การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU

Comparison Study of Diesel Generator and Natural Gas Generator Electricity Generation for Reducing Power demand in Industrial by buying rate TOD and TOU

โชคทวี นนท์ไพวัลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU

โชคทวี นนท์ไพวัลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU
ชื่อ - นามสกุล	นายโชคทวี นนท์ไพวัลย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. บุญยัง ปลั่งกลาง
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ด้วยอัตรารับซื้อระบบอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) และ ตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ของ บริษัท โอกิ คาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี การใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วัน คือ ช่วงระหว่างเวลา 8:00 น. – 22:30 น. มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW.

วิทยานิพนธ์นำเสนอการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ขนาด 510 kW. เพื่อลดการใช้พลังงานและความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 510 kW. สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 2,307,240 kWh/ปี สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี งบประมาณการลงทุน 5,000,000 บาท อายุของโครงการ 10 ปี ค่าบำรุงรักษา 1,700,000 บาท อัตราค่าไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อัตราตามช่วงเวลาของวัน 3.48 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 3.91 บาท/kWh ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล อัตราตามช่วงเวลาของวัน 4.99 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 4.56 บาท/kWh ราคาก๊าซธรรมชาติ 22 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อัตราตามช่วงเวลาของวัน 4.13 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 3.70 บาท/kWh

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทั้งสองแนวทาง พบว่าอัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) จะขาดทุนเมื่อราคาก๊าซธรรมชาติสูงกว่า 19 บาท/ลิตร อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) จะขาดทุนเมื่อราคาก๊าซธรรมชาติสูงกว่า 22 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจะขาดทุน

คำสำคัญ : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล การผลิตไฟฟ้า

Thesis Title	Comparison Study of Diesel Generator and Natural gas Generator Electricity Generation for Reducing Power demand in Industrial by buying rate TOD and TOU
Name – Surname	Mr. Choktawee Nonprivun
Program	Electrical Engineering
Thesis Advisor	Dr. Boonyang Plangklang
Academic Year	2011

ABSTRACT

This thesis presents comparison study of diesel electricity generation and natural gas electricity generation for reducing power demand in industrial by buying rate time of day (TOD) and time of use rate (TOU), case study at Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited. The company has electric consumption of 8,8,33,738 kWh/year in 2010. The maximum power demand and electric consumption was between 8:00 AM. – 22:30 PM. with average power demand 1,850 kW.

Thesis proposed 510 kW of electricity generation with diesel generator and natural gas generator by rate TOD and TOU. The proposed study can reduce electric consumption of peak cut at rated 510 kW. An annual electricity generation is 2,307,240 kWh/year. Rate fuel consumption is 574,548 liter/year. The investment cost of this project is 5,000,000 baht. The period project is 10 years and the maintenance cost is 1,700,000 baht. Provincial Electricity Authority (PEA) has rate TOD of 3.48 baht/kWh and TOU of 3.91 baht/kWh. With Diesel price of 30 baht/liter, diesel generator by rate TOD, the energy cost is 4.99 baht/kWh and by rate TOU is 4.56 baht/kWh. Natural gas price of 22 baht/liter, natural gas generator by rate TOD, the energy cost is 4.13 baht/kWh and by rate TOD is 3.70 baht/kWh.

From the comparison analysis, natural gas generator by rate TOD will not gain if natural gas price is higher than 19 baht / liter. By rate TOU natural gas generator will not gain if natural gas price is higher than 22 baht / liter. Diesel generator will not profit in any case.

Keywords : Natural Gas Generator, Diesel Generator, Electricity Generation

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ พลตรีศาสตราจารย์ วินัย คำทวี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ที่ได้รับจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขช่วยตรวจสอบความถูกต้องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสามารถดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย และมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิกิตติพิชญ์ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ณฐภัทร พันธ์คง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร. กอบศักดิ์ ศรีประภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง กรรมการและเลขานุการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาในการแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบและให้คำแนะนำที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความเมตตา และอำนวยความสะอวกในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร บทความ ตำรา หนังสือทุกท่านที่ผู้วิจัยใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนสถานที่ทำการวิจัยและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยทุกประการ

คุณค่าและประโยชน์จากการค้นคว้าอันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบทดแทนบุญคุณต่อ นายอุดม นนท์ไพวัลย์ ผู้เป็นบิดา นางพุ่มพวง นนท์ไพวัลย์ ผู้เป็นมารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนศิษย์มาตลอด ด้วยวิญญาณของความเป็นครู ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

โชคทวี นนท์ไพวัลย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 4

1.6 ข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์ 4

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 อัตราค่าไฟฟ้า 6

2.2 การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม 19

2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ 26

2.4 ก๊าซธรรมชาติ 27

2.5 การกราวด์ระบบไฟฟ้ากับแหล่งกำลังไฟฟ้าสำรอง 27

2.6 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม 33

2.7 สรุปผล 40

3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ 41

3.1 ข้อมูลเบื้องต้น 41

3.2 เครื่องมือวัด 43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.3 วันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 44

3.4 ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติ..... 51

3.5 ไดอะแกรมระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า..... 51

3.6 สรุปผล..... 53

4 การศึกษาและวิเคราะห์ผล..... 54

4.1 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ..... 54

4.2 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล..... 59

4.3 ระบบกราวด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า..... 73

4.4สรุปผล..... 74

5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 75

5.1 สรุปผลการศึกษา..... 75

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 79

รายการอ้างอิง..... 80

ภาคผนวก..... 81

ภาคผนวก ก มาตรฐานการติดตั้งชุดครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม..... 82

ภาคผนวก ข ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่..... 107

ประวัติผู้เขียน..... 162

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.1 (อัตราปกติ) ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน 6
2.2 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.1 (อัตราปกติ) ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน..... 7
2.3 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.2 (อัตราช่วงเวลาของการใช้)..... 7
2.4 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2.1 (อัตราปกติ) 8
2.5 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้) 8
2.6 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3.1 (อัตราปกติ) 9
2.7 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้) 10
2.8 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4.1 (อัตราตามช่วงเวลาของวัน)..... 11
2.9 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้) 11
2.10 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5.1 (อัตราตามช่วงเวลาของวัน)..... 12
2.11 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้) 13
2.12 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6.1 (อัตราปกติ) 14
2.13 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้) 14
2.14 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 7.1 (อัตราปกติ) 15
2.15 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 7.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้) 16
2.16 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว..... 16
2.17 ข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU..... 17
2.18 สูตรที่ใช้แปลงค่าเงิน 35
3.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าพลังงานพลังงานไฟฟ้าของปี พ.ศ. 2553..... 42
3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆของปี พ.ศ. 2553 42
4.1 ราคาเชื้อเพลิงและค่าบำรุงรักษา..... 54
4.2 ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท/ลิตร..... 63
4.3 ราคาก๊าซธรรมชาติ 10.00 บาท/ลิตร..... 63
4.4 ราคาก๊าซธรรมชาติ 11.50 บาท/ลิตร 64
4.5 ราคาก๊าซธรรมชาติ 13.00 บาท/ลิตร..... 64
4.6 ราคาก๊าซธรรมชาติ 14.50 บาท/ลิตร..... 65
4.7 ราคาก๊าซธรรมชาติ 16.00 บาท/ลิตร..... 65

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.8 ราคาก๊าซธรรมชาติ 17.50 บาท/ลิตร 66
4.9 ราคาก๊าซธรรมชาติ 19.00 บาท/ลิตร 66
4.10 ราคาก๊าซธรรมชาติ 20.50 บาท/ลิตร 67
4.11 ราคาก๊าซธรรมชาติ 22.00 บาท/ลิตร 67
4.12 ราคาน้ำมันดีเซล 30.00 บาท/ลิตร 68
4.13 ราคาน้ำมันดีเซล 31.00 บาท/ลิตร 68
4.14 ราคาน้ำมันดีเซล 32.00 บาท/ลิตร 69
4.15 ราคาน้ำมันดีเซล 33.00 บาท/ลิตร 69
4.16 ราคาน้ำมันดีเซล 34.00 บาท/ลิตร 70
4.17 ราคาน้ำมันดีเซล 35.00 บาท/ลิตร 70
4.18 ราคาน้ำมันดีเซล 36.00 บาท/ลิตร 71
4.19 ราคาน้ำมันดีเซล 37.00 บาท/ลิตร 71
4.20 ราคาน้ำมันดีเซล 38.00 บาท/ลิตร 72
4.21 ราคาน้ำมันดีเซล 39.00 บาท/ลิตร 72
5.1 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 78
5.2 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 78

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 วงจรสมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 20
2.2 เฟสเซอร์ไดอะแกรมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 21
2.3 ความสัมพันธ์ของ Torque (T) และ Power angle (δ) 23
2.4 การแยกอิสระ (Isolation) ออกจากหม้อแปลงไฟฟ้า 28
2.5 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบไอโซเลชั่นเข้ามาแยกอิสระ 29
2.6 แบบแยกนิวทรัลสำหรับการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 31
3.1 แผนผังการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของตู้ Main Distribution Board 43
3.2 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของ พ.ศ. 2553 44
3.3 กราฟค่า Peak Demand เดือน มกราคม พ.ศ. 2553 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 44
3.4 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 45
3.5 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 45
3.6 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 46
3.7 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 46
3.8 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 47
3.9 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 47
3.10 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 48
3.11 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 48
3.12 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 49
3.13 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 49
3.14 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 50
3.15 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 50
3.16 ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติ 51
3.17 ไดอะแกรมระหว่างระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 22-33 กิโลวัตต์ 52
3.18 ไดอะแกรมของ Auto Transfer switch (ATS) 53
4.1 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าแบบแยกนิวทรัล 73
5.1 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 77
5.2 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 77

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	มูลค่าของเงินรายเดือนหรือรายปี ที่มีค่าสม่ำเสมอเท่ากัน, บาท
CE	ค่าไฟฟ้า, บาท/เดือน
C_T	เงินลงทุน, บาท
CE_{TOD}	ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของวัน, บาท/เดือน
CE_{TOU}	ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้, บาท/เดือน
D	หน่วยความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน, กิโลวัตต์
DC	ราคาหน่วยพลังงานไฟฟ้าสูงสุด, บาท/กิโลวัตต์
E	หน่วยพลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์
EC	ราคาหน่วยพลังงานไฟฟ้า, บาท/กิโลวัตต์
E_f	ค่าแรงดันสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ, โวลต์
ES_t	ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n
$EUAW_B$	มูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินตอบแทน, บาท
$EUAW_D$	มูลเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุน, บาท
F	มูลค่าหรือผลรวมของเงินในอนาคต, บาท
Ft	ค่าไฟฟ้าแปรผัน
$Fuel_{Cons}$	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, ลิตร/ชั่วโมง
$Fuel_{Price}$	ราคาเชื้อเพลิง, ลิตร/บาท
i	อัตราดอกเบี้ย, เปอร์เซ็นต์
I_a	ค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดอยู่กับที่, แอมป์
I_o	เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ, บาท
IRR	อัตราผลตอบแทนภายใน, บาท
kVA	ขนาดพิกัดของหม้อแปลง, กิโลโวลต์แอมป์
kW	หน่วยพลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์
kWh	หน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง
M_{Diese}	อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล, บาท/กิโลวัตต์
M_{NGV}	อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ, บาท/กิโลวัตต์
M_{PEA}	อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, บาท/กิโลวัตต์

M_{save}	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด, บาท
n	จำนวนช่วงเวลาสำหรับการวิเคราะห์ , ปี เดือน วัน
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, ปี
P	กำลังไฟฟ้าจริง, วัตต์
PB	ระยะเวลาคืนทุน, ปี
P.F.	ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
P_{Gen}	กำลังการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง
PW	มูลค่าของเงินในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดให้เป็นปัจจุบัน, บาท
PW_B	มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของผลตอบแทน, บาท
PW_D	มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของเงินลงทุน, บาท
Q	กำลังไฟฟ้าเสมือน, วาร์
R_a	ค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดอยู่กับที่, โอห์ม
S	กำลังไฟฟ้าปรากฏ, โวลต์แอมป์
S_C	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด, บาท
T	แรงบิดหมุน, นิวตันเมตร
TOD	อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน
TOU	อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้
V	ค่าแรงดันไฟฟ้า, โวลต์
X_s	ค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดอยู่กับที่, โอห์ม
ω_s	ความเร็วเชิงมุม

