

## กรณีศึกษาและวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผล : อุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า

### มาตรการ ติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า

#### 1. รายละเอียดมาตรการ

โรงงาน A เป็นโรงงานผลิตเครื่องตีหมึกให้กำลังงาน ปัจจุบันทางโรงงานมีการติดตั้งใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแบบชนิด Oil Type รับแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 22/33 kv โดยติดตั้งใช้งานที่โรงงาน 1 ขนาด 1,000 kVA จำนวน 1 ชุด และติดตั้งใช้งานที่โรงงาน 2 ขนาด 1,500 kVA จำนวน 1 ชุด จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานพบว่า ระดับแรงดันไฟฟ้าต้นทาง (ด้านทุติยภูมิ) ที่ตู้จ่ายไฟฟ้า (Main Distribution Board) ของทั้ง 2 โรงงาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 398.4 Volt ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ กำหนด โดยจะส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้า/เครื่องจักรกินพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นและอายุการใช้งานสั้นลง

ดังนั้น ทางโรงงานจึงมีแนวความคิดที่จะติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulator) เพื่อปรับลดแรงดันไฟฟ้าต้นทาง (ด้านทุติยภูมิ) ที่ตู้จ่ายไฟฟ้า (Main Distribution Board) ของทั้ง 2 โรงงาน ให้อยู่ในระดับ 380 Volt หรือใกล้เคียง และไม่มีผลกระทบต่อโหลดปลายทาง ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้

#### 2. แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน

แนวทางการตรวจวัดเก็บข้อมูล จะยึดแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ (Measurement & Verification) ตามทางเลือกของข้อตกลงร่วมกันด้านการตรวจวัดและพิสูจน์ทราบระดับนานาชาติ (International Performance Measurement and Verification Protocol; IPMVP) โดยเลือกแนวทางการใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดทั้งหมด (Measured Factors)

##### 2.1 วิธีการตรวจวัด

ซึ่งในมาตรการนี้จะทำการตรวจวัดเก็บข้อมูลเฉพาะในส่วนของตู้จ่ายไฟฟ้า (Main Distribution Board) จำนวน 2 ชุด ได้แก่ MDB (โรงงาน 1) และ MDB (โรงงาน 2) โดยทำการตรวจวัดแยกแต่ละชุด ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องจัดเก็บดังนี้

2.1.1 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับชุดตู้ MDB จะใช้เครื่องมือวัดตรวจวัดที่เบรกเกอร์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของชุดตู้ MDB โดยทำการตรวจวัดเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 7 วัน และทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาที ซึ่งจะทำการตรวจวัดทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

2.1.2 แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับชุดตู้ MDB จะใช้เครื่องมือวัดตรวจวัดที่เบรกเกอร์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของชุดตู้ MDB โดยทำการตรวจวัดเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 7 วัน และทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาที ซึ่งจะทำการตรวจวัดทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

2.1.3 อัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ จะใช้ค่าจากการบันทึกปริมาณการผลิตในช่วงระยะเวลาที่ทำการตรวจวัดเก็บข้อมูล แล้วเฉลี่ยเป็นอัตราการผลิตต่อชั่วโมง ซึ่งจะทำการตรวจวัดทั้งก่อนและหลังการ

2.1.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของตู้ MDB ใน 1 ปี จะใช้ข้อมูลจากสถิติการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุดตู้ MDB ของทางโรงงานย้อนหลัง 1 ปี  
หมายเหตุ ระดับแรงดันไฟฟ้าหลังการปรับปรุงไม่ควรต่ำกว่ามาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

### 3. การวิเคราะห์ผลประหยัด

ก่อนการวิเคราะห์ผลการประหยัด จะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดเสียก่อนว่ามีความผิดปกติหรือไม่ ถ้าพบว่าข้อมูลส่วนไหนมีความผิดปกติหรือเป็นข้อมูลที่อาจส่งผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผลการประหยัด จะทำการพิจารณาตัดข้อมูลส่วนนั้นออก หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาระดับการใช้พลังงานทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของการใช้พลังงานระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง ภายใต้สภาวะการทำงานเดียวกัน โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

1) วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับชุดตู้ MDB (kW) และวิเคราะห์หาค่าอัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลาที่ทำการตรวจวัดเก็บข้อมูล (Unit/hr) โดยจะต้องทำการควบคุมอัตราการผลิตภัณฑ์ และจำนวนการเปิดใช้งานอุปกรณ์/เครื่องจักรทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงให้เหมือนหรือใกล้เคียงกัน

