

การพยากรณ์ต้นทุนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าประเภทไม่มีสวิตช์ตัดไฟ สำหรับการไฟฟ้านครหลวง  
(Estimation of Product Costs Cost of Conventional Transformer for Metropolitan Electric Authority)

นายศรัณย์ ว่องวิษกร

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พัชราภรณ์ ญาณภีร์รัตน์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: fengpppy@ku.ac.th

## บทคัดย่อ

ในการหาต้นทุนการผลิตที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทำการเปิดประมูลราคานั้นเป็นสิ่งที่ทางการไฟฟ้านครหลวงให้ความสำคัญ เราจึงทำการศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ราคาวัตถุดิบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้ากำลังสูง 2 ชนิด คือ

- Conventional Transformer 3P 4W 24kV 240/416V 300kVA ( Platform )
- Conventional Transformer 3P 4W 12/24 kV 240/416V 500 kVA

เพื่อที่จะคำนวณราคาค่าต้นทุนของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้ากำลังสูงได้ถูกต้องยิ่งขึ้น  
คำสำคัญ : การพยากรณ์, วิธีอนุกรมเวลา

## Abstract

To find the cost of production in order to analyze the bidding price is important for The Metropolitan Electricity Authority ( MEA). We have studied ways to predict the suitability of the product raw material prices of High power voltage two types.

- Conventional Transformer 3P 4W 24kV 240/416V 300kVA ( Platform )
- Conventional Transformer 3P 4W 12/24 kV 240/416V 500 kVA

In order to calculate the cost of high-power electrical products, has a more accurate

**Keyword : Forecast, Time Series Method**

## 1. บทนำ

### 1.1. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาวิธีการพยากรณ์ราคาวัตถุดิบทางตรงที่เหมาะสมของหม้อแปลงไฟฟ้าประเภทไม่มีสวิตช์ตัดต่อ
2. ประมาณต้นทุนวัตถุดิบทางตรงของหม้อแปลงไฟฟ้าฯ

### 1.2. ขอบเขตของโครงการ

เป็นการศึกษาเพื่อการประมาณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้ากำลังสูงสำหรับผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

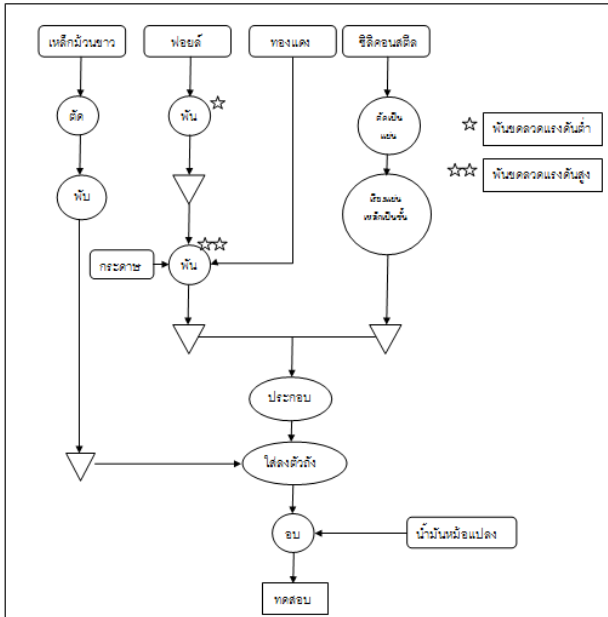
1. Conventional Transformer 3P 4W 24kV 240/416V 300kVA ( Platform )
2. Conventional Transformer 3P 4W 12/24 kV 240/416V 500 kVA

### 1.3. การดำเนินงานปัจจุบัน

การเปิดราคาประมูลการจัดซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงในปัจจุบันใช้ราคาเฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปีเพราะฉะนั้นวิธีดังกล่าวจึงไม่สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริงของหม้อแปลงไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องหาวิธีการในการช่วยพิจารณาการเปิดราคาประมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

## 2. ศึกษาวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้ากำลังสูง

จากการศึกษากระบวนการการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าพบว่า สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพขั้นตอนการผลิตได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

จากการศึกษากระบวนการการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแล้วนั้นจะพบว่า ส่วนประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วยวัตถุดิบหลัก 5 ชนิด สามารถดูได้จากเปอเซนตโดยมูลค่าของหม้อแปลง 300kVA และ 500 kVA ตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า CONV. TRANS 3P 4W 24kV 240/416V 300 kVA.(PLATFORM)

| รายการวัสดุ                   | BOM (%BY VALUE) |
|-------------------------------|-----------------|
|                               | ณ. 15 ก.ค. 52   |
| แกนเหล็ก (กก.)                | 54.14           |
| ขดลวดแรงสูง (ลวดทองแดง) (กก.) | 14.10           |
| ขดลวดแรงต่ำ (Foil) (กก.)      | 17.60           |
| น้ำมันหม้อแปลง (ลิตร)         | 6.40            |
| ตัวถัง (กก.)                  | 7.77            |