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม และภาคครัวเรือน มีอัตราเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา รัฐบาลจึงใช้วิธีเตรียมการสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่โดยการวางแผนล่วงหน้าในระยะยาว เนื่องจากปัญหาด้านการจัดหาแหล่งเชื้อเพลิง และระยะเวลาในการสำรวจ จัดหาที่ดิน ออกแบบ รวมทั้งงานก่อสร้างโรงไฟฟ้าแห่งใหม่จะต้องใช้เวลารวมหลายปีการคาดการณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าของทั้งประเทศอย่างถูกต้องทำได้ยากมาก จึงอาจเกิดปัญหาขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่อัตราการเติบโตของเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณาความต้องการไฟฟ้าในแต่ละเดือน แต่ละวัน และแต่ละชั่วโมง ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุด มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) จึงจะต้องมีโรงไฟฟ้าที่พร้อมในการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด แต่เมื่อถึงช่วงเวลาที่ความต้องการไฟฟ้าลดต่ำลง โรงไฟฟ้าบางแห่งที่มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงจะต้องหยุดเดินเครื่องความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่มีค่าแตกต่างกันมากนี้จะทำให้ทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าทั้งระบบมีค่าสูงขึ้น แนวทางในการแก้ปัญหาวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้ก็คือ การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา เพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่มีการวางแผนการใช้ไฟฟ้า (Demand Side Management) โดยการเปลี่ยนช่วงเวลาการทำกิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้ามากจากช่วงเวลาที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยรวมสูง (Peak Period) มาทำกิจกรรมนั้น ๆ ในช่วงเวลาอื่นแทน เพื่อให้ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา มีค่าความแตกต่างกันน้อยลงค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมเป็นต้นทุนหนึ่งที่ค่อนข้างสูง แต่การปรับเปลี่ยนช่วงเวลาทำงานเพื่อให้สามารถลดอัตราค่าไฟฟ้านั้นทำได้ยาก วิธีการแก้ปัญหาเช่นนี้ที่นิยมใช้กันทั่วโลก ก็คือ การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กหรือแม้กระทั่งการสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อใช้ช่วยผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในโรงงานขนาดใหญ่ ถึงแม้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งจะมีการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเอง แต่ส่วนใหญ่ก็ใช้เป็นเพียงระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby) ในยามที่ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าขัดข้องการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้วางแผนดำเนินโครงการลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยจะสนับสนุนและจูงใจให้ผู้ประกอบการขนาดใหญ่ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator) เดินเครื่องเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานในระบบของตนเองในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้า

โดยรวมของประเทศมีค่าสูงสุด โดย กฟผ. มีเป้าหมายที่จะลดความต้องการไฟฟ้าให้ได้ 500 เมกะวัตต์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นไป [1] ผู้ประกอบการจะได้รับค่าตอบแทนที่เหมาะสม 3 ส่วน คือ

1.1.1 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงระบบสับเปลี่ยนวงจรไฟฟ้า และการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้า

1.1.2 ค่าความพร้อมจ่าย (Availability Payment : PA)

1.1.3 ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Payment : EP)

ปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปรับตัวสูงและยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ทำให้ไม่สามารถควบคุมการปรับตัวของราคาน้ำมันได้ และยังต้องสูญเสียเงินต่างประเทศเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้มลพิษทางอากาศเริ่มเป็นปัญหาหลักของเมืองหลวงและเมืองใหญ่ของประเทศที่มีการพัฒนา ทำให้เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายทางสังคมในการดูแลสุขภาพของประชาชนสูงขึ้น ปัญหามลพิษทางอากาศมีสาเหตุหลักมาจากไอเสียจากยานยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งขยายจำนวนเพิ่มมากขึ้นตามการพัฒนาเศรษฐกิจในแต่ละประเทศ รวมถึงประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครนั้น พื้นที่หลายแห่งมีปัญหามลพิษ จากฝุ่นละออง ปริมาณคาร์บอนมอนออกไซด์ และสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากไอเสียของรถยนต์ ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่มีก๊าซมีเทนเป็นส่วนประกอบหลักสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ได้เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินและดีเซล ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicle หรือ NGV) โดยทั่วไปเรียกว่า ก๊าซ NGV (เอ็น จี วี) คือ ก๊าซธรรมชาติที่ถูกอัดจนมีความดันสูง (มากกว่า 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว, psi) ซึ่งในบางประเทศเรียกว่า Compressed Natural Gas (CNG) หรือ ก๊าซธรรมชาติอัด ดังนั้นก๊าซ NGV และก๊าซ CNG เป็นก๊าซตัวเดียวกันนั่นเอง [2]

บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ผลิตเครื่องพิมพ์ ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี และมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW [3] จากการศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้ออัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate :TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate :TOU) จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW ซึ่งจะเป็นแนวทางในการผลิตไฟฟ้าและลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์ อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate :TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate :TOU) ค่าแปรผันของราคาก๊าซธรรมชาติและ

ราคาน้ำมันดีเซล เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาผลตอบแทนและวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ช่วยในการตัดสินใจ พิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าเสียค่าใช้จ่ายน้อยหรือระบบที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

1.2.2 เพื่อศึกษาวิเคราะห์การศึกษาและเปรียบเทียบ การลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU ของ บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

1.2.3 เพื่อศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อ ระบบ TOD และ TOU ผลด้านเศรษฐศาสตร์ในโรงงานอุตสาหกรรม

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย

การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้ออัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate :TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate :TOU) โดยคิดค่าแปรผันของราคาก๊าซธรรมชาติและราคาน้ำมันดีเซล พิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าและเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาและออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

1.4.2 วิเคราะห์การใช้ไฟฟ้า กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

1.4.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อ ระบบ TOD และ TOU ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในโรงงานอุตสาหกรรม

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อ ระบบ TOD และ TOU เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา: บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด โดยเปรียบเทียบค่าแปรผันของราคาก๊าซธรรมชาติและราคาน้ำมันดีเซล และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.5.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าในระบบต่างๆของโรงงานอุตสาหกรรม

1.5.2 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของผลกระทบของระบบไฟฟ้ากำลัง

1.5.3 การศึกษาอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์ ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ทั้งสองอัตรา

1.5.4 การศึกษาคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

1.5.5 การศึกษาระบบการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้า

1.5.6 การศึกษาผลทางเศรษฐศาสตร์

1.5.7 วิเคราะห์ผลการทดลองการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมปรับปรุง

1.5.8 สรุปวิเคราะห์ผลการทดลองและอภิปรายผลการวิจัย

1.6 ข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อ ระบบ TOD และ TOU กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าด้วยการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

1.7.2 การเปรียบเทียบค่าแปรผันของราคาน้ำมันดีเซลและราคาก๊าซธรรมชาติการผลิตไฟฟ้าด้วยการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

1.7.3 การเผยแพร่ผลการวิจัยในการประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและด้านพลังงาน

1.7.4 การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยรวมของประเทศ

1.7.5 ผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาสามารถนำไปใช้งานได้จริง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้ออัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW จะเป็นแนวทางในการผลิตไฟฟ้าและลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ขนาดแรง 22 – 33 กิโลโวลท์ อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) โดยเปรียบเทียบค่าแปรผันของราคาก๊าซธรรมชาติและราคาน้ำมันดีเซล

2.1 อัตราค่าไฟฟ้า

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

สำหรับการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย รวมทั้งวัด สำนักสงฆ์และสถานประกอบศาสนกิจของทุกศาสนาตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 อัตราปกติ

1.1.1 ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

ตารางที่ 2.1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.1 (อัตราปกติ) ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน[3]

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
15 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 – 15)	1.8632	8.19
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	2.5026	8.19
10 หน่วยต่อไป(หน่วยที่ 26 – 35)	2.7549	8.19
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	3.1381	8.19
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	3.2315	8.19
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	3.7362	0
เกิน400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361	0

ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1.1.1 ที่ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 90 หน่วยต่อเดือน ได้รับสิทธิค่าไฟฟ้าฟรีในเดือนนั้น

1.1.2 ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน

ตารางที่ 2.2 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.1 (อัตราปกติ) ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**	**ค่าบริการ(บาท/เดือน)**
150 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 – 150)	2.7628	38.22
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151– 400)	3.7362	0
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361	0

1.2 อัตราช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

ตารางที่ 2.3 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.2 (อัตราช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)**		**ค่าบริการ(บาท/เดือน)**
	Peak	**Off Peak**	
1.2.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	4.5827	2.1495	312.24
1.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	5.2674	2.1827	38.22

หมายเหตุ

1) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าไม่เกิน 5 แอมป์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะจัดเข้าประเภทที่ 1.1.1 แต่หากมีการใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าประเภทที่ 1.1.2 และเมื่อใดที่การใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าประเภทที่1.1.1

2) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าเกิน 5 แอมป์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะจัดเข้าประเภทที่ 1.1.2

3) ประเภทที่ 1.2 กรณีที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย

4) ประเภทที่ 1.2 เป็นอัตราเลือก ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือนสามารถแจ้งความประสงค์ขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 1.1 ตามเดิมได้

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับบ้านอยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่นๆ ตลอดบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1 อัตราปกติ

ตารางที่ 2.4 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2.1 (อัตราปกติ)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
2.1.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	3.4230	312.24
2.1.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์		
150 หน่วยแรก(หน่วยที่ 0 – 150)	2.7628	46.16
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151– 400)	3.7362	46.16
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361	46.16

2.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

ตารางที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Off Peak	
2.2.1 แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	4.5827	2.1495	312.24
2.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	5.2674	2.1827	46.16

หมายเหตุ

1) ประเภทที่ 2.2 กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นคุณสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย

2) ประเภทที่ 2.2 เป็นอัตราเลือก ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน สามารถแจ้งความประสงค์ขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 2.1 ตามเดิมได้

3) เดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 3 หรือ 4 หรือ 5 แล้วแต่กรณี

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

3.1 อัตราปกติ

ตารางที่ 2.6 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3.1 (อัตราปกติ)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)**	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**	**ค่าบริการ (บาท/เดือน)**
3.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	175.70	2.7441	312.24
3.1.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	196.26	2.7815	312.24
3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	221.50	2.8095	312.24

3.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

ตารางที่ 2.7 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
3.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	3.6917	2.2507	312.24
3.2.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	132.93	3.7731	2.2695	312.24
3.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.9189	2.3027	312.24

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ

1) กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นคุณสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้าให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย

2) ประเภทที่ 3.2 กำหนดเป็นอัตราสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 เป็นครั้งแรก ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2543

3) ประเภทที่ 3.2 เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 3.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

4) เดือนใดความต้องการพลังงานไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากต้องการพลังงานไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปก็ยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1

<u>ประเภทที่ 4</u> กิจการขนาดใหญ่

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

4.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD)

ตารางที่ 2.8 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4.1 (อัตราตามช่วงเวลาของวัน)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Partail	Off Peak		
4.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	2.7441	312.24
4.1.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	285.05	58.88	0	2.7815	312.24
4.1.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	332.71	68.22	0	2.8095	312.24

Peak : เวลา 18.30 – 21.30 น. ของทุกวัน

Partail : เวลา 08.00 – 18.30 น. ของทุกวัน (ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า คิดเฉพาะส่วนที่เกิน Peak)

off Peak : เวลา 21.30 – 08.30 น. ของทุกวัน

4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)

ตารางที่ 2.9 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
4.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	3.6917	2.2507	312.24
4.2.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	132.93	3.7731	2.2695	312.24
4.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.9189	2.3027	312.24

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ

1) ประเภทที่ 4.2 กำหนดเป็นอัตราสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ หรือผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมที่เคยใช้ TOU แล้ว

2) ประเภทที่ 4.2 เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมประเภทที่ 4.1 เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 4.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

3) เดือนใดความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์หรือการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรม และ กิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

5.1 อัตราตามช่วงเวลาของผู้ใช้ (Time of Use Rate: TOU)

ตารางที่ 2.10 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5.1 (อัตราตามช่วงเวลาของวัน)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)**	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**		**ค่าบริการ (บาท/เดือน)**
	Peak	**Peak**	**Off Peak**	
4.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	3.6917	2.2507	312.24
4.2.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	132.93	3.7731	2.2695	312.24
4.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.9189	2.3027	312.24

5.2 อัตราสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการติดมิเตอร์ TOU

ตารางที่ 2.11 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)**	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**	**ค่าบริการ (บาท/เดือน)**
5.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	220.56	2.7441	312.24
5.2.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	256.07	2.7815	312.24
5.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	276.64	2.8095	312.24

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบ12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ

1) กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย

2) ประเภทที่ 5.1 กำหนดเป็นอัตราสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 ทุกราย ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการติดตั้งมิเตอร์ TOU ให้คิดประเภทที่ 5.2 ไปก่อน

3) เดือนใดความต้องการพลังงานไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้ายังคงยังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1

<u>ประเภทที่ 6</u> องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

สำหรับการใช้ไฟฟ้าขององค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

6.1 อัตราปกติ

ตารางที่ 2.12 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6.1 (อัตราปกติ)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**	**ค่าบริการ (บาท/เดือน)**
6.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	3.0493	312.247
6.1.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	3.2193	312.24
6.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์		
10 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 – 10)	2.4357	312.24
เกิน 10 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 11 เป็นต้นไป)	3.5263	312.24

6.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

ตารางที่ 2.13 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)**	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**		**ค่าบริการ(บาท/เดือน)**
	Peak	**Peak**	**Off Peak**	
6.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	3.6917	2.2507	312.24
6.2.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	132.93	3.7731	2.2695	312.24
6.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.9189	2.3027	312.24

อัตราขั้นต่ำ : ประเภทที่ 6.2 ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการของพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ

1) ผู้ใช้ไฟฟ้าหน่วยราชการสำนักงานหรือหน่วยอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นซึ่งมีปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน ยังคงคิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร ถึงค่าไฟฟ้าประจำเดือน กันยายน 2555 และตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2555 เป็นต้นไป จะจัดเข้าประเภทที่ 2 หรือ 3 หรือ 4 แล้วแต่กรณี

2) กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นคุณสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย

3) ประเภทที่ 6.2 เป็นอัตราเลือก เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 6.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าไฟฟ้าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของหน่วยงานราชการ สหกรณ์เพื่อการเกษตร กลุ่มเกษตรกรที่จดทะเบียนจัดตั้งกลุ่มการเกษตรกร กลุ่มเกษตรกรที่หน่วยราชการับรอง โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

7.1 อัตราปกติ

ตารางที่ 2.14 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 7.1 (อัตราปกติ)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	**ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)**	**ค่าบริการ (บาท/เดือน)**
100 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 – 100)	1.6033	115.16
เกิน 100 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 101 เป็นต้นไป)	2.7549	115.16

7.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

ตารางที่ 2.15 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 7.2 (อัตราตามช่วงเวลาของการใช้)

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
7.2.1 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์	132.93	3.6531	2.1827	228.17
7.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.7989	2.1827	228.17

อัตราขั้นต่ำ : ประเภทที่ 7.2 ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน

หมายเหตุ

1) กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้าหรือหม้อแปลงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (เฉพาะที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำประกอบ ซี . ที.) ให้คำนวณกิโลวัตต์ และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย

2) ประเภทที่ 7.2 เป็นอัตราเลือก เมื่อใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 7.1 ไม่ได้ ทั้งนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าเครื่องวัด TOU และหรือค่าใช้จ่ายอื่นตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

<u>ประเภทที่ 8</u> ไฟฟ้าชั่วคราว

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่องานก่อสร้าง งานที่จัดขึ้นเป็นพิเศษชั่วคราว สถานที่ที่ไม่มีทะเบียนบ้านของสำนักงานทะเบียนส่วนท้องถิ่น และการใช้ไฟฟ้าที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้องตามระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ตารางที่ 2.16 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว

แรงดัน/หน่วยไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/หน่วย)
ค่าพลังงานไฟฟ้า (ทุกระดับแรงดัน)	6.4369

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อัตราประเภทนี้ หากมีความประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างอื่น หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตรวจพบว่าได้เปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างอื่น เช่น เพื่อประกอบกิจการหรืออุตสาหกรรม หรือบ้านอยู่อาศัย ฯลฯ เมื่อได้ยื่นคำร้องขอใช้ไฟฟ้าถาวรต่อการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคท้องถิ่นนั้น พร้อมกับเดินสาย และติดตั้งอุปกรณ์ภายในให้เรียบร้อยถูกต้องตามมาตรฐาน และชำระเงินค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าแบบถาวรให้ครบถ้วน ตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้ว ค่าไฟฟ้าจะคิดตามอัตราประเภทที่ 1-7 แล้วแต่กรณี

ตารางที่ 2.17 ข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU

ข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU	
Peak : เวลา 09.00 น. – 22.00 น. วันจันทร์ – ศุกร์ และวันพืชมงคล	**Off Peak** : เวลา 22.00 น. – 09.00 น. วันจันทร์ – ศุกร์ และวันพืชมงคล : เวลา 00.00 น. – 24.00 น. วันเสาร์ – อาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ,วันพืชมงคลที่ตรงกับวันเสาร์ – อาทิตย์ และวันหยุดตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1) ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จะเรียกเก็บกับผู้ใช้ไฟฟ้าที่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าซึ่งมีเพาเวอร์แฟคเตอร์แลค (Lag) เฉพาะเดือนที่มีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเกินร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ย ใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว โดยส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ (KVAR) ละ 56.07 บาท (เศษของกิโลวาห์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาห์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาห์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาห์)

2) อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

3) ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าในอัตราข้างต้น ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) และภาษีมูลค่าเพิ่ม

อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เริ่มใช้ตั้งแต่ ค่าไฟฟ้าประจำเดือน กรกฎาคม 2554 [3]

อัตราค่าไฟฟ้า แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์ ประเภทที่ 4 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate: TOD) และ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU) มีสมการ[4] ดังนี้

$$CE_{TOD} = (D \times DC)+(E_{peak} \times EC_{peak}) \quad (2.1)$$

$$CE_{TOU} = (D \times DC)+(E_{peak} \times EC_{peak})+(E_{off\text{-}peak} \times EC_{off\text{-}peak}) \quad (2.2)$$

เมื่อ CE_{TOD} คือ ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของวัน, บาท

CE_{TOU} คือ ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้, บาท

D คือ หน่วยความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน, กิโลวัตต์

DC คือ ราคาหน่วยพลังงานไฟฟ้า, บาท/กิโลวัตต์

E คือ หน่วยพลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง

EC คือ หน่วยพลังงานไฟฟ้า, บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีสมการ[5] ดังนี้

$$P_{Gen} = kW \times hr \times D \times M \quad (2.3)$$

เมื่อ P_{Gen} คือ กำลังการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง

kW คือ หน่วยพลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์

hr คือ ชั่วโมงทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ชั่วโมง

D คือ วันทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, วัน

M คือ เดือนทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เดือน

อัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดมีสมการ[4] ดังนี้

$$M_{save} = CE - Fuel_{Price} \quad (2.4)$$

เมื่อ M_{save} คือ อัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัด, บาท

CE คือ ค่าไฟฟ้า, บาท/เดือน

$Fuel_{Price}$ คือ ราคาเชื้อเพลิง, ลิตร/บาท

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีสมการ[6] ดังนี้

$$M_{PEA} = \frac{CE}{kWh} \quad (2.5)$$

เมื่อ M_{PEA} คือ อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, บาท/กิโลวัตต์
CE คือ ค่าไฟฟ้าของอัตรา, บาท/เดือน
kWh คือ หน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติมีสมการ[6] ดังนี้

$$M_{NGV} = \frac{kWh}{M_{save}} \tag{2.6}$$

เมื่อ M_{NGV} คือ อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ, บาท/กิโลวัตต์
M_{save} คือ ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด, บาท
kWh คือ หน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลมีสมการ[6] ดังนี้

$$M_{Diesel} = \frac{(M_{save} + kWh)}{kWh} \tag{2.7}$$

เมื่อ M_{Diese} คือ อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล, บาท/กิโลวัตต์
M_{save} คือ ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด, บาท
kWh คือ หน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า, กิโลวัตต์ชั่วโมง

2.2 การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และอาคารขนาดใหญ่มักจะมีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเดินเครื่องกรณีไฟฟ้าดับ จะมีการออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ไม่ซับซ้อน การเดินเครื่องและบำรุงรักษาไม่ยากนัก แต่ผู้ประกอบการที่มีความต้องการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าร่วมกับการไฟฟ้า (Peak Shaving) หรือการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับการไฟฟ้า (Synchronize) ชั่วขณะเพื่อโอนถ่ายภาระไฟฟ้าโดยไม่ทำให้เกิดไฟดับ จะต้องมีความซับซ้อนในการออกแบบระบบควบคุมและป้องกันมากยิ่งขึ้น และอาจสร้างปัญหาให้กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าได้หากผู้ออกแบบไม่มีความเข้าใจอย่างเพียงพอ ผู้ออกแบบจึงควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพอสมควรปัจจัยในการเลือกชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า[7]

- ผู้ออกแบบจะต้องทราบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกใช้เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (Prime Power) หรือเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง (Stand-by Power)

- ประเภทของเครื่องยนต์สำหรับขับหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะใช้น้ำมันดีเซล หรือใช้ก๊าซธรรมชาติ

- สถานที่ทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ภายในอาคาร (Indoor) หรือกลางแจ้ง (Outdoor)

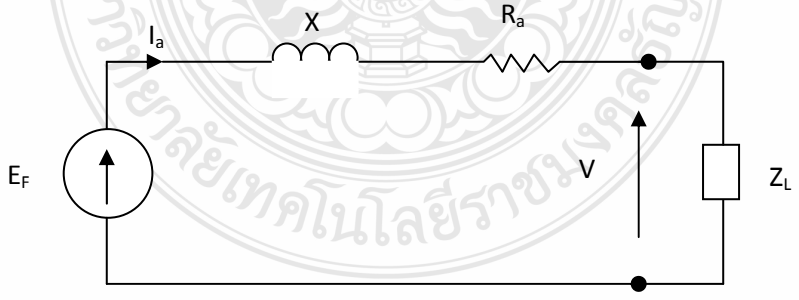
- ขนาดพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถ้าในระบบไฟฟ้ามี มอเตอร์ขนาดใหญ่ UPS system และVariable Frequency Drives (VFDs) จะต้องเพิ่มขนาดพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่าปกติ (Over Sizing)

- ความเร็วรอบของโรเตอร์จะขึ้นอยู่กับจำนวนขั้วไฟฟ้าของขดลวดอยู่กับที่ (Stator) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความถี่ 50Hz ถ้ามีจำนวนขดลวด 2 ขั้ว ความเร็วรอบจะเป็น 1,500 รอบต่อนาที จะมีปัญหาการสั่นน้อย ไม่ค่อยมีเสียงรบกวนมาก อายุการใช้งานนาน และราคาถูกกว่า แต่สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีจำนวนขดลวด 2 ขั้ว ความเร็วรอบจะเป็น 3,000 รอบต่อนาที จะมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่า

- ชนิดของโรเตอร์แบบ Salient-pole Rotor ซึ่งเหมาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบความเร็วรอบต่ำ หรือจะเป็นโรเตอร์แบบ Cylindrical Rotor ซึ่งเหมาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบความเร็วรอบสูง

- ระบบ Excitation สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก มักจะเป็นแบบ Self-Excitation แต่สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่จะเป็น Separately-Excitation[7]

จากภาพที่ 2.1 จะได้ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ มีสมการ[7] ดังนี้



ภาพที่ 2.1 วงจรสมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

$$V = E_f - I_a (R_a + X_s) \quad (2.8)$$

เมื่อ I_a คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดอยู่กับที่ (Current in Stator)

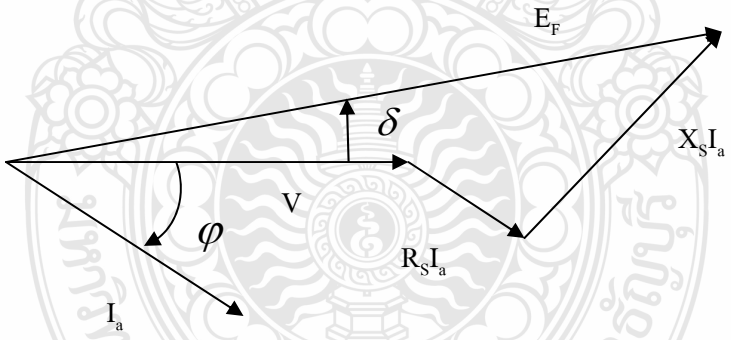
R_a คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดอยู่กับที่ (Armature Resistance)

X_s คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดอยู่กับที่ (Armature Reactance)

V คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว (Terminal Voltage) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

E_f คือ ค่าแรงดันสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Excitation Voltage)

