประเภทที่พักอาศัย สำนักงาน อาคารพาณิชย์ และโรงแรม มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน ส่วนแนวโน้มของสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการจากการศึกษาแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์กับมูลค่าโครงการและปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของงานก่อสร้างอาคารสูง ได้แก่ ปริมาณพื้นที่ใช้สอยของอาคาร จำนวนชั้นความสูงของอาคาร และระยะเวลาการก่อสร้าง นอกจากนี้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากการคาดคะเนโดยใช้วิธีสมการถดถอย มีค่าใกล้เคียงกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าซึ่งคาดคะเนโดยใช้สัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ

คำสำคัญ : งานก่อสร้างอาคารสูง, ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า, ช่วงเวลางานทางโครงสร้าง, ช่วงเวลาทางสถาปัตยกรรม

Abstract

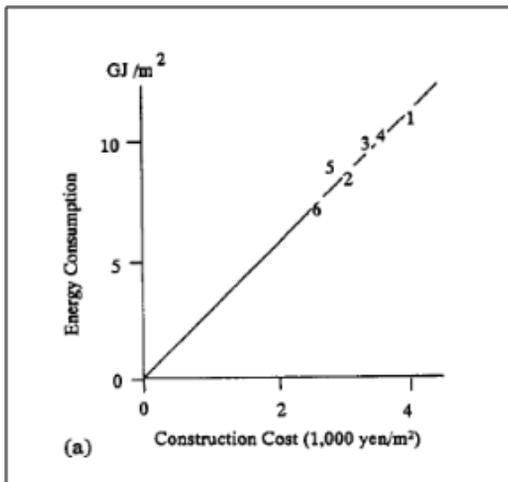
The increasing of electrical prices affects cost of high-rise building construction. The objectives of this research are to study the electrical cost, trend of electrical cost and to forecast electrical cost of high-rise building construction. The methods of this research are 1) To study electrical payment 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 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 of electrical cost for residential, office and commercial, and hotel buildings are closely proportion. 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 construction phase, the amount of electrical cost will increase and during structural, architectural and architectural construction phase, 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 construction. The electrical cost of construction forecasted by using linear regression equation is close to the electrical cost forecasted by using the proportion of electrical cost and value of the project.

Keywords : High-rise building construction, Electrical cost, Construction phase, Architectural phase

บทนำ

ปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปีที่ 10 และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 ร้อยละ 2.2 โดยใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ อันประกอบด้วยน้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5 และใช้พลังงานใหม่และหมุนเวียน อันประกอบด้วยพิน ถ่าน แกลบและกากอ้อย เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.3 [1]

ต้นทุนในการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างอาคาร มีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับต้นทุนรวมในการก่อสร้างอาคาร [7] ดังที่แสดงในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการใช้พลังงานกับต้นทุนในการก่อสร้าง [7]

เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้าง และอัตราค่าไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เนื่องจากราคาน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้ามีราคาผันผวนมาก โดยจากเดือนมกราคม ปี พ.ศ.2548

ที่มีราคาเพียง 14.59 บาทต่อลิตร จนกระทั่งมีราคาสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2551 โดยมีราคาถึง 45.04 บาทต่อลิตร ส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องต่อค่าไฟฟ้าผันแปร (ft) โดยเพิ่มขึ้นจากอัตรา 56.83 สตางค์ต่อหน่วย ในปี พ.ศ.2548 เป็น 92.55 สตางค์ต่อหน่วยในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 [2]

จากการเปลี่ยนแปลงของราคาพลังงานดังกล่าว เป็นผลทำให้ต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าในงานก่อสร้างนั้นเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ในปี พ.ศ. 2551 งานก่อสร้างในประเทศไทย มีอัตราการใช้พลังงานในรูปของการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 428,880,487 kWh หรือคิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 1,286.65 ล้านบาท และมีการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้นเพิ่มขึ้นจากปีก่อนถึงร้อยละ 14.9 [1]

ในปี ค.ศ. 2008 ร้อยละ 76.9 ของผู้ที่ตอบแบบสำรวจการใช้งานเครื่องจักรของบริษัท Komatsu ประเทศอเมริกา กล่าวว่า ได้ให้ความสำคัญในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าปีก่อน และกว่าร้อยละ 43.9 กล่าวว่า ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเป็นส่วนสำคัญของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในการก่อสร้าง หรือประมาณร้อยละ 30 ถึง 40 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน มากกว่าปีก่อนที่มีเพียงร้อยละ 13.6 ของจำนวนผู้ตอบแบบสำรวจ และผู้ตอบแบบสำรวจจจำนวนร้อยละ 12.1 กล่าวว่า ค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิงอาจเพิ่มมากกว่าร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ซึ่งมากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามในลักษณะเดียวกันนี้ที่มีเพียงร้อยละ 9.1 ในปีก่อน [5]