2) คำนวณหาค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption; SEC) ของทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{SEC} &= P/Q \\ \text{โดย } P &= \text{ค่ากำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับชุดตู้ MDB (kW)} \\ Q &= \text{อัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ (Unit/hr)} \end{aligned}$$

3) คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน (%Save) ดังนี้

$$\begin{aligned} \% \text{Save} &= [\text{SEC}_B - \text{SEC}_A] \times 100 / \text{SEC}_B \\ \text{โดย } \text{SEC}_B &= \text{ค่าดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง (kWh/Unit)} \\ \text{SEC}_A &= \text{ค่าดัชนีการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง (kWh/Unit)} \end{aligned}$$

4) คำนวณหาค่าการใช้พลังงานทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ดังนี้

$$\text{การใช้พลังงาน (kWh/ปี)} = [1 - (\% \text{Save}/100)] \times E_{\text{Base}}$$

$$\begin{aligned} \text{โดย } \% \text{Save} &= \text{ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน (\%)} \\ &(\text{ก่อนการปรับปรุง } \% \text{Save} = 0) \end{aligned}$$

$E_{Base}$  = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุดตู้ MDB  
 ใน 1 ปี (kWh/ปี) โดยจะใช้เป็นค่าเดียวกันใน  
 การคำนวณทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

5) คำนวณหาผลการประหยัด ดังนี้

ผลการประหยัด (kWh/ปี) = การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง - การใช้พลังงานหลังปรับปรุง