เฟสเซอร์ไดอะแกรม จากภาพที่ 2.2 โดยกำหนดให้ Terminal Voltage(V) เป็นแกนอ้างอิง จะเห็นว่า มุมระหว่าง V และ E_f ก็คือ Power Angle (δ) ซึ่งจะมีค่าเป็นบวกเมื่อเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Rotor Flux (Φ_f) จะเหนี่ยวนำให้เกิด Stator Flux (Φ_a) แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ Stator Flux (Φ_a) จะทำให้เกิดแรงบิดหมุนโรเตอร์ หรือกล่าวได้ว่าสนามแม่เหล็กหมุนของขดลวดอยู่กับที่ดึง (Pulling) ให้สนามแม่เหล็กบนโรเตอร์หมุนตาม ทำให้ค่า Power Angle (δ) มีค่าเป็นลบแต่ถ้าเป็นมอเตอร์ Stator Flux (Φ_a) จะทำให้เกิดแรงบิดหมุนโรเตอร์หรือกล่าวได้ว่าสนามแม่เหล็กหมุนของขดลวดอยู่กับที่ดึง (Pulling) ให้สนามแม่เหล็กบนโรเตอร์หมุนตาม ทำให้ค่า Power Angle (δ) มีค่าเป็นลบ[7]



ภาพที่ 2.2 เฟสเซอร์ไดอะแกรมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่ากำลังไฟฟ้า (Complex Power) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีสมการ [7] ดังนี้

$$S = V \times I \quad (2.9)$$

เมื่อ S คือ กำลังไฟฟ้าปรากฏ, โวลท์-แอมป์

V คือ แรงดันไฟฟ้า, โวลท์

I คือ กระแสไฟฟ้า, แอมป์

กำลังไฟฟ้าจริง (Active Power) มีสมการ[7] ดังนี้

$$P = VI_a \cos(\varphi_s) \tag{2.10}$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้าจริง, วัตต์

I_a คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดอยู่กับที่, แอมป์

กำลังไฟฟ้าเสมือน (Reactive Power) มีสมการ [7] ดังนี้

$$Q = VI_a \sin(\varphi_s) \tag{2.11}$$

เมื่อ Q คือ กำลังไฟฟ้าเสมือน, วาร์

V คือ แรงดันไฟฟ้า, โวลท์

I_a คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดอยู่กับที่, แอมป์

ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) จะทำให้โรเตอร์เกิดแรงบิดหมุน (T) ด้วยความเร็วรอบ (ω_S) มีสมการ [7] ดังนี้

$$T = \frac{VE_f}{\omega_s X_s}\sin(\delta) \tag{2.12}$$

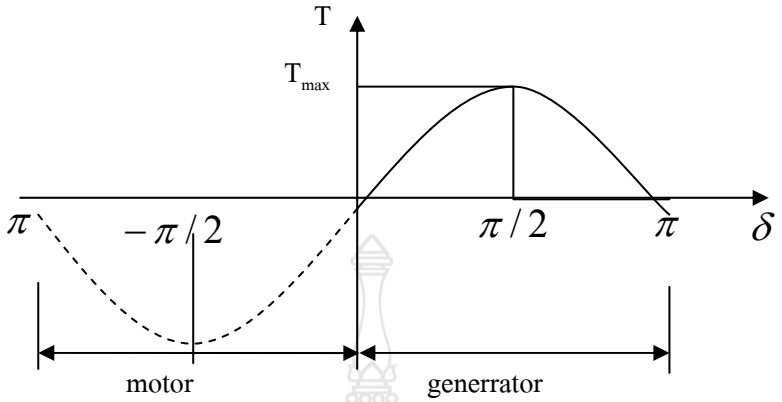
เมื่อ T คือ แรงบิดหมุน, นิวตันเมตร

E_f คือ ค่าแรงดันสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Excitation Voltage)

X_s คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของขดลวดอยู่กับที่ (Armature Reactance)

ω_s คือ ความเร็วเชิงมุม

ถ้ากำหนดให้ Terminal Voltage (V) และค่า Field Current (I_f) มีค่าคงที่ จะสามารถแสดงลักษณะของแรงบิดหมุน (T) ได้จากภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของ Torque (T) และ Power angle (δ)

จากภาพที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าค่าแรงบิดสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ Power Angle มีค่าเท่ากับ $\pi/2$ แต่ถ้าค่า Power Angle(δ) มากกว่าค่า $\pi/2$ แรงบิดหมุนจะเริ่มลดลง นั่นคือ โรเตอร์จะหมุนตามสนามแม่เหล็กหมุนไม่ทัน ทำให้ Synchronous Generator เกิดสูญเสียสภาพซิงโครไนซ์ (Loss Synchronism) จุดที่เกิดแรงบิดสูงสุดดังกล่าวจึงถูกเรียกว่า 'Pull-Out Torque' การควบคุมค่า Power Factor ของ Synchronous Generator เมื่อพิจารณาอย่างหยาบ ๆ จะเห็นได้ว่า ค่ากำลังไฟฟ้า (Active Power) และค่ากำลังไฟฟ้าเสมือน(Reactive Power) ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า ซึ่งถือว่าเป็น Infinite Bus ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้า (V) และค่าความถี่กระแสไฟฟ้า (Hz) มีค่าคงที่ โดยการควบคุมเครื่องยนต์ที่ขับหมุนโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ Governor เพื่อให้เกิดค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) คงที่จากนั้นก็ทำการปรับเพิ่มค่ากระแสไฟฟ้ากระตุ้น (I_f) จะพบว่าค่า E_f เพิ่มขึ้น ขณะที่ Power Angle(δ) มีค่าลดลง โดย Locus ของ E_f จะเคลื่อนไปตามเส้นกำลังไฟฟ้าคงที่ (P-line) ในแนวนอน และเมื่อพิจารณาค่ากระแสไฟฟ้าในขดลวดอยู่กับที่ (I_a) ก็พบว่าจะมี Locus เคลื่อนไปตามแนวตั้ง (I-line)[7]

2.2.1 การเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่มีการขนานวงจร (Independent Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัสขนาดเล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรืออาคารขนาดใหญ่มักจะไม่มีการขนานวงจรเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า การออกแบบระบบควบคุมจะใช้การควบคุมความถี่ไฟฟ้าให้คงที่ และเมื่อการใช้ภาระไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากขึ้นจะทำให้แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตกลง เพื่อทำความเข้าใจลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อไม่มีการต่อภาระไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Open Circuit Voltage (V) จะมีค่าเท่ากับค่า Induced Voltage (E_f) โดยที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลใน

วงจร ($I_a = 0$) และถ้าทำการ Short Circuit ที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะได้ค่า V เท่ากับศูนย์ และค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร $I_a = \frac{E_f}{X_s}$ ในกรณีที่ Field Current มีค่าคงที่ หรือไม่มีการใช้Automatic Voltage Regulator

1) ถ้าภาระไฟฟ้าทั้งหมดเป็น Capacitive Loads แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมากกว่าค่า Ef

2) ถ้าภาระไฟฟ้าทั้งหมดเป็น Inductive Loads แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะแปรผกผันกับค่ากระแสไฟฟ้า

3) ถ้าภาระไฟฟ้าโดยรวมเป็น Unity Power Factor แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะลดลงตามเส้นโค้ง เมื่อค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

2.2.3 การกำหนดพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Sizing and Selection)

การคำนวณค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อเลือกขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องพิจารณาชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ด้วย เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดจะมีความต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่าพิกัดในบางขณะ ซึ่งอาจจะทำให้แรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าลดลงชั่วขณะ อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดอาจจะก่อให้เกิดฮาร์มอนิกส์ในระบบไฟฟ้าซึ่งจะทำให้รูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าผิดเพี้ยน (Waveform Distortion) และทำให้เกิดความร้อนสูงที่ขดลวดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยทั่วไป ขณะเริ่มสตาร์ตมอเตอร์ค่า Power Factor ของมอเตอร์จะต่ำเพียง 0.3-0.4 จึงทำให้ต้องใช้กระแสไฟปริมาณมากในการเริ่มหมุน ถ้ามอเตอร์มีขนาดใหญ่และจะต้องขับหมุนภาระที่มี Inertia มาก ๆ ในขณะเริ่มหมุนด้วยแล้ว จะทำให้เกิด Inrush Current จนแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตกลงในทันที แต่ถ้าระดับแรงดันไฟฟ้าลดลงไม่เกิน 30% จะถือว่ายังยอมรับได้มอเตอร์ 3 เฟสที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะเป็นชนิด Squirrel-Cage Motor ซึ่ง National Electric Manufacturers Association (NEMA) ได้มีการกำหนดมาตรฐานแสดงรหัสการออกแบบมอเตอร์ตามลักษณะการใช้งาน และกระไฟฟ้าขณะทำการสตาร์ตไว้ขนาดพิกัดของชุดเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเหมาะสมกับความต้องการใช้ไฟฟ้า โดยที่ชุดเครื่องยนต์จะทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าจริง (kW) และความถี่ไฟฟ้า (Hz) ขณะที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำหน้าที่ควบคุมกำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA) และแรงดันไฟฟ้า (Volt) จะเห็นว่าเมื่อเราทราบความต้องการกำลังไฟฟ้าเป็น kVA แล้ว จะต้องทราบด้วยว่า Power Factor มีค่าประมาณเท่าไร จากนั้นจึงสามารถคำนวณได้ว่าขนาดเครื่องยนต์ควรมีค่าเท่าใด Load Factor คือค่าอัตราส่วนระหว่างค่าการใช้ไฟฟ้า (Electricity Consumption) กับค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ในแต่ละช่วงเวลา ถ้าค่า Load Factor มีค่าเท่ากับหนึ่ง แสดงว่าความต้องการไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาคงที่แต่ถ้าค่า Load Factor มีค่าใกล้ศูนย์ แสดงว่าค่าความต้องการ

ใช้ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงมาก ถ้าโรงงานหนึ่งมีการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายภาระไฟฟ้าตาม Load Profile สามารถคำนวณตามสมการด้านล่าง จะได้ค่า Load Factor ประมาณ 50%การเลือกพิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Rating Definition) นอกจากจะต้องคำนึงถึงภาระไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว ยังจะต้องพิจารณาด้วยว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกออกแบบเพื่อใช้งานในลักษณะใด ผู้ผลิตมักจะออกแบบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามลักษณะการใช้งาน (Duty Cycle) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งแบ่งพิกัดกำลังไฟฟ้าออกเป็น 4 แบบ [7] คือ

1) Standby Rating เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเดินเครื่องเพื่อช่วยจ่ายไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เกินไฟฟ้าดับ

- การใช้งานประมาณ 100 ชั่วโมงต่อปี
- Load Factor ประมาณ 60%
- Peak Demand กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดประมาณ 80% ของพิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2) Base Load (Continuous) Rating คือพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเดินเครื่องเพื่อจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยความต้องการใช้ไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

- การใช้งานไม่จำกัดชั่วโมงต่อปี
- Load Factor ประมาณ 70-100%
- Peak Demand กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดไม่เกิน 100% ของพิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3) Prime Rating คือ คือพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเดินเครื่องเพื่อจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยภาระไฟฟ้าอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากในแต่ละช่วงเวลา สามารถรับภาระไฟฟ้าเกินพิกัดได้ประมาณ 10% เครื่อง และถูกออกแบบให้ใช้งานไม่เกิน 500 ชั่วโมงต่อปี

- การใช้งานไม่เกิน 500 ชั่วโมงต่อปี
- Load Factor ไม่เกิน 60%
- Peak Demand กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดประมาณ 80% ของพิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4) Peak Shaving/Sharing Rating คือ ใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าเหมือน Prime Rating ถ้ามีการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าหลัก แต่จะใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าเหมือน Standby Rating ถ้าไม่มีการขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าหลัก การใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูง ควรจะต้องลดพิกัด กำลังไฟฟ้าลงประมาณ 5% เมื่อสำหรับอุณหภูมิที่สูงขึ้น 10 °C จากอุณหภูมิมาตรฐานที่ 25 °C เนื่องจากความร้อนที่สูงอาจทำให้ฉนวนไฟฟ้าเสื่อมสภาพเร็วยิ่งขึ้น