ที่มา : การไฟฟ้านครหลวง (2552)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า CONV. TRANS 3P 4W 12/24kV 240/416V 500 kVA.

| รายการวัสดุ                   | BOM (%BY VALUE) |
|-------------------------------|-----------------|
|                               | ณ. 16 ก.ค. 52   |
| แกนเหล็ก (กก.)                | 50.10           |
| ขดลวดแรงสูง (ลวดทองแดง) (กก.) | 16.70           |
| ขดลวดแรงต่ำ (Foil) (กก.)      | 18.28           |
| น้ำมันหม้อแปลง (ลิตร)         | 7.36            |
| ตัวถัง (กก.)                  | 7.56            |

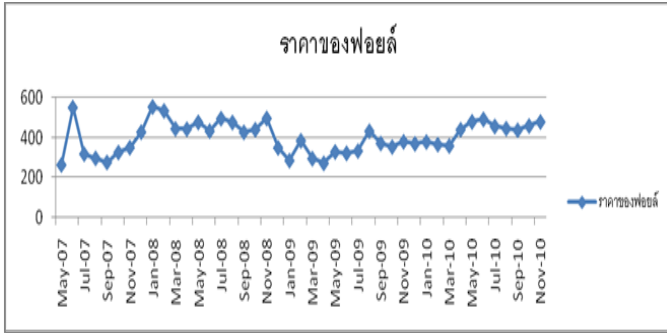
ที่มา : การไฟฟ้านครหลวง (2552)

หลังจากนั้นนำราคาวัตถุดิบหลักมาทำการตรวจสอบว่าการขึ้นลงของราคาวัตถุดิบนั้นจะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของราคาหม้อแปลงไฟฟ้าหรือไม่โดยการหาปัจจัยโดยใช้โปรแกรม Minitab โดยข้อมูลที่ให้เป็นปัจจัย Y คือ ราคาของหม้อแปลงไฟฟ้า ณ วันที่-เดือน-ปี ที่ทำการจัดซื้อ โดยมีตัวแปร X คือ ราคาฟอยล์ ราคาทองแดง และ จำนวนที่ทำการจัดซื้อ ซึ่งหลังจากการวิเคราะห์ผล ได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อราคาหม้อแปลงไฟฟ้านั้นจะประกอบด้วยราคาวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ ทองแดง และ ฟอยล์

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่จะใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด จากข้อมูลเดิมราคารายเดือนที่มีอยู่ตั้งแต่เดือน พ.ค.2007- พ.ย.2010 มีแนวโน้มดังภาพที่ 2 และ 3

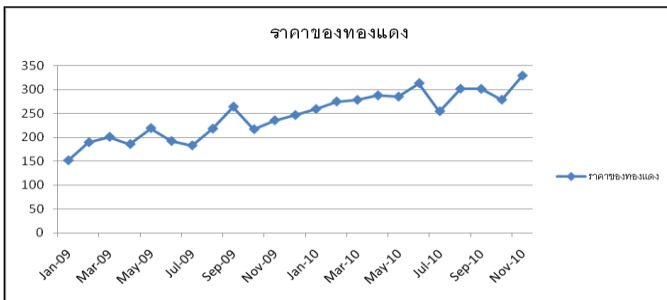


ภาพที่ 2 ราคาทองแดง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2007 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2010

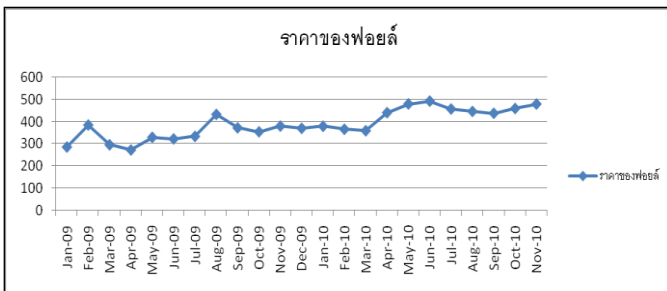


ภาพที่ 3 ราคาฟอยล์ ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2009 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2010

จากภาพแนวโน้มของราคาทองแดง และ ราคาฟอยล์ นั้นในช่วงปี 2007 ถึง ปี 2008 นั้นมีการแกว่งของข้อมูลมากเกินไป จึงทำการตัดข้อมูล ตั้งแต่ปี 2008 ถึง ปี 2010 ทั้งซึ่งจะได้กราฟแนวโน้มของราคาวัตถุดิบทั้ง 2 ดิมาอย่างขึ้นดังภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ราคาทองแดง ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2009 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2010