### 3.1 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

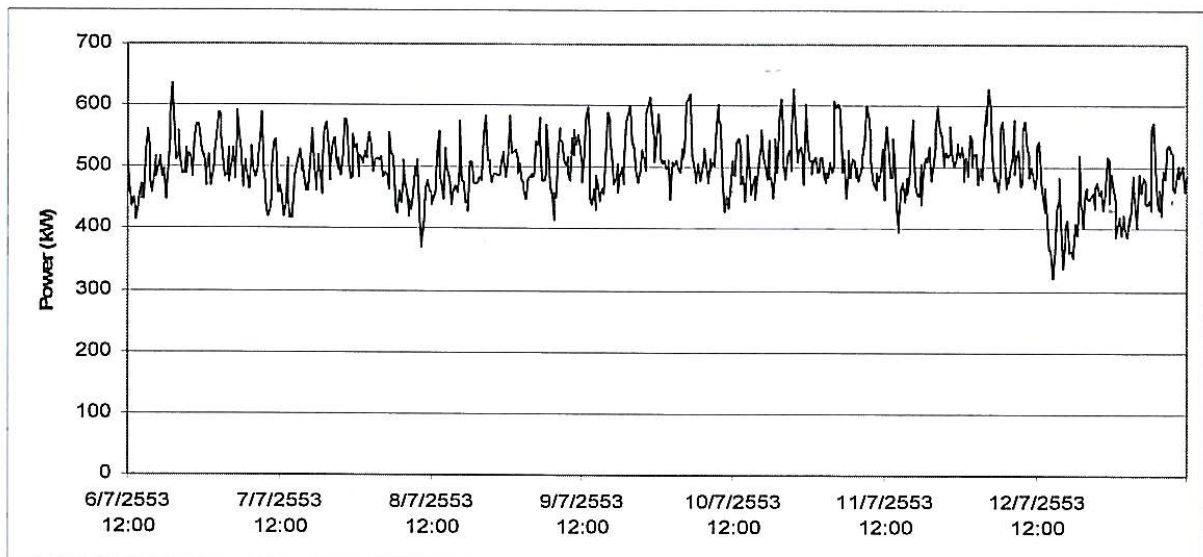
#### 1) ผลการตรวจวัดชุดตู้ MDB

##### 1.1) ผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB

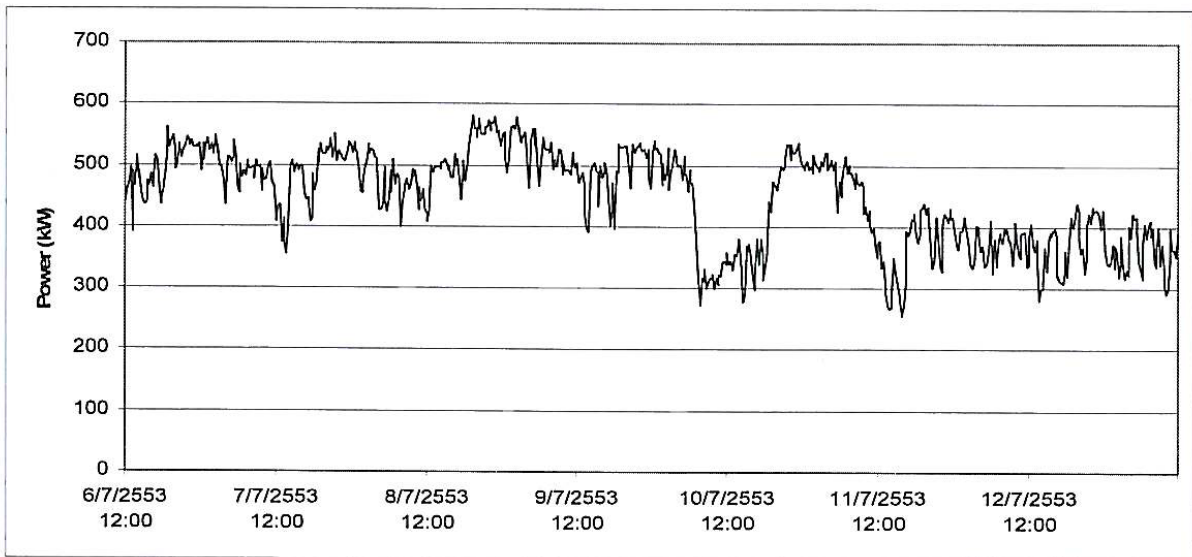
ชุดตู้ MDB	ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)	แรงดันไฟฟ้า (Volt)			กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	
โรงงาน 1	1,000	404	391	398	497.95
โรงงาน 2	1,500	409	396	403	447.55
รวม	-	-	-	-	945.50

##### 1.2) กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าชุดตู้ MDB

- กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 1)

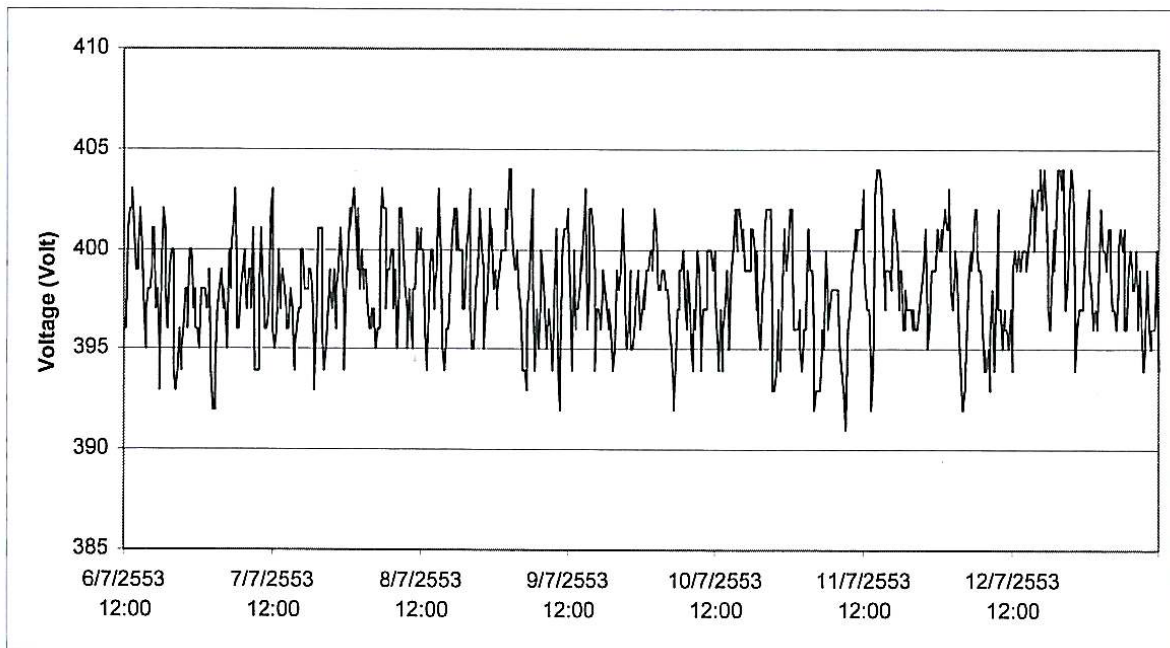


- กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 2)