2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)ปกติแล้วอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณโหลดที่ใช้ โดยปกติ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 1000 kVA จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 200 ลิตร/ชั่วโมงเดินที่ 100% โหลด แต่ถ้าเดินที่ 50% โหลด (500 kVA) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงก็จะประมาณ 100 ลิตร ต่อชั่วโมง เช่นเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 500 kVA ถ้าเดินที่ 100% โหลดก็จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 100 ลิตร เช่นกัน ถ้าจ่ายโหลด 10 kVA จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2 ลิตร/ชั่วโมงโดยประมาณทุกยี่ห้อจะมีค่าอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 2000 kVA เดิน100% โหลดจะใช้น้ำมัน $\left(\frac{200}{10}\right)\times 2 = 100$ ลิตร/ชั่วโมง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 150 kVA เดิน 100% โหลดจะใช้น้ำมัน $\left(\frac{150}{10}\right)\times 2 = 30$ ลิตร/ชั่วโมง เพราะฉะนั้นเราจะได้สูตรอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง[7]

$$= \left(\frac{\text{kVA}}{10}\right)\times 2 = \left(\frac{\text{kVA}}{5}\right)\left(\frac{\text{kVA}}{10}\right) \text{ x } 2$$

$$= \left(\frac{\text{kVA}}{5 \text{ Liter/hr.}}\right)$$

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีสมการ[7] ดังนี้

$$\text{HP} = \frac{\text{kW}}{745.7} \tag{2.13}$$

เมื่อ HP คือ แรงม้า, 1 HP = 745.7 Watt

เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นสามารถหาขนาด kVA มีสมการ[7]ดังนี้

$$\text{kVA} = \frac{\text{kW}}{\text{P.F.}} \tag{2.14}$$

เมื่อ kW คือ กำลังไฟฟ้า, กิโลวัตต์

P.F. คือ ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีสมการ[7] ดังนี้

$$\text{Fuel}_{\text{Cons}} = \frac{\text{kVA}}{5 \text{ Liter}} \tag{2.15}$$

เมื่อ $\text{Fuel}_{\text{Cons}}$ คือ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, ลิตร/ชั่วโมง

2.4 ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสะอาดประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ เป็นเชื้อเพลิง มี 2 สถานะอันได้แก่ สถานะก๊าซซึ่งเป็นการนำก๊าซธรรมชาติไปอัดเพิ่มความดันประมาณ 3,000 – 3,600 ปอนด์/ตารางนิ้ว ก๊าซธรรมชาตินั้นเบากว่าอากาศดังนั้นหากมีการรั่วไหลจะลอยสูงขึ้นฟุ้งกระจายไปในอากาศทันทีจึงนับว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีความปลอดภัยสูง นอกจากสถานะก๊าซแล้วหากนำมาลดอุณหภูมิให้ต่ำลงถึงระดับ – 160 º C จะอยู่ในสถานะของเหลวที่เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติเหลว (Liquefied Natural Gas) ซึ่งสามารถที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้เหมือนกัน ก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทนซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้[2]

1) มีสถานะเป็นก๊าซทีไม่มีสีไม่มีกลิ่น ซึ่งจะคงสถานะก๊าซได้ภายใต้ความดันสูง

2) มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว

3) มีขีดจำกัดการติดไฟหมายถึงสัดส่วนไอเชื้อเพลิงในอากาศที่จะลุกไหม้ได้เมื่อมีประกายไฟ ประมาณร้อยละ 5 – 15 ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ

4) มีอุณหภูมีจุดติดไฟประมาณ 650 º C ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น

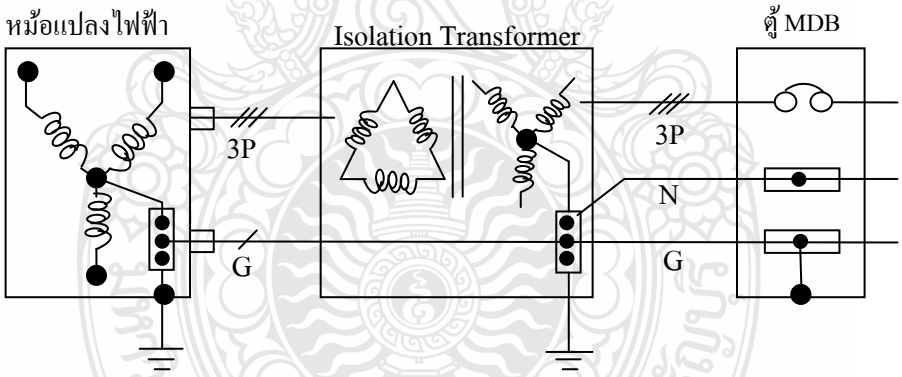
จากกคุณสมบัติที่กล่าวมาทำให้เห็นว่าก๊าซธรรมชาติ(NGV) เป็นก๊าซที่มีความปลอดภัยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ส่วนการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์นั้น ก๊าซธรรมชาติจะถูกอัดจนมีความดันสูงประมาณ 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว เก็บไว้ในถังที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษบางครั้งจึงเรียกว่า ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas)

2.5 การกราวนด์ระบบไฟฟ้ากับแหล่งกำลังไฟฟ้าสำรอง

ระบบกราวนด์ของไฟฟ้าสำรองจะเกิดสัญญาณรบกวนที่สามารถขึ้นได้กับระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ความเร็วสูงจากจุดเล็กๆที่เราอาจมองข้ามไป แต่มันกลับกลายมาเป็นปัญหาใหญ่ให้กับการทำงานของระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ความเร็วสูงได้ ดังเช่นปัญหาที่เคยเกิดขึ้นกับระบบงานหลายระบบมาแล้ว จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่จะต้องให้ความสำคัญในเรื่องการกราวนด์ ระบบงานด้านการบริการ เช่น สถานีทวนสัญญาณโทรทัศน์สถานีทวนสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ บ้าน ท่าอากาศยาน หรือแม้แต่งานด้านการผลิต เพราะว่าระบบงานเหล่านี้จะต้องดำเนินงานตลอด 24 ชั่วโมง/1 วันหรือ 365 วัน/1 ปี โดยไม่มีการหยุดขับเคลื่อน ทำให้แหล่งกำลังไฟฟ้าสำรอง (Generator หรือ UPS) มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อระบบงาน เพื่อสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องประเด็นที่มีความจำเป็น อย่างยิ่ง คือ การกราวนด์ระบบไฟฟ้ากับแหล่งไฟฟ้าสำรอง เพราะหากดำเนินการกราวนด์ที่ไม่เหมาะสม ผลที่

ตามมาจะก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนในระบบงาน ตลอดถึงความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและทรัพย์สินโดยตรง

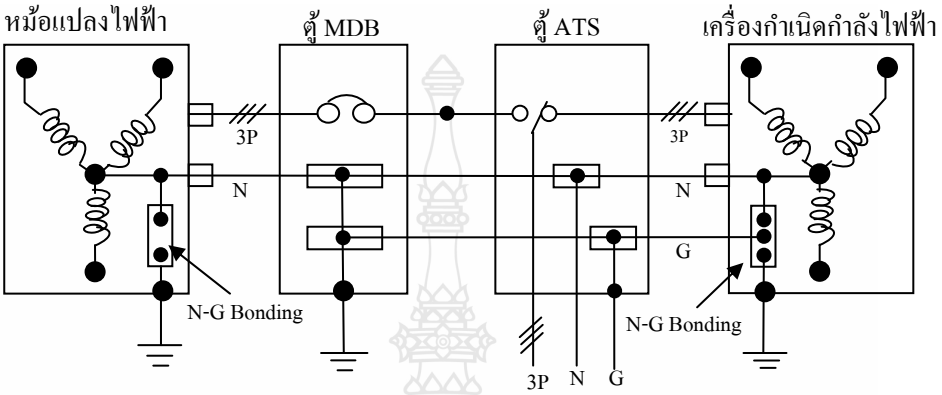
วัตถุประสงค์แรกในการกราวนด์ก็เพื่อความปลอดภัยของบุคคล และระบบงาน เมื่อในระบบงานต่างก็ประกอบด้วยเครื่องมือ-อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความไวสูง (Sensitive Electronics Equipment) ดังนั้นวัตถุประสงค์ที่สองในการกราวนด์ก็เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบงาน หรือเพื่อต้องการกำจัดสัญญาณไม่พึ่งประสงค์ในลักษณะ Disturbance ในหมวดการต่อร่วม (Common Mode)การปฏิบัติการกราวนด์ในระบบงาน จะดำเนินไปตามการนำเสนอในคู่มือ NEC (อ้างอิง Section 250-5) ซึ่งรวมไปถึงอาคารบ้านเรือน โดยปกติที่ควรจะเป็นระบบไฟฟ้าควรจะมีการแยกอิสระ (Isolation) ออกจากหม้อแปลงไฟฟ้า จากภาพที่ 2.4 ซึ่งจะใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแบบไอโซเลชั่นเข้ามาแยกอิสระระหว่างระบบงานกับหม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนวงจรตัวนำกราวนด์ (สายนิวทรัล) จะดึงออกมาจาเอาท์พุทของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบไอโซเลชั่นโดยมีรูปแบบการต่อทางเอาท์พุทของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบไอโซเลชั่นเป็นแบบวาย และจะมีการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัล หรือสามารถเลือกต่อถึงกันที่ตู้ MDB (Circuit Breaker) ก็ได้แต่ต้องดำเนินการต่อถึงกันเพียงทีใดทีหนึ่ง เพียงจุดเดียว [8]



ภาพที่ 2.4 การแยกอิสระออกจากหม้อแปลงไฟฟ้า [8]

การปฏิบัติการกราวนด์ในระบบงาน จะดำเนินไปตามการนำเสนอในคู่มือ NEC (อ้างอิงSection 250-5) ซึ่งรวมไปถึงอาคารบ้านเรือน แหละโดยปกติที่ควรจะเป็น ระบบไฟฟ้าควรจะมีการแยกอิสระออกจากหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งจะใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแบบ ไอโซเลชั่นเข้ามาแยกอิสระระหว่างระบบงานกับหม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนวงจรตัวนำกราวนด์ (สายนิวทรัล) จะดึงออกมาจากเอาท์พุทของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบไอโซเลชั่น โดยที่รูปแบบการต่อทางเอาท์พุทของหม้อแปลงไฟฟ้า

แบบไอโซเลชั่นเป็นแบบวาย และจะมีการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัล หรือสามารถเลือกต่อถึงกันที่ตู้ MDB (Circuit Breaker) ก็ได้ แต่ต้องดำเนินการต่อถึงกันเพียงที่ใดที่หนึ่ง เพียงจุดเดียว



ภาพที่ 2.5 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบไอโซเลชั่นเข้ามาแยกอิสระ[8]

ส่วนปัญหาการกราวนด์ระบบไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) คือจะมีการต่อถึงกันระหว่างนิวทรัลกับกราวนด์ที่เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า (แบบรวมนิวทรัล) จากข้อมูลที่นำเสนอเอาไว้ใน IEEE STD,446-1995 สามารถจำแนกลักษณะการติดตั้งเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า (มองจากมิติในเรื่องการกราวนด์) ได้ 2 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่แบบรวมนิวทรัล กับ แบบแยกนิวทรัลความแตกต่างระหว่างการติดตั้งเครื่องไฟฟ้า กับ ระบบไฟฟ้าทั้งสองแบบ จะอยู่ที่สายนิวทรัล ถ้าเป็นสายรวมนิวทรัลก็จะใช้สายตัวนำนิวทรัลเส้นเดียวกัน แต่ถ้าเป็นแบบแยกนิวทรัลของระบบไฟฟ้าหลักกับเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าจะเป็นคนละเส้นกันด้วยสามัญสำนึกโดยทั่ว ๆ ไป การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ตู้ MDB ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย มีการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัลเข้าด้วยกันเสมอ ทั้งนี้ทั้งนั้นอาจจะด้วยความจงใจหรือไม่ก็แล้วแต่ การปฏิบัติงานเช่นนี้ย่อมมีผลกระทบตามมาด้วยเสมอ ในแง่ดีคือคงความมีเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับในระบบงาน (จริง ๆ แล้วต่อถึงกันที่ตู้ MDB เพียงจุดเดียวก็เพียงพอ เว้นแต่กรณีของการแยกอิสระจะต้องพิจารณาเป็นรายกรณีตามรูปแบบการติดตั้ง) แต่ในแง่ร้ายก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน (EMF: สัญญาณรบกวนเป็นสัญญาณที่อยู่ในเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า มีลักษณะเช่นเดียวกับสัญญาณของเคลื่อนวิทยุ คลื่นสัญญาณโทรศัพท์ ฯลฯ) จากภาพที่ 2.5 เป็นไดอะแกรมการติดตั้งเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าแบบรวมนิวทรัล กล่าวอย่างง่าย ๆ สายตัวนำนิวทรัลของระบบไฟฟ้าหลังหรือจากหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นสายตัวนำเส้นเดียวกับเครื่องกำเนินกำลังไฟฟ้า ข้อปฏิบัติหนึ่งซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะต้องถือปฏิบัติในระบบงาน นั่นก็คือ