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของอัตราราคาพลังงานไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งปัจจุบันในการคาดคะเนราคางานก่อสร้างอาคารสูง พบว่าในการคาดคะเนต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างทำได้ยาก เนื่องจากผู้ประมาณต้นทุนไม่ทราบสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้ประกอบในการคาดคะเนต้นทุน อีกทั้งยังขาดการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้อุตสาหกรรมก่อสร้างมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างจากในอุตสาหกรรมการผลิต

ดังนั้นเนื่องจากการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงของผู้รับผิดชอบในการคาดคะเนต้นทุนการก่อสร้างอาคารสูง การศึกษาต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และการศึกษาปริมาณและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในงานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษารูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนและปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง 2) ศึกษาปริมาณและแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนค่าก่อสร้างและ 3) ทำการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง โดยแยกตามประเภทของอาคาร

การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

Oka et al. (1992) พบว่าปริมาณพื้นที่

ใช้สอยของอาคารมีความสัมพันธ์กับปริมาณพลังงานที่ใช้สำหรับการก่อสร้าง หากอาคารมีพื้นที่ใช้สอยปริมาณมาก พลังงานที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างมีปริมาณมากตามไปด้วย

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 พบว่ามีค่าประมาณ 2% ของต้นทุนในการก่อสร้าง โดยแยกตามประเภทการก่อสร้างได้ดังนี้ คือ งานก่อสร้างหนัก (Heavy Construction) คิดเป็นร้อยละ 5 งานอาคารที่พักและที่อยู่อาศัยทั่วไป คิดเป็น 0.8% และงานก่อสร้างลักษณะพิเศษอื่นๆ (Special trade contract) คิดเป็นร้อยละ 3 และเมื่อตรวจสอบความต้องการพลังงานเมื่อเทียบเป็นหนึ่งหน่วยพลังงาน (BTU) ในแต่ละประเภทในงานก่อสร้าง (ไฟฟ้า น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) พบว่าความต้องการใช้น้ำมันในงานก่อสร้าง คิดเป็นประมาณร้อยละ 63 ถึง 81 ความต้องการใช้ไฟฟ้า คิดเป็นประมาณร้อยละ 7 ถึงร้อยละ 20 และความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติคิด

เป็นประมาณร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 17 ของความต้องการพลังงานในงานก่อสร้าง และพบว่ามาตรฐาน EPA มีผลต่อการใช้พลังงานในงานก่อสร้าง เนื่องจากมาตรฐานดังกล่าว มีการจำกัดขนาดกำลังของเครื่องจักรให้เหมาะสมกับงานเพื่อให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด จึงเป็นเหตุทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในการก่อสร้างลดลง

จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการใช้ต้นทุนการก่อสร้างเกินกำหนดและเกี่ยวข้องกับการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า คือ การคาดคะเนต้นทุนที่ผิดพลาด ดังนั้นหากต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในงานก่อสร้างอาคารสูงผิดไปจากที่คาดการณ์ไว้มีผลทำให้งบประมาณที่เตรียมไว้ไม่พอกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้

พื้นที่ใช้สอยและจำนวนชั้นความสูงของอาคาร มีผลต่อต้นทุนการก่อสร้างและการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

นอกจากนี้ อัตราค่าไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การศึกษาด้านต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในประเทศไทยยังมีไม่มาก ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงต้องการศึกษาด้านต้นทุนการใช้ไฟฟ้าและเสนอการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง เพื่อให้ทราบถึงวิธีการจัดการข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ ปริมาณและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

วิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต้นทุนและแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างและอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาสำรวจ (Pilot Study) เกี่ยวกับวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้า รูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงโดยทำการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์ในการทำงานอาคารสูงตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 10 ราย โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง

3. ศึกษาการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงโดยทำการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับงานที่เกิดขึ้นจริงตามแผนงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ

4. ศึกษาแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงโดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างจริงของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ

5. ศึกษาสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ

โดยทำการศึกษาสัดส่วนระหว่างต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงกับ

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

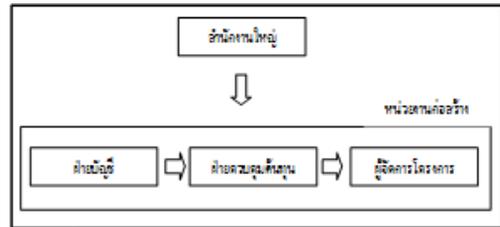
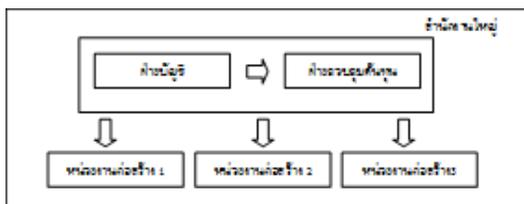
6.ศึกษาวิธีการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงโดยทำการศึกษาคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ และคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยใช้สมการถดถอยจากข้อมูลของโครงการก่อสร้างอาคารสูง จำนวน 50 โครงการ

7.สรุปและอภิปรายผล พร้อมทั้งระบุปัญหาและอุปสรรคของงานวิจัย

ผลการศึกษา

ประเภทการจ่ายค่าไฟฟ้าตามรูปแบบของการไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทยสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง มี 2 รูปแบบ คือ อัตราปกติและอัตราตามการใช้งาน ในประเภทที่ 2 และ 3วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงมี 2 แบบ คือวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง และ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา

รูปที่ 2 แผนภาพวิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้า

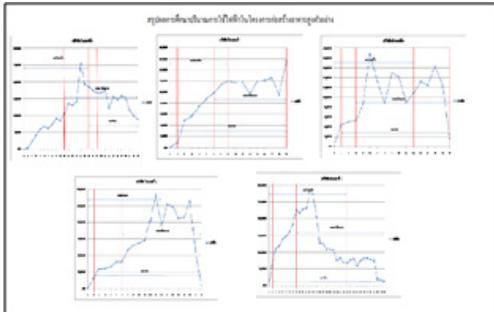


รูปที่ 3 แผนภาพวิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ ปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย ปัจจัยด้านจำนวนชั้นความสูง ปัจจัยด้านระยะเวลาก่อสร้าง ปัจจัยด้านประเภทโครงสร้างอาคาร ปัจจัยด้านประเภทการใช้งานของอาคาร และปัจจัยด้านนโยบายของหน่วยงานก่อสร้าง

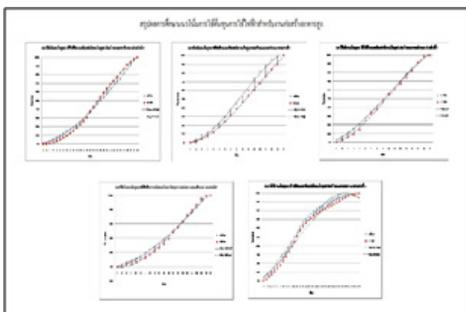
ในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลัก การใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วงนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างมากกว่าหนึ่งชั้น หรือเป็นช่วงเวลาที่มีการทำงานล่วงเวลามากกว่าปกติ ขณะที่ช่วงที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน และมีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูงสุดในช่วงเวลาที่มีการทำงานและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันหลายชั้น โดยการมีงานล่วงเวลาที่มากกว่าปกติ รวมไปถึงช่วงที่มีการยกตัวสูงขึ้นของทาวเวอร์เครน และในช่วงนี้มีการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรจำนวนมากในช่วงอื่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าอาจมีปริมาณสูงกว่าช่วงการทำงานอื่นจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าอาจลดลงกว่าเดิมเพียงเล็กน้อย เนื่องจากยังมีงานสถาปัตยกรรมยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อมกันหลายชั้น แต่อาจลดลงอย่างเห็นได้ชัดชัดเจนเมื่อมีการนำทาวเวอร์เครนออกจากหน่วยงาน

ก่อสร้างและเหลือเพียงงานที่ใช้เครื่องมือไฟฟ้าขนาดเล็ก



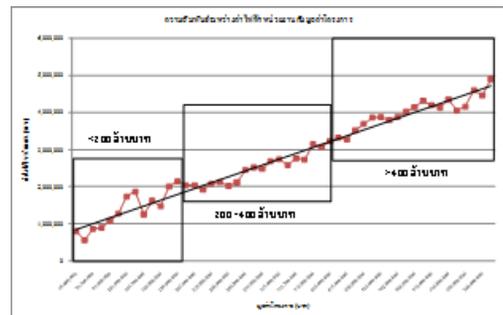
รูปที่ 4 ผลการศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่าง