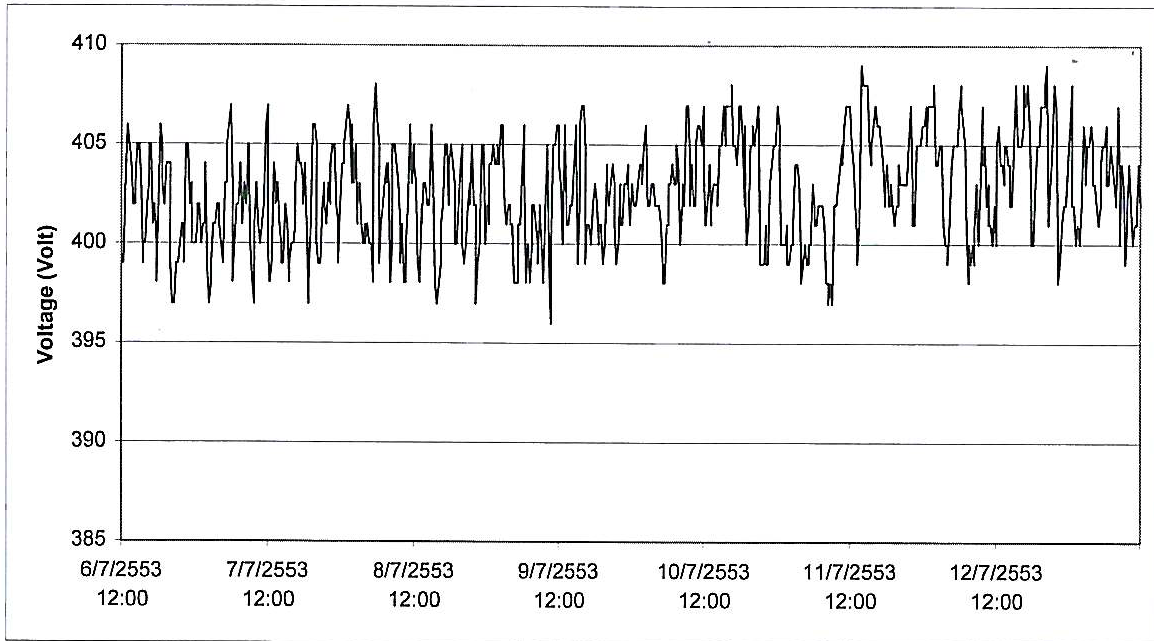


1.3) กราฟแสดงผลการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB

- กราฟแสดงผลการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 1)



- กราฟแสดงผลการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 2)



2) ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของชุดตู้ MDB

2.1) ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของชุดตู้ MDB รวมในแต่ละวัน

ชุดตู้ MDB	วันที่	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)	อัตราการผลิตเฉลี่ย (m <sup>3</sup> /hr)	ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) (kWh/m <sup>3</sup> )
โรงงาน 1 & 2	6/7/2553	1,010.39	20.38	49.58
	7/7/2553	986.07	21.70	45.44
	8/7/2553	995.46	20.98	47.45
	9/7/2553	1,015.08	22.52	45.07
	10/7/2553	929.30	17.54	52.98
	11/7/2553	897.28	17.07	52.56
	12/7/2553	822.45	14.06	58.50
	13/7/2553	856.35	17.18	49.85
เฉลี่ย	-	-	-	49.61