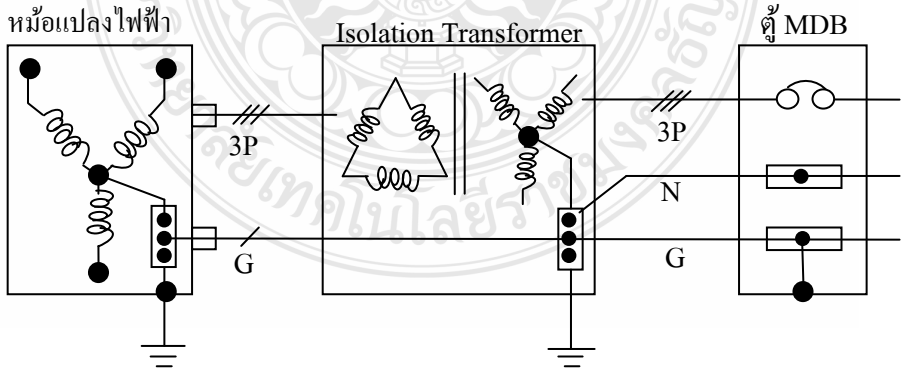
ห้ามเด็ดขาดสำหรับการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัลที่โหลดหรือเครื่อง-อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ที่ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย หรือที่อื่น ๆ ยกเว้นที่ตู้ MDB แต่อย่างไรก็ดีต้องพิจารณาถึงลักษณะเงื่อนไขการติดตั้งในลักษณะแยกอิสระด้วย เพื่อลดทอนสัญญาณรบกวน เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าถือว่าเป็นโหลดตัวหนึ่งในระบบงานนั้นเอง แหละที่ตัวเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าได้มีการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัล ซึ่งถือว่าเป็นการปฏิบัติการติดตั้งที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง (เป็นการฝ่าฝืนข้อกำหนดในคู่มือ NEC Section 250-23(a) โดยผลเสียของการปฏิบัติเช่นนี้สามารถจำแนกได้ 3 ลักษณะด้วยกัน

ผลเสียที่ 1 การต่อถึงกัน ระหว่างกราวนด์กับนิวทรัลที่เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าหรือที่โหลดหรือตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยเป็นต้น จะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าค่าหนึ่งในสายนิวทรัล โดยมีจุดการต่อถึงกันระหว่างนิวทรัลกับกราวนด์ทำให้เกิดการครบวงขึ้นมา เรียกกระแสไฟฟ้าค่านี้ว่า กระแสสเตรย์นิวทรัล (Stray Neutral Current) ผลของการไหลผ่านสายตัวนำซึ่งมีค่าอินดักแตนซ์อยู่ค่าหนึ่งของกระแสสเตรย์นิวทรัล จะก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่ระบบกราวนด์หรือเรียกว่า Ground Potential Rise ผลของการเกิดของศักย์ไฟฟ้าที่ระบบกราวนด์นี้เอง จะกลายเป็นสัญญาณรบกวนการทำงานของระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ความไวสูงบันทึกความสำคัญกับค่าระดับของกระแสสเตรย์นิวทรัลที่ส่งผลให้กลายเป็นสัญญาณรบกวนต่อระบบงานเอามาหลาย Site ทั้งที่มีปัญหาเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน เพราะเป็นเรื่องยากมากที่เราจะควบคุมไม่ให้มีค่ากระแสไฟฟ้าไหลในสายตัวนำนิวทรัลได้ จากประสบการณ์ของผู้เขียน กระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในสายนำนิวทรัลไม่ควรให้มีค่าเกิน 250 mA โดยที่ระบบกราวนด์ที่ใช้รองรับระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ความไวสูง จะต้องเป็นระบบกราวนด์แบบ SRG (Signal Reference Grid) และจะต้องระหวังเรื่องการเกิด Ground Loop ด้วย สำหรับเทคนิคในการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น Ground Loop จะขอนำเสนอในโอกาสต่อๆไป

ผลเสียที่ 2 กรณีเมื่อเกิดกราวนด์ฟอลต์ในช่วงที่ระบบงานกำลังรับกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก (จากหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ) ปกติแล้วหากดำเนินการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัลในจุดใด จุดนั้นควรเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทำระบบกราวนด์อิเล็กโตรดภายในขึ้นมาและจะต้องต่อถึงกับระบบกราวนด์ของระบบงานให้ถึงกัน เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุประการใดก็แล้วแต่ ที่สามารถทำให้เกิดกราวนด์ฟอลต์ขึ้นในระบบงาน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านระบบกราวนด์ในช่วงที่เกิดกราวนด์ฟอลต์จะมี 2 เส้นทางด้วยกัน ได้แก่ เส้นทางแรกไหลผ่านไปลงกราวนด์ (ดิน) ที่หม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนเส้นทางที่สองจะไหลไปลงกราวนด์ (ดิน) ที่เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า การแยกไหลของกระแสไฟฟ้าในช่วงเกิดกราวนด์ฟอลต์อาจจะมองว่าน่าเป็นเรื่องดี เพราะจะไม่ก่อให้เกิด Ground Potential Rise ที่สูงมากไป แต่จริงๆแล้วไม่ได้เป็นเรื่องที่ดีเลยแม้แต่น้อย เพราะการแยกไหลในลักษณะ 2 เส้นทางหรืออาจมีมากกว่า จะส่งผลให้เบรกเกอร์หรือฟิวส์ซึ่งทำหน้าที่ในเรื่องการ

ป้องกันการเกิดกราวนด์ฟอลต์กลับไม่สามารถทำงาน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงต่อผู้ปฏิบัติงานเองและระบบงานทั้งนั้นทั้งนั้นก็จะขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการเกิดกราวนด์ฟอลต์โดยตรง

ผลเสียที่ 3 กรณีเกิดกราวนด์ฟอลต์ในช่วงที่ระบบงานรับกำลังไฟฟ้ามาจากเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า เป็นไปในลักษณะเดียวกับผลเสียที่ 2 นั่นก็คือ เกิดกระแสไฟฟ้าไหลลงกราวนด์ (ดิน) สองทิศทางเมื่อเกิดกราวนด์ฟอลต์ ซึ่งขนาดที่ระบบงานรับกำลังไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าระบบงานที่ไม่ได้เป็นโหลดของเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าจะต้องไม่ทำงาน (ไม่มีไฟฟ้าเลี้ยง) แต่ในกรณีที่เกิดกราวนด์ฟอลต์ สามารถส่งผลให้ระบบงานที่ไม่ใช่โหลดของเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้ากลับทำงานได้ ประเด็นสำคัญจะอยู่ที่เรื่องความเสี่ยงต่อความเสียหายของระบบงานและปฏิบัติงาน เพราะไม่สามารถควบคุมทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลของกราวนด์ (ดิน) ในช่วงที่เกิดกราวนด์ฟอลต์ (ตัวอย่างปัญหาที่สามารถสังเกตเห็นด้วยตาเปล่า โหลดที่ไม่ได้รับไฟเลี้ยงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานได้) ถ้าต้องการติดตั้งเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าเป็นแบรวมนิวทรัล ข้อปฏิบัติที่ต้องถือปฏิบัติ จะเป็นการห้ามโดยเด็ดขาดในเรื่องการต่อถึงกันระหว่างกราวนด์กับนิวทรัลที่เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามควรไว้วางใจต่อเรื่องเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า คงไม่สามารถทำให้เกิดความพึงพอใจได้ต่อผู้ปฏิบัติงานเป็นแน่ เพราะเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าก็เป็นแหล่งกำเนิดทำลังไฟฟ้าแหล่งหนึ่ง ซึ่งไม่มีความแตกต่างมากนักกับหม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าสู่ระบบงาน ดังนั้นหากต้องการสร้างให้เกิดความไว้วางใจได้ เราจะต้องหันไปติดตั้งเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าในลักษณะแบบแยกนิวทรัลสำหรับการติดตั้งเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าแบบแยกนิวทรัล สามารถแก้ปัญหาผลเสียทั้ง 3 ข้อได้ทั้งหมด ซึ่งมีแบบดังไดอะแกรมจากภาพที่ 2.6 แต่มีข้อควรระวังหรือปฏิบัติ 2 ประเด็นด้วยกัน



ภาพที่ 2.6 แบบแยกนิวทรัลสำหรับการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า[8]

1) การโอนย้าย (Transfer) แหล่งจ่ายจากระบบไฟฟ้าหลักกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ ATS (Auto Transfer Switch) หน้าสัมผัสของนิวทรัลจะต้องมีการต่อถึงกันก่อนที่หน้าสัมผัสของเฟสจะต่อถึงกันหรือถ้าเป็นการโอนย้ายด้วยมือก็จะต้องโยกนิวทรัลไปต่อก่อนที่จะโยกเฟสตามไป

2) ในกรณีที่เกิดกราวนด์ฟอลต์ทางด้านระบบไฟฟ้าหลัก ผลที่ตามมานั่นก็คือ มีกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไหลลงสู่ระบบกราวนด์ผ่านจุดที่เกิดกราวนด์ฟอลต์ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไปขับโหลดไม่พอเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ (เบรกเกอร์ที่ตู้ MDB ไม่ทริป) อาจจะทำให้เราเข้าใจผิดว่าไฟฟ้าตกก็ได้ เพราะสถานการณ์คล้ายกัน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานห้ามตัดสินใจโอนย้ายนิวทรัลไปสู่เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าโดยทันที แต่จะต้องตัดเบรกเกอร์ที่ตู้ MDB เสียก่อน (แบบโอนย้ายด้วยมือ แต่ถ้าเป็นอัตโนมัติมันจะไม่สามารถจำแนกรายละเอียดของปัญหาได้ เว้นแต่จะมีการติดตั้งระบบตรวจสอบ เรื่องกราวนด์ฟอลต์ (Ground Fault Current Sensing) แล้วจึงดำเนินการโอนนิวทรัลและตามด้วยเฟส ถ้าเราไม่ได้ตัดเบรกเกอร์หลักที่ตู้ MDB โดยตัดสินใจโอนนิวทรัลโดยทันที (ถ้าเป็นปัญหาที่เกิดจากไฟฟ้าตกหรือไฟฟ้าดับสามารถปฏิบัติในขั้นตอนปกติได้) ในช่วงที่นิวทรัลลอย คือไม่สัมผัสทั้งนิวทรัลของแหล่งจ่ายจากระบบไฟฟ้าหลักและนิวทรัลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในช่วงที่นิวทรัลลอยนี้ จะก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าปรากฏที่ระบบกราวนด์สูงมากส่งผลให้อุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงาน แบบแรงดันไฟฟ้าควบคุมค่าความต้านทาน เช่น MOV ภาคอินพุทของสเตบิไลเซอร์ ภาคอินพุทของ UPS เป็นต้น จะได้รับความเสียหาย (ระเบิด) และทำให้ฟิวส์แรงต่ำด้านเอาท์พุทของหม้อแปลงไฟฟ้าขาด (ในเฟสที่เกิดกราวน์ฟอลต์) ถึงแม้ว่าการติดตั้งในลักษณะแบบแยกนิวทรัลจะสามารถตัดปัญหาในเรื่องผลเสียทั้ง 3 ข้อลงไปได้ก็ตามที แต่ปัญหาในช่วงที่ นิวทรัลลอยจะเข้ามาเป็นปัญหาแทน เพราะฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานในระบบงานจะต้องตั้งสติ ให้ความระมัดระวังและเพิ่มความรอบคอบเป็นพิเศษ เพราะหากการผิดพลาดประการใด ความเสียหายในแต่ละครั้งมีมูลค่าค่อนข้างสูง อีกทั้งยังก่อให้เกิดการหยุดชะงักของการดำเนินของระบบงานได้