ภาพที่ 5 ราคาฟอยล์ ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2009 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2010

จากนั้นสำหรับทองแดงทำการพยากรณ์เป็นรายเดือน (บาท ต่อหน่วยของวัตถุดิบ)จะมาเป็นช่วงเวลา 1 ปี 2 ปี และ 3 ปีขึ้นไป

ในการพยากรณ์ราคาโดยใช้ข้อมูลในอดีตเป็นระยะเวลา 1 ปี ย้อนหลัง นั้นวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์จะเป็นวิธีที่ต้องการจำนวน ข้อมูลในอดีตไม่มาก ซึ่งวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ ก็คือ Simple Moving Average, Weight Moving Average, Exponential Smoothing

ในการพยากรณ์ราคาโดยใช้ข้อมูลในอดีตเป็นระยะเวลา 2 ปี ย้อนหลังนั้น จะเพิ่มวิธีการพยากรณ์ขึ้นจากการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลใน

อดีต 1 ปี ขึ้นอีก 1 วิธี ก็คือ วิธี Holt's Method เนื่องจากจำนวนข้อมูล ย้อนหลังนั้นพอที่จะเห็นแนวโน้มของตัวข้อมูลชัดเจนมากขึ้นจึงนำวิธีการ ของ Holt's Method เข้ามาทำการพิจารณาด้วย

ในส่วนของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลในอดีตเป็นระยะเวลา 3 ปี ย้อนหลังนั้นจะทำการเพิ่มวิธีการพยากรณ์จากเดิมขึ้นอีก 2 วิธี คือ วิธี Holt's Winter Method และ Improved Fuzzy for Seasonal เนื่องจาก ข้อมูลในอดีตพอที่จะมีความเป็นฤดูกาลจึงนำวิธีดังกล่าวมาทำการ พิจารณาเพิ่มเติม (โดยวิธี Improved Fuzzy for Seasonal เป็นอีกทางเลือก หนึ่งนอกเหนือจากวิธีอนุกรมเวลา)

ในส่วนของการพยากรณ์นั้นจากภาพที่ 3 จะเห็นว่าข้อมูลที่ได้ไม่มีความ เป็นฤดูกาลจึงไม่ทำการพิจารณาด้วยวิธี Holt's Winter Method และ Improved Fuzzy for Seasonal

แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ว่าการใช้ข้อมูลสองปีย้อนหลังนั้นมีความ เหมาะสมเพราะได้ทำการตัดชุดข้อมูลที่ไม่มีเสถียรออกทำให้ค่าที่พยากรณ์ ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์วิธีการพยากรณ์โดย ใช้ข้อมูล 1,2,3 ปีย้อนหลังจะได้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองของราคา ทองแดง และ ฟอยล์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีต่างๆ ในระยะเวลาต่างๆกันของทองแดง

| Method                      | ระยะเวลา |        |          |
|-----------------------------|----------|--------|----------|
|                             | 1ปี      | 2ปี    | 3ปี      |
| Simple Moving Average (N=2) | 942.78   | 745.30 | 920.37   |
| Simple Moving Average (N=3) | 715.76   | 650.49 | 965.55   |
| Simple Moving Average (N=4) | 839.82   | 716.13 | 1,186.74 |
| Simple Moving Average (N=5) | 772.15   | 781.81 | 1,376.17 |
| Simple Moving Average (N=6) | 814.01   | 874.99 | 1,545.80 |
| Weight Moving Average       | 495.86   | 649.49 | 891.15   |
| Exponential Smoothing       | 886.30   | 715.90 | 912.01   |
| Holt's Method               |          | 612.61 | 912.01   |
| Holt's Winter Method        |          |        | 899.96   |
| Improve Fuzzy for Seasonal  |          |        | 1,132.44 |

ในส่วนของการพยากรณ์ราคาฟอยล์นั้นวิธีที่เหมาะสม คือ วิธี Weight Moving Average แต่วิธีดังกล่าวสามารถพยากรณ์ราคาวัตถุดิบ ล่วงหน้าได้ระยะสั้นเท่านั้น ซึ่งมีข้อไปดูลค่า คลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธี Holt's Method แล้วจะมีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองมากกว่า วิธีของ Weight Moving Average เพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีต่างๆในระยะเวลาต่างๆกันของฟอยล์

| Method                      | ระยะเวลา |          |          |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
|                             | 1ปี      | 2ปี      | 3ปี      |
| Simple Moving Average (N=2) | 697.97   | 1,813.01 | 2,908.12 |
| Simple Moving Average (N=3) | 1,236.75 | 1,987.36 | 2,597.50 |
| Simple Moving Average (N=4) | 1,518.23 | 2,294.78 | 3,002.84 |
| Simple Moving Average (N=5) | 1,610.01 | 2,393.72 | 3,463.35 |
| Simple Moving Average (N=6) | 1,784.52 | 2,390.43 | 3,575.07 |
| Weight Moving Average       | 415.81   | 1,405.74 | 2,496.11 |
| Exponential Smoothing       | 415.81   | 1,425.70 | 2,549.43 |
| Holt's Method               |          | 1,425.70 | 2,549.43 |
| Holt's Winter Method        |          |          |          |
| Improve Fuzzy for Seasonal  |          |          |          |