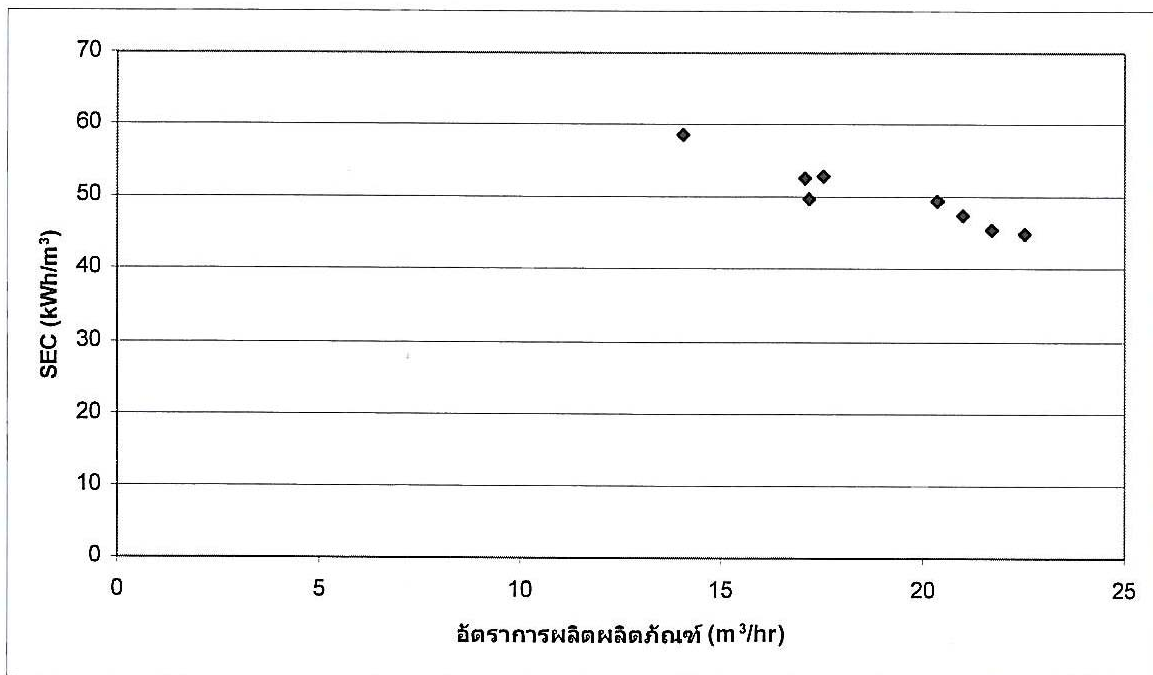
หมายเหตุ (1) ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย / อัตราการผลิตเฉลี่ย

2.2) ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของชุดตู้ MDB รวมทั้งหมด

ชุดตู้ MDB	ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)	อัตราการผลิตเฉลี่ย (m <sup>3</sup> /hr)	ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) (kWh/m <sup>3</sup> )
โรงงาน 1	1,000	497.95	19.06	49.61
โรงงาน 2	1,500	447.55		
เฉลี่ย	-	-	-	49.61

หมายเหตุ (1) ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย / อัตราการผลิตเฉลี่ย

### 2.3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) กับอัตราการ



ผลิต

### 3) ผลการคำนวณการใช้พลังงานของชุดตู้ MDB

ชุดตู้ MDB	ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)	ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) (kWh/m <sup>3</sup> )	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)
โรงงาน 1	1,000	49.61	7,154,132.75
โรงงาน 2	1,500		
เฉลี่ย	-	-	7,154,132.75