บันทึก ปัญหาในเรื่องกราวนด์ฟอลต์เรามักจะผลักภาระหน้าที่ให้กับเบรกเกอร์ ฟิวส์ แต่ความจริงในระบบงานในเรื่องการกราวนด์และเรื่องอื่น ๆ มักจะมีการบำรุงรักษาแก้ไขอยู่ประจำ โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ เข้าเพิ่มเติมในระบบงาน ซึ่งการปฏิบัติงานในแต่ละครั้งมิได้มีการบันทึกเพื่อ Update แบบไฟฟ้า แต่ประการใดเมื่อเกิดปัญหาในระบบงาน การอ่านระบบงานโดยขั้นต้นจะต้องอาศัยแบบไฟฟ้า แต่ทว่าแบบไฟฟ้ากับความเป็นจริงของระบบงานไม่ตรงกันเลย เรื่องนี้เป็นเรื่องที่สำคัญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบงานในด้านการบริการ เช่น ระบบสื่อสารทั้งหลาย เพราะการปฏิบัติงานในแต่ละครั้งจะมีเงื่อนไขทางเวลามาเป็นตัวกำหนด ตัวอย่างเช่น หยุดปฏิบัติงานได้ไม่เกิน 20 นาที หากเกินนี้ระบบจะล้ม เป็นต้น สำหรับปัญหาในเรื่องการกราวนด์ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญ จำเป็นอย่างยิ่งที่เราจะต้องพิจารณาหลายๆมิติร่วมกัน จึงจะสร้างความไว้วางใจให้เกิดขึ้นกับระบบงาน

2.6 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

งานวิศวกรรมคงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการเงินและการลงทุนเพื่อดำเนินโครงการให้สำเร็จลุล่วงไปตามต้องการ ด้วยเหตุนี้หลักการเศรษฐศาสตร์จึงถูกนำมาประยุกต์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจคัดเลือกโครงการ หรือแนวทางปฏิบัติเพื่อให้ได้ทางเลือกที่ก่อให้เกิดผลตอบแทนด้านการเงินสูงสุดโดยทั่วไป เศรษฐศาสตร์ (Economics) คือ หลักการที่ว่าด้วยการนำทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมีคุณภาพสูงสุด เมื่อนำหลักเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์กับงานวิศวกรรมจึงเกิดหลักการเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economics) ขึ้น โดยมีความหมาย คือ การนำหลักการทางเศรษฐศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เป็นไปสำหรับงานวิศวกรรม ทั้งนี้ถ้าเป็นการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เป็นโครงการด้านวิศวกรรมต่าง ๆ หรือปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์และกำหนดเป็นตัวชี้วัด ก็จะเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรมที่กำลังพิจารณาอยู่นั่นเอง

ในการดำเนินงานด้านวิศวกรรมนั้น อาจเป็นไปได้ที่จะมีแนวทางในการปฏิบัติที่หลากหลายและก่อให้เกิดผลตามมาที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วางแผนหรือผู้ที่ทำหน้าที่กำหนดทิศทางของโครงการ จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาทางเลือกทั้งหมดที่เป็นไปได้ของโครงการเพื่อทำการคัดเลือกและเลือกทางที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ โดยทั่วไป ทางเลือก (Alternatives) คือ แนวทางปฏิบัติและวิธีที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อรองรับสถานการณ์ที่พิจารณา ในสถานการณ์ที่พิจารณานี้ อาจมีหลายทางเลือกนำไปปฏิบัติและบรรลุผลตามที่ต้องการ แต่จะมีอยู่เพียงทางเลือกเดียวซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์นั้น ด้วยเหตุนี้เราจึงจำเป็นต้องนิยามข้อกำหนดของการประเมิน (Evaluation Criteria) ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดระดับความเหมาะสมของแต่ละทางเลือก ทางเลือกใดมีความเหมาะสมมากที่สุด ก็จะถูกเลือกเป็นทางเลือกปฏิบัติสำหรับสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไป ถ้าพิจารณาในมุมมองของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมข้อกำหนดด้านการเงิน (Financial criteria) มักถูกพิจารณาเป็นตัวชี้วัดหลักของการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการคัดเลือกรายการต่าง ๆ

การวิเคราะห์ด้านการเงิน ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลของค่าของเงิน (Time) และอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทน (Interest Rate or Rate of Return) หลักการสำคัญประการหนึ่งของการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมคือเรื่อง มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money) ซึ่งหมายถึงมูลค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาที่กำหนด นั่นหมายความว่าในช่วงเวลาที่ต่างกันเงินค่าเดียวกันจะมีมูลค่าที่แตกต่างกัน แต่จะมีมูลค่าแตกต่างจากค่าเดิมเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทน การวิเคราะห์มูลค่าของเงินที่แปรผันไปตามช่วงเวลาและอัตราดอกเบี้ย มักจะนำเสนอ ในรูปของแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียน (Cash Flow) [9]

2.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทน เวลา และค่าของเงิน

ก่อนที่จะกล่าวถึงการคำนวณมูลค่าของเงินตามเวลา หรือการแปลงค่าเงินตามช่วงเวลา จะได้กล่าวถึงหลักของแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียนเพื่อเป็นพื้นฐานสำรับการวิเคราะห์มูลค่าของเงินต่อไป ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าของเงิน และแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียนได้แก่

P คือ มูลค่าของเงินในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดให้เป็นปัจจุบัน หรือที่เวลา t = 0 อาจใช้แทนค่า Present Worth(PW) Present Value(PV) Net Present Value(NPV) Discounted Cash Flow Capital Cost (CC) , บาท

F คือ มูลค่าหรือผลรวมของเงินในอนาคตอาจใช้แทนค่าของ Future Worth (FW) และ Future Value (FV) หน่วยบาท

A คือ มูลค่าของเงินรายเดือนหรือรายปี ที่มีค่าสม่ำเสมอเท่ากัน อาจใช้แทนค่าของ Annual Worth (AW) และ Equivalent Uniform Annual Worth (EUAW) หน่วย บาทต่อปี หรือบาทต่อเดือน

n คือ จำนวนช่วงเวลาสำหรับการวิเคราะห์ หน่วยปี เดือน หรือวัน

i คือ อัตราดอกเบี้ย หรืออัตราผลตอบแทนต่อช่วงเวลา หน่วย เปอร์เซ็นต์ต่อปี เปอร์เซ็นต่อเดือน หรือเปอร์เซ็นต่อวัน

การกำหนดตัวแปร และแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียนดังแสดงในตัวอย่างต่อไปนี้และการกำหนดชำระงวดเดียวเป็นเงินก้อนเมื่อสิ้นปีที่ 5 จากข้อมูลดังกล่าว จงกำหนดค่าตัวเลขให้ตรงกับตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าของเงินและแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียน ถ้าต้องการหาจำนวนเงินก้อนทั้งหมดที่ต้องชำระเมื่อสิ้นปีที่ 5

2.6.2 การคำนวณผลรวมค่าเดียว (Single-sum Calculation)

ค่าของเงินในอนาคตจากเงินจำนวนเดียวกันที่มีอยู่ในปัจจุบันมีสมการ [9] ดังนี้

$$F = P(1+i)^n \tag{2.16}$$

เมื่อ $(1+i)^n$ คือ Single-sum compound amount factor $-(\frac{F}{P}, i\%,n)$

หรืออาจคำนวณค่าของเงินในปัจจุบันเมื่อทราบจำนวนเงินในอนาคตมีสมการ [9] ดังนี้

$$P = F\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right] \tag{2.17}$$

เมื่อ $\frac{1}{(1+i)^n}$ คือ Single-sum present worth factor $(\frac{F}{P}, i\%,n)$

2.6.3 การคำนวณเงินเท่ากันแบบสม่ำเสมอตามช่วงเวลา (Uniform series Formulas)

การคำนวณจำนวนเงินด้วยวิธีนี้จะพิจารณาเงินที่เป็นแบบรายเดือนหรือรายปีตามระยะเวลาและอัตราดอกเบี้ยที่กำหนด โดยอาจจะกำหนดจำนวนเงินที่มีค่าสม่ำเสมอเท่ากัน ตามช่วงเวลาและการคำนวณหาเงินในปัจจุบัน หรือกำหนดเงินในปัจจุบันแล้วคำนวณหาเงินในช่วงเวลาที่ต้องการมีสมการ [9] ดังนี้

$$P = A\left[\frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right] \tag{2.18}$$

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i^n - 1)}\right] \tag{2.19}$$

เมื่อ $\frac{(1+i)^n - 1}{1(1+i)^n}$ คือ Uniform-series present worth factor ($\frac{P}{A}$,i%,n)

$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ คือ Capital recovery factor ($\frac{P}{A}$,i%,n)

สมการที่ใช้สำหรับแปลงค่าเงิน [9] ทั้งหมดตามที่กล่าวมาสามารถสรุปได้จากตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.18 สูตรที่ใช้แปลงค่าเงิน [9]

ชื่อสมการ	สัญลักษณ์	ต้องการหา	ค่าที่ทราบ	สมการ
Single-sum compound amount factor	($\frac{F}{P}$,i%,n)	F	P	$F = P(1+i)^n$
Single-sum present worth factor	($\frac{P}{F}$,i%,n)	P	F	$P = F\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$
Uniform seris pressnt worth factor	($\frac{P}{A}$,i%,n)	P	A	$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n}\right]$
Capital recovery factor	($\frac{A}{P}$,i%,n)	A	P	$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$
Sinking fund factor	($\frac{A}{F}$,i%,n)	A	F	$A = F\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right]$
Uniform seris compound amount factor	($\frac{F}{A}$,i%,n)	F	A	$F = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i}\right]$

2.6.4 การเปรียบเทียบทางการเงินเพื่อคัดเลือกโครงการ

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา วิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมของโครงการโยทั่วไปมีอยู่ 4 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present Worth Analysis) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Annual Worth Analysis) การวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อเงินลงทัน ($\frac{\text{Benefit}}{\text{cost analysis}}$) การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate of Return Analysis)

1) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present Worth Analysis)

มูลค่าปัจจุบัน (Present Worth) (PW), Present Value (PV) Net Present Value (NPV) ของเงินลงทุน (Cost) หรือผลตอบแทน (Revenue) ของแต่ละทางเลือกในการดำเนินโครงการใด ๆ สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดความคุ้มค่าในการลงทุนได้ ทั้งนี้มูลค่าปัจจุบันขององค์ประกอบในการดำเนินโครงการ อาจมาจากมูลค่าในอนาคต หรือมูลค่าสม่ำเสมอรายปีก็ได้ การเปรียบเทียบโครงการด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน สามารถพิจารณาเป็นกรณีต่างๆได้

2) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของทางเลือกที่มีอายุเท่ากัน

การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของทางเลือกที่มีอายุเท่ากัน (Present Worth Analysis of Equal-lift Alternatives) คือการนำข้อมูลปัจจุบันของแต่ละทางเลือกในการดำเนินการมาเปรียบเทียบกัน โดยแต่ละทางเลือกที่มาเปรียบเทียบกันนี้ มีระยะเวลาในการดำเนินงานที่เท่ากัน

3) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันจองทางเลือกที่มีอายุแตกต่างกัน

การเปรียบเทียบทางเลือกที่มีอายุแตกต่างกันด้วยวิธีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสามารถทำได้โดยการปรับอายุของแต่ละทางเลือกให้เท่ากัน

4) การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Annual Worth Analysis)

การเปรียบเทียบทางเลือกด้วยวิธีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันในกรณีที่อายุของแต่ละทางเลือกไม่เท่ากัน อาจจำเป็นต้องขยายขอบเขตของระยะเวลาในการวิเคราะห์ออกไปเพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบแต่ละทางเลือกได้ในช่วงเวลาเดียวกัน การปฏิบัติดังกล่าวในหลักการสามารถดำเนินการได้ แต่ในทางปฏิบัตินั้นยิ่งทดระยะเวลานานออกไป ก็ยิ่งมีโอกาสเกิดการผันแปรของสถานการณ์ขึ้น ไม่ว่าจะเป็น อัตราดอกเบี้ย สถานการณ์ทางการเมือง เศรษฐกิจโลก ฯลฯ ล้วน ส่งผลกระทบต่อความผันแปรของมูลค่าการลงทุนทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้การกระจายเงินลงทุนออกเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปีแทนการรวมเงินลงทุนให้อยู่ในรูปของมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน อาจจะเป็นการลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากสาเหตุข้างต้นได้

5) การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost Analysis)

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost Analysis or Benefit/Cost Ratio or B/C Ratio) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนของโครงการรัฐ เนื่องจากโครงการของรัฐนั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการเพื่อแสวงหาผลประโยชน์ แต่เป็นไปเพื่อสาธารณะประโยชน์ ดังนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอาจไม่อยู่ในรูปของตัวเงินที่รัฐได้ตอบแทนกลับมา แต่จะอยู่ในรูปของประโยชน์ที่ชุมชนได้รับ อาทิ คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง การเพิ่มรายได้หรือผลผลิต ความปลอดภัย หรือสุขภาพจิตของคนในชุมชน ที่ดีขึ้นเป็นต้น ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ผลประโยชน์ที่ได้รับเหล่านี้จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของมูลค่าเงินเพื่อเปรียบเทียบกับเงินลงทุนในโครงการเหล่านั้น