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการก่อสร้างอาคารสูง พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Pearson Correlation) มีค่าใกล้เคียง 1.0 ซึ่งหมายความว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งจากแผนภูมิความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสอง พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างอยู่ในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มอยู่ในทิศทางเดียวกัน



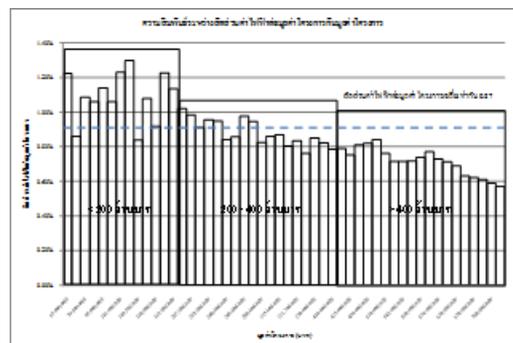
รูปที่ 5 สรุปผลการศึกษาแนวโน้มการใช้ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.87 และแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าหน่วยงานกับมูลค่าโครงการ

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของโครงการที่มีมูลค่างานน้อยกว่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08 โครงการที่มีมูลค่างานระหว่าง 200 ล้านบาทถึง 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 และโครงการที่มีมูลค่าโครงการมากกว่า 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.72



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการกับมูลค่าโครงการ

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

ตารางที่ 1 สรุปผลการศึกษาสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของอาคารสูงแต่ละประเภท

ประเภทอาคาร	จำนวนเฉลี่ย	สัดส่วนเฉลี่ย (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	20	0.89
สำนักงานและอาคารพาณิชย์	15	0.81
โรงแรม	15	0.91
ทุกประเภทที่พัก	50	0.87

การวิเคราะห์ผลของปัจจัยมากกว่าหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงสามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ และอาศัยข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจำนวน 50 โครงการ ประกอบการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 11.5 ช่วยในการคำนวณเชิงสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุนั้น จำเป็นต้องทำการตรวจสอบข้อมูลให้เป็นไปตามเงื่อนไขในการคำนวณเชิงสถิติก่อน จึงสามารถทำการวิเคราะห์หาสมการเพื่อคาดการณ์ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงได้

เนื่องจากเงื่อนไขข้อหนึ่งของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุคือ ตัวแปรอิสระทุกตัวต้อง

เป็นอิสระต่อกัน 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

จากการวิเคราะห์สมการความถดถอยเชิงเส้นของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงกับจำนวนชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคาร พบว่ามีความสัมพันธ์กัน โดยที่จำนวนชั้นความสูงมีความสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ใช้สอยอาคาร และระยะเวลาการก่อสร้างตามลำดับ 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)

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

ลำดับที่	จำนวนชั้น	พื้นที่ใช้สอย (จ.ก.)	มูลค่าโครงการ (ล้านบาท)	ต้นทุนไฟฟ้า (บาท)	อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/จ.ก.)	อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/จ.ก.)	ค่าคลาดเคลื่อน (%)
1	8	12	8,000	120,000,000.00	12,000.00	1,333.33.00	8.4%
2	21	28	18,000	240,000,000.00	20,000.00	2,428.57.00	14.9%
3	23	30	20,000	310,000,000.00	27,400.00	2,871.43.25	4.9%
4	26	32	18,000	312,000,000.00	27,140.00	2,471.43.01	-3.0%
5	32	38	32,000	360,000,000.00	40,000.00	3,026.31.56	-5.4%
เฉลี่ย							7.33%

ตารางที่ 2 ผลการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ (ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ)

สรุปผลการศึกษา

จากศึกษารูปแบบการจ่ายค่าไฟฟ้า วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนและปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงพบว่า

การประเภทการจ่ายค่าไฟฟ้าตามรูปแบบของการไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทยสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง มี 2 รูปแบบ คือ อัตราปกติ และอัตราตามการใช้งาน ในประเภทที่ 2 และ 3

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าภายในหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูงมี 2 แบบ คือ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการใช้ไฟฟ้าโดยสำนักงานหลักของผู้รับเหมา

จากศึกษาปริมาณและแนวโน้มของร้อยละสะสมของต้นทุนค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบกับร้อยละสะสมของต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารสูง พบว่า

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ ปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย ปัจจัยด้านจำนวนชั้นความสูง ปัจจัยด้านระยะเวลาการก่อสร้าง ปัจจัยด้านประเภทโครงสร้างอาคาร ปัจจัยด้านประเภทการใช้งานของอาคาร ปัจจัยด้านนโยบายของหน่วยงานก่อสร้าง