### 3.2 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

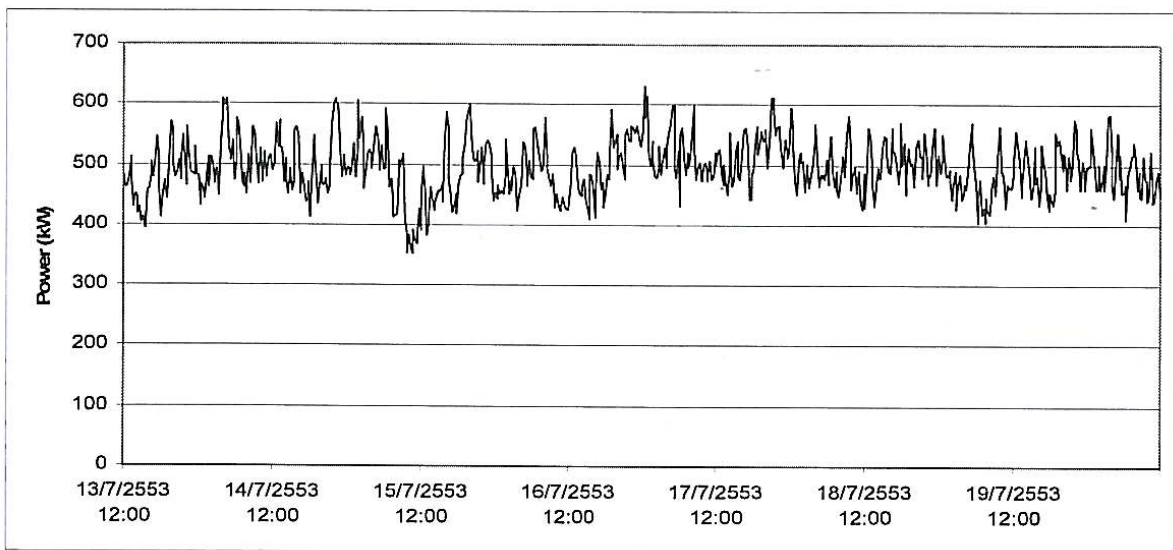
#### 1) ผลการตรวจวัดชุดตู้ MDB

1.1) ผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB

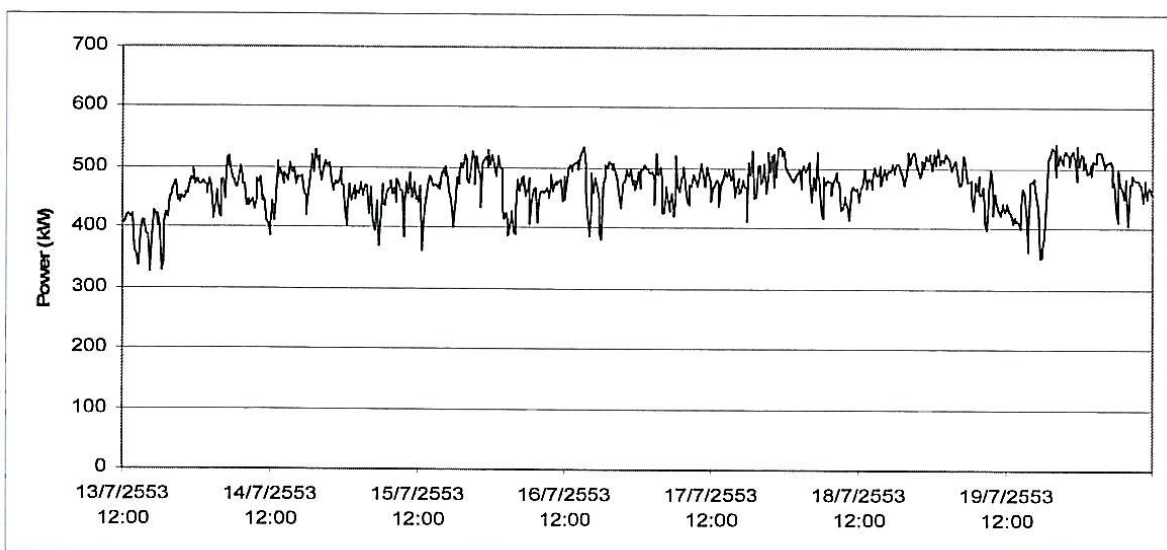
ชุดตู้ MDB	ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)	แรงดันไฟฟ้า (Volt)			กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	
โรงงาน 1	1,000	388	374	383	494.89
โรงงาน 2	1,500	388	377	382	470.45
รวม	-	-	-	-	965.34

1.2) กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าชุดตู้ MDB

- กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 1)