กล่าวคือ หากต้องการพยากรณ์ราคาวัตถุดิบล่วงหน้า 1 เดือน วิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ ก็คือ วิธี Weight Moving Average แต่หากต้องการค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 2-4 เดือน การใช้ Holt's Method ก็เป็นอีกทางเลือกที่เหมาะสม

และจากวิธีการนำราคาที่ทำกรพยากรณ์ล่วงหน้าเปรียบเทียบกับวิธีของการไฟฟ้านครหลวงจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนจากราคาหม้อแปลงที่คิดจากราคาวัตถุดิบในขณะนั้นน้อยกว่าวิธีของการไฟฟ้านครหลวงดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความแตกต่างระหว่างราคาพยากรณ์ และ ราคาของการไฟฟ้า กับ ราคาตลาดวัตถุดิบ

| ราคาวัตถุดิบที่ใช้คิดต้นทุนผลิตภัณฑ์ | ราคา             |             | ราคา             |             |
|--------------------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|                                      | หม้อแปลง 300 KVA | ความแตกต่าง | หม้อแปลง 500 KVA | ความแตกต่าง |
| ราคาที่ได้จากการพยากรณ์              | 460,620.03       | -0.19%      | 591,486.86       | -0.28%      |
| ราคาที่ใช้การไฟฟ้านครหลวงใช้         | 500,384.62       | -8.84%      | 653,076.92       | -10.72%     |
| ราคาที่ใช้ราคาวัตถุดิบในตลาด         | 459,741.90       |             | 589,829.22       |             |

### 3. สรุป

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่ใช้ในการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด พบว่ามีวัตถุดิบหลักที่สำคัญอยู่ 5 ชนิด คือ แกนเหล็ก ฟอยล์ ทองแดง น้ำมันหม้อแปลง เหล็กม้วนขาว หลังจากการนำวัตถุดิบทั้ง 5 ชนิด มาทำการหาช่วงเวลาของข้อมูลในอดีตที่จะนำมาวิเคราะห์ในการพยากรณ์และวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม จะได้ว่า ช่วงเวลาที่

เหมาะสมของจำนวนข้อมูลย้อนหลังในอดีตของทองแดง และ ฟอยล์ คือ การใช้ข้อมูลในอดีต 2 ปีย้อนหลัง และ วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ คือ วิธี Holt's Method และ Weight Moving Average ( $W_1=0.86, W_2=0.08, W_3=0.06$ ) ตามลำดับ

ซึ่งจากการได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจะนำราคาที่ได้จากการพยากรณ์มาคิดต้นทุนของหม้อแปลงไฟฟ้าเปรียบเทียบกับราคาต้นทุนของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ทางการไฟฟ้านครหลวงใช้คิดเข้าผลิตภัณฑ์ จะพบว่าหากใช้ราคาที่ทำกรพยากรณ์มาก่อนจะให้ได้ราคาของผลิตภัณฑ์แม่นยำกว่าวิธีการที่การไฟฟ้าใช้อยู่ ดังตารางที่ 5

### 4. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมอุตสาหกรรมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้เขียนขอขอบคุณ รศ.ดร. พชรภรณ์ ญาณภักดิ์ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ) รศ.ดร.ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา (กรรมการ) อ.สุวิวัฒน์ สืบสานกุล ที่ให้คำปรึกษา และ ข้อเสนอแนะ และ คณะทำงานที่ช่วยอบรมวิธีเขียนรายงาน และ ช่วยประสานงานทุกอย่าง จนโครงการนี้เสร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณบริษัท Precise และ บริษัท Thai-Maxwell รวมถึงหน่วยงานราชการต่างๆที่ให้ข้อมูล และการประสานงานที่ดี ในการทำโครงการฉบับนี้ จึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

### 5. เอกสารอ้างอิง

- 1 <http://home.kku.ac.th/anuton/cost%20accounting>, 2553
- 2 Hansen and Mowen, 1996
- 3 กิ่งกนก สุทธิ และรวีวัลย์, 2546
- 4 Brinker, 1994
- 5 Hansen, Don R. and Mowen, Marryanne M., Cost Management, 1997, p. 59
- 6 Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, *Fundamentals of Operations Management*, 2003: 355