ในช่วงที่มีงานโครงสร้างเป็นหลักมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าในช่วงนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนการทำงานและมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างทำพร้อมกันมากกว่าหนึ่งชั้น หรือเป็นเดือนที่มีการทำงานล่วงเวลามากกว่าปกติ ขณะที่ช่วงที่มีงาน

โครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกัน มีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูงสุดในช่วงเดือนที่มีงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันหลายชั้น การมีงานล่วงเวลาที่มากกว่าปกติ รวมไปถึงเดือนที่มีการยกตัวสูงขึ้นของทาวเวอร์คอนกรีตและในช่วงนี้มีการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรจำนวนมากกว่าช่วงอื่นๆ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะมีปริมาณสูงกว่าช่วงการทำงานอื่นจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานโครงสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะลดลงกว่าเดิมเพียงเล็กน้อย เนื่องจากยังมีงานสถาปัตยกรรมยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อมกันหลายชั้น แต่จะลดลงอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงเดือนถัดๆมา เนื่องจากมีการนำทาวเวอร์คอนกรีตออกจากหน่วยงานก่อสร้างและเหลือเพียงงานที่ใช้เครื่องมือไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น เช่น งานจัดสวน งานตกแต่งและงานเก็บรายละเอียดของงานที่บ่งพร่อง เป็นต้นทั้งนี้การเร่งรัดงานและวันหยุดงานมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานก่อสร้างอาคารสูง

จากศึกษาเพื่อการคาดคะเนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างก่อสร้างอาคารสูง โดยแยกตามประเภทของอาคาร พบว่า

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างของโครงการก่อสร้างอาคารสูงตัวอย่างที่ 1 ถึงโครงการตัวอย่างที่ 5 พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Pearson Correlation) มีค่าใกล้เคียง 1 ซึ่งหมายความว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งจากแผนภูมิความสัมพันธ์

ของข้อมูลทั้งสอง พบว่าร้อยละสะสมของต้นทุนการใช้ไฟฟ้ากับร้อยละสะสมของต้นทุนก่อสร้างอยู่ในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มอยู่ในทิศทางเดียวกัน

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีสัดส่วนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.87 และแนวโน้มสัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ มีแนวโน้มลดลงเมื่อมูลค่าโครงการเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงมีความสัมพันธ์ตามมูลค่าโครงการ

สัดส่วนต้นทุนการใช้ไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการเฉลี่ยของโครงการที่มีมูลค่างานน้อยกว่า 200 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08 โครงการที่มีมูลค่างานระหว่าง 200 ล้านบาทถึง 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 และโครงการที่มีมูลค่าโครงการมากกว่า 400 ล้านบาท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.72

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

การคาดคะเนต้นทุนใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงด้วยสมการดังกล่าว ซึ่งคิดจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการใช้ไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูง คือ จำนวน

ชั้นความสูง ระยะเวลาการก่อสร้าง และพื้นที่ใช้สอยของอาคารสูง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 6.88 จากต้นทุนไฟฟ้าที่เกิดจริง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคาดคะเนจากสัดส่วนต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อมูลค่าโครงการ ตามกลุ่มของมูลค่าโครงการ พบว่าผลความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 7.33 ซึ่งผลการคาดคะเนของต้นทุนการใช้ไฟฟ้าจากสมการถดถอยดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับต้นทุนการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.นพดล จอกแก้ว, บริษัท ก่อสร้างก่อสร้าง จำกัด, บริษัท แสงฟ้าก่อสร้าง จำกัด, บริษัท ฤทธา จำกัด, บริษัท แอสคอน คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน), บริษัท คริสเตียนีและนีเส็น (ไทย) จำกัด (มหาชน), บริษัท สุทัศน์วิศวกรรม (1994) จำกัด และกรมโยธาธิการและผังเมืองที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความร่วมมือในการทำทดสอบและเก็บข้อมูล

บรรณานุกรม

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.(2552). รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2551 (เบื้องต้น). [Online].
- [2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(2552). ค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ. [Online].
- [3] ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์.(2551). ใบอนุญาต ก่อสร้างอาคารที่อยู่

อาศัยอาคารสูง [Online].

- [4] อัมพิกา ไกรฤทธิ์.(2550). การประหยัดพลังงานด้วย เทคนิค การจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] Komatsu America Corp.(2008). Komatsu America Corp.'s Pulse Survey 2008. [Online].
- [6] 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.
- [7] 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.