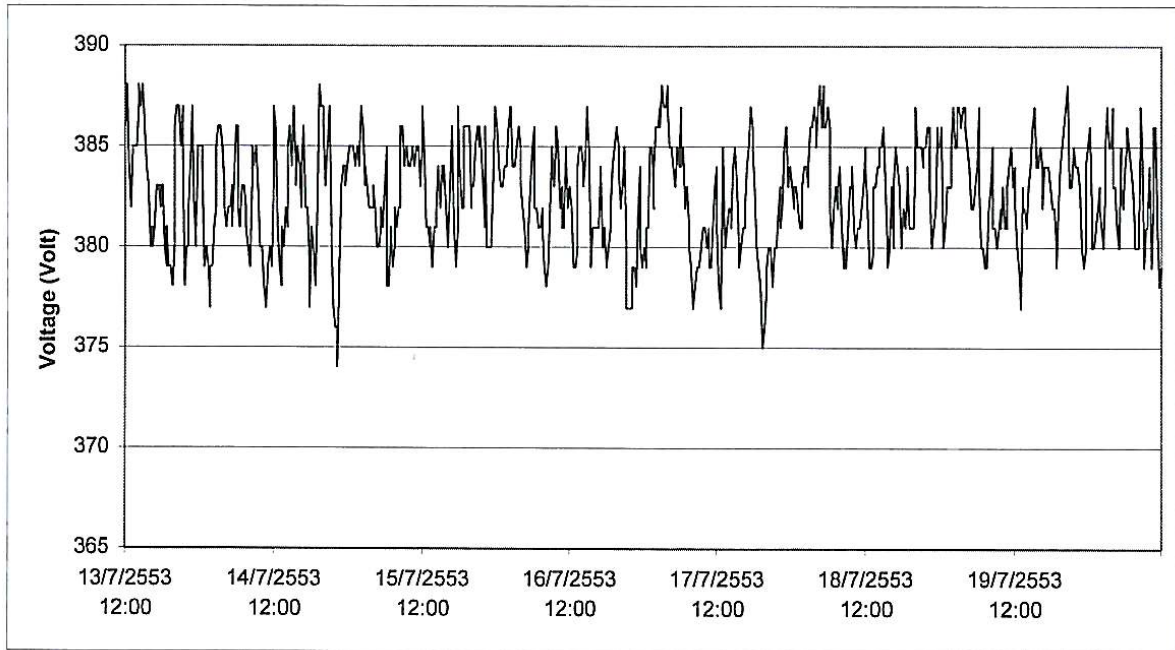


- กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 2)

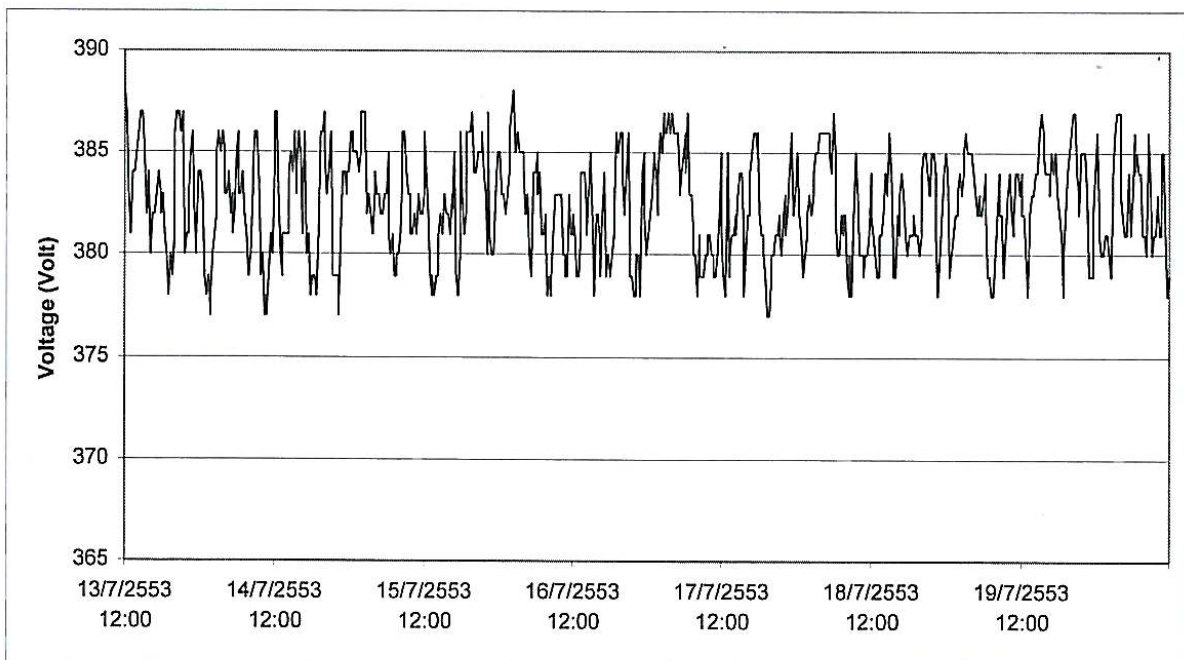


- กราฟแสดงผลการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 1)





- กราฟแสดงผลการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าชุดตู้ MDB (โรงงาน 2)



2) ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของชุดตู้ MDB

2.1) ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของชุดตู้ MDB รวมในแต่ละวัน



ชุดตู้ MDB	วันที่	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)	อัตราการผลิตเฉลี่ย (m <sup>3</sup> /hr)	ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) (kWh/m <sup>3</sup> )
โรงงาน 1 & 2	13/7/2553	923.57	19.81	46.62
	14/7/2553	971.72	20.32	47.82
	15/7/2553	939.08	16.49	56.95
	16/7/2553	973.84	20.33	47.90
	17/7/2553	998.65	23.27	42.92
	18/7/2553	985.59	23.32	42.26
	19/7/2553	959.59	21.42	44.80
	20/7/2553	945.88	20.25	46.71
เฉลี่ย	-	-	-	46.59

**หมายเหตุ** (1) ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย / อัตราการผลิตเฉลี่ย

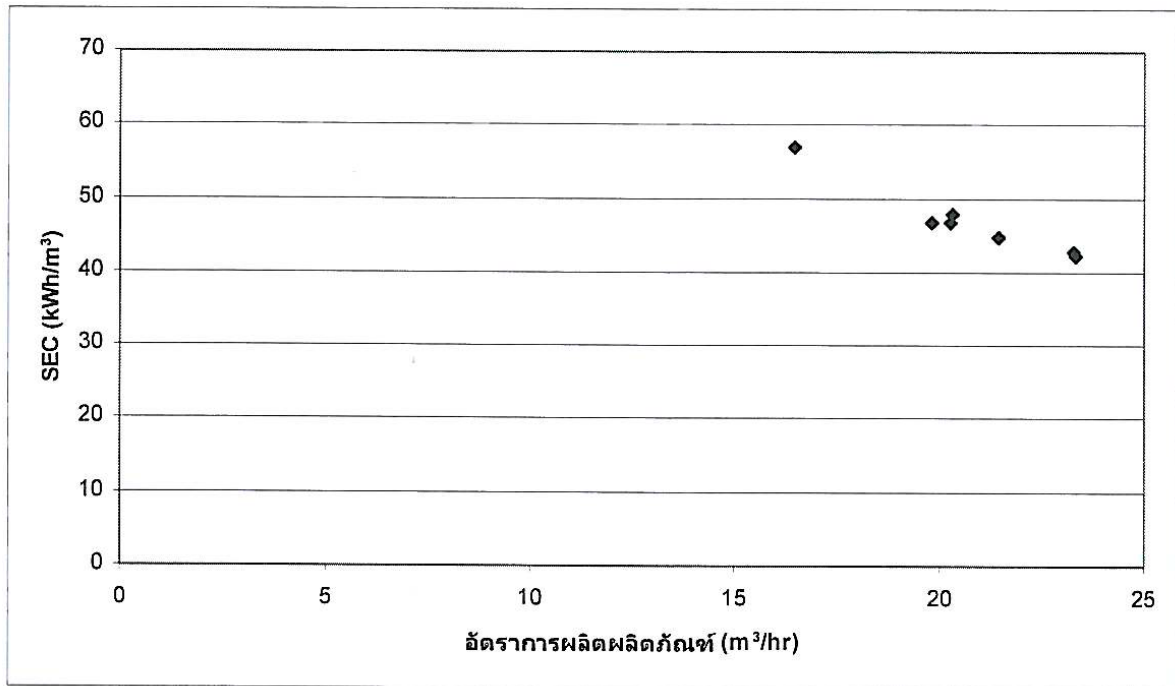
## 2.2) ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของชุดตู้ MDB รวมทั้งหมด

ชุดตู้ MDB	ขนาดหม้อแปลง ไฟฟ้า (kVA)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)	อัตราการผลิตเฉลี่ย (m <sup>3</sup> /hr)	ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) (kWh/m <sup>3</sup> )
โรงงาน 1	1,000	494.89	20.72	46.59
โรงงาน 2	1,500	470.45		
เฉลี่ย	-	-	-	46.59

**หมายเหตุ** (1) ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย / อัตราการผลิตเฉลี่ย

## 2.3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) กับอัตราการ

ผลิต



### 3) ผลการคำนวณการใช้พลังงานของชุดตู้ MDB

ชุดตู้ MDB	ขนาดหม้อแปลง ไฟฟ้า (kVA)	ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)		%Save (%)	การใช้พลังงาน(kWh/ปี)	
		ก่อน (kWh/m <sup>3</sup> )	หลัง (kWh/m <sup>3</sup> )		ก่อน	หลัง
โรงงาน 1	1,000	49.61	46.59	6.09	7,154,132.75	6,718,446.07
โรงงาน 2	1,500					
เฉลี่ย	-	-	-	-	7,154,132.75	6,718,446.07

**หมายเหตุ** (1) %Save =  $[(SEC_{\text{ก่อน}} - SEC_{\text{หลัง}}) \times 100] / SEC_{\text{ก่อน}}$

(2) การใช้พลังงานหลังปรับปรุง =  $[1 - (%\text{Save}/100)] \times$  การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

### 3.3 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

ชุดตู้ MDB	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)		พลังงานที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
โรงงาน 1	7,154,132.75	6,718,446.07	435,686.68
โรงงาน 2			
รวม	7,154,132.75	6,718,446.07	435,686.68