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนนั้น มีตัวแปรสำคัญอยู่ 2 ตัวแปร ได้แก่ ผลประโยชน์ และเงินลงทุน ผลประโยชน์ (Benefit) ของโครงการ คือ สิ่งที่เป็นประโยชน์ซึ่งได้รับเพิ่มขึ้นในด้านทรัพย์สิน และสวัสดิการจากโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพการณ์ที่ยังไม่มีการดำเนินงานตามโครงการ ผลประโยชน์ในรูปของสาธารณะประโยชน์อันเนื่องมาจากโครงการรัฐสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่ ผลประโยชน์ที่ได้รับในรูปของการเพิ่มรายได้หรือเพิ่มผลผลิต อาทิ รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการเก็บเงิน ค่าผ่านทาง เป็นต้นและผลประโยชน์ที่ได้รับในรูปแบบของการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดความเสียหาย อาทิ การตัดถนนเส้นใหม่อาจช่วยให้ดินทางถึงที่หมายได้เร็วขึ้น เป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นต้น

เงินลงทุน (Cost) ของโครงการ คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องชำระตลอดการดำเนินงานตามโครงการ จึงเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายลงทุน เริ่มแรกของโครงการและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ อันเนื่องมาจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนที่อยู่ในบริเวณโครงการ อาทิ ค่าใช้จ่ายเพื่อชดเชยการเวนคืนที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพแวดล้อมของชุมชนหลังการก่อสร้าง เป็นต้น สามารถวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนมีสมการ [9] ดังนี้

$$\frac{B}{Cration} = \frac{Benefu}{Cost} \tag{2.20}$$

โครงการที่มีค่า $\frac{B}{C}$ ratio มากกว่า 1 โครงการที่น่าลงทุน ถ้า $\frac{B}{C}$ ratio น้อยกว่า 1 จัดว่าเป็นโครงการที่ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน และถ้า $\frac{B}{C}$ ratio เท่ากับ 1 หมายความว่าโครงการนั้นคุ้มทุนพอดี ไม่ได้กำไรหรือขาดทุนเนื่องจากผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ และค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุนที่ต้องชำระนั้นอาจไม่ได้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้หลักการ

แปลงค่าเงินขึ้นซึ่งเป็นมูลค่าของผลประโยชน์และเงินลงทุนให้มาอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันตามหลักการแปลงค่าของเงินที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้น

6) การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate of Return Analysis)

ในการลงทุนในโครงการทางวิศวกรรมขนส่งนั้น มักเป็นการลงทุนขนาดใหญ่และใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมากจึงมีความจำเป็นที่ผู้ลงทุนจะต้องคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจ (Minimum attractive Rate of Return, MARR) ซึ่งส่วนมากค่า MARR จะกำหนดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ในกรณีที่ผู้ใช้ที่ผู้ลงทุนใช้วิธีกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินกู้ อัตราผลตอบแทนของโครงกรที่ถูกเลือกจะต้องมีค่าสูงกว่าอัตราเงินกู้ เพื่อที่จะมีเงินจากผลตอบแทนที่เพียงพอสำหรับนำมาชำระให้แหล่งเงินกู้ และในกรณีที่เป็นการลงทุนโดยใช้เงินส่วนตัวของหน่วยงานเอง อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ถูกเลือก จะต้องมีค่าสูงกว่ากับอัตราเงินฝาก เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสำหรับการถอนเงินคงคลังออกจากธนาคาร เพื่อนำมาลงทุนในโคราการดังกล่าวถ้าอัตราผลตอบแทนที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า MARR ก็สามารถสรุปได้ว่าโครงการดังกล่าวมีความเหมาะสมในการลงทุน หรือในกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบกันหลายโครงการ โครงการที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงสุดจะเป็นโครงการที่ได้รับการพิจารณา ทั้งนี้ อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการคำนวณนี้ คือ อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินทดแทน (PW_D) มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของผลประโยชน์ที่ได้รับ (PW_D) ในกรณีที่คำนวณโดยใช้มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present Worth, PW) มีสมการ [9] ดังนี้

$$PW_{D,\,i\%} = PW_{B,\,i\%} \tag{2.21}$$

ในกรณีทำคำนวณโดยใช้มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Equivalent Uniform Annual Worth, EUAW) มีสมการ[9] ดังนี้

$$EUAW_{D,\,i\%} = EUAW_{B,\,i\%} \tag{2.22}$$

เมื่อ PW_D คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของเงินลงทุน, บาท

PW_B คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของผลตอบแทน, บาท

$EUAW_D$ คือ มูลเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุน, บาท

$EUAW_B$ คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินตอบแทน, บาท

i% คือ อัตราผลตอบแทนต่ำสุด ทำให้มูลค่าปัจจุบัน หรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุน

2.6.5 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การเลือกระบบทางวิศวกรรมส่วนใหญ่จะใช้วิธีการทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ โดยพิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าเสียค่าใช้จ่ายน้อยหรือระบบที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีที่ง่ายดั้งนี้

1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ระยะเวลาคืนทุนสำหรับโครงการประหยัดพลังงานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 5 ปี อย่างไรก็ตามต้องขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการ ถ้าโครงการมีขนาดใหญ่เงินลงทุนสูงอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ระยะเวลาคืนทุนที่ยอมรับได้อาจจะมากกว่า 5 ปี ดังนั้นมีสมการ [9] ดังนี้

$$PB = \frac{C_r}{S_c} \tag{2.23}$$

เมื่อ PB คือ ระยะเวลาคืนทุน ; ปี

C_T คือ เงินลงทุน ; บาท

S_C คือ ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด ; บาท

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุน พลังงาน จากมาตรการ ในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (Discount Rate) หรือค่าของทุน (Cost of Capital) มีสมการ [9] ดังนี้

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_n \tag{2.24}$$

เมื่อ n คือ อายุของโครงการ(ปี)

ES_t คือ ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_o คือ เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ(Total Investment)

i คือ อัตราลดค่า (Discount Rate)

3) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราลดค่า (Discount Rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน ของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุน เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแส เงินสดที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการประหยัดพลังงานตลอดอายุของโครงการมีสมการ[9] ดังนี้

$$-I_o + \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \qquad (2.25)$$

เมื่อ IRR คือ อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return)

2.7 สรุปผล

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษาอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่าไฟฟ้าประจำเดือน กรกฎาคม 2554 การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติว่ามีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ การศึกษาระบบกราวด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับแหล่งกำลังไฟฟ้าสำรองและการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

เพื่อให้ดำเนินการวิจัยเป็นไปอย่างถูกต้องและประสบความสำเร็จจะต้องทราบถึง ข้อมูล เครื่องมือวัด ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติและไดอะแกรมของระบบส่งจ่ายไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดดังนี้

3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่ผลิตเครื่องพิมพ์ ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี จากตารางที่ 3.1 มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU มีเป้าหมายที่จะผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ [10] จากตาราง 3.2 ระบบแสงสว่างร้อยละ 14 ระบบปรับอากาศร้อยละ 58.77 อุปกรณ์สำนักงานร้อยละ 4.72 ระบบอัตโนมัติร้อยละ 1.43 ระบบน้ำดีและน้ำเสียร้อยละ 4.27 ระบบอื่น ๆ ร้อยละ 0.12 ระบบระบายอากาศร้อยละ 0.87 ระบบอัดอากาศร้อยละ 3.72 ระบบการป้องกันฝุ่นร้อยละ 0.91 ระบบสูญญากาศร้อยละ 1.24 ระบบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตร้อยละ 4.84 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิตร้อยละ 5.11 [10] โดยเปรียบเทียบการคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขนาดแรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์ ประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่ จากอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ว่าอัตราค่าไฟฟ้าช่วงไหนที่มีผลการประหยัดและจุดคุ้มทุนที่น่าลงทุนมากที่สุด จากการตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลานี้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอจากภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าของปี พ.ศ. 2553 [5]

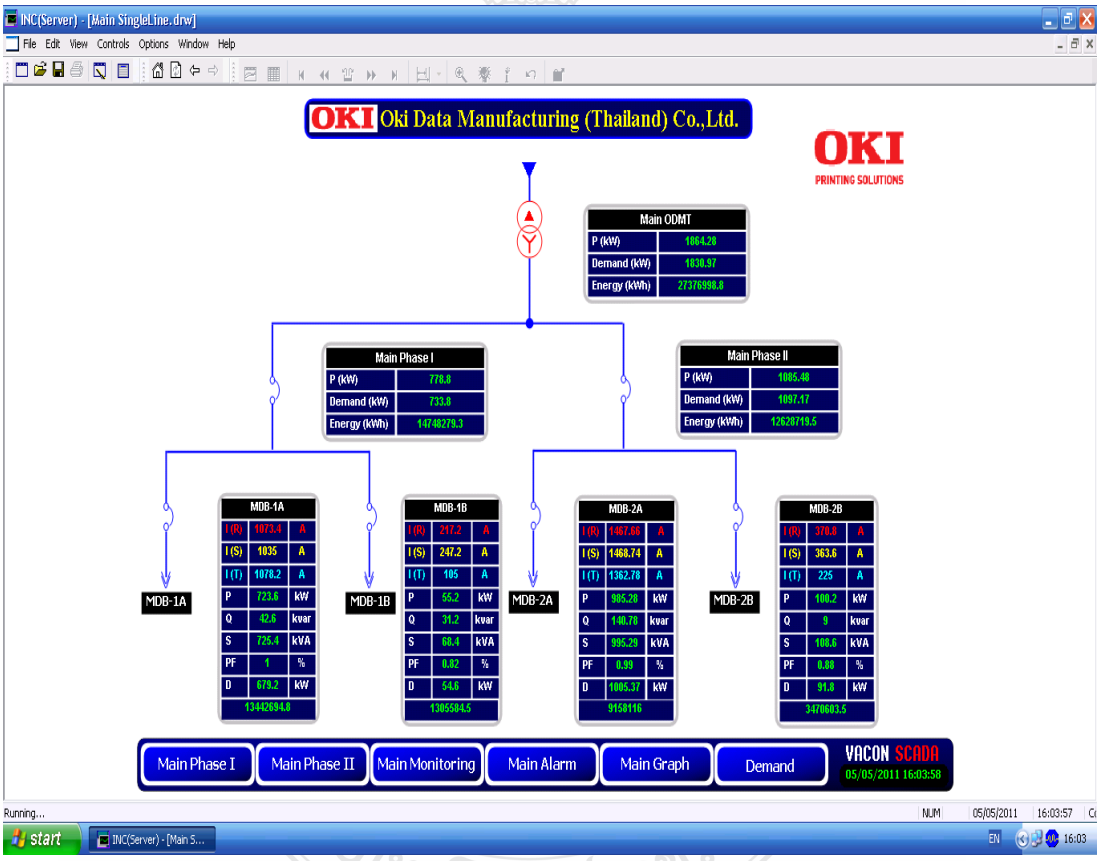
เดือน	หน่วยไฟฟ้า (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท)
มกราคม	613,607.83	1,771,535.30
กุมภาพันธ์	633,868.59	1,933,870.85
มีนาคม	739,360.02	2,345,062.55
เมษายน	761,309.33	2,310,905.38
พฤษภาคม	899,084.55	2,661,122.07
มิถุนายน	878,550.83	2,653,568.04
กรกฎาคม	734,422.73	2,274,782.92
สิงหาคม	758,191.65	2,246,466.39
กันยายน	823,010.27	2,548,879.33
ตุลาคม	733,245.56	2,303,601.97
พฤศจิกายน	660,267.70	2,043,590.34
ธันวาคม	598,819.33	1,860,926.03
รวม	8,833,738.39	26,954,311.17

ตารางที่ 3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่าง ๆ ของปี พ.ศ. 2553 [10]

ระบบเครื่องจักร	การใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)		รวม	ร้อยละ
	โรงงาน	การผลิต		
แสงสว่าง	1,236,987.5		1,236,987.5	14.00
เครื่องปรับอากาศ	5,078,265.43	113,627.34	5,191,892.77	58.77
อุปกรณ์สำนักงาน	417,275.97		417,275.97	4.72
อัตโนมัติ	126,039.64		126,039.64	1.43
น้ำดีและน้ำเสีย	124,417.5	252,677.52	377,095.02	4.27
อื่นๆ	10,265.6		10,265.6	0.12
ดูดอากาศ	76,515.46		76,515.46	0.87
เครื่องอัดอากาศ		328,206.9	328,206.9	3.72
การป้องกันฝุ่น		80,771.15	80,771.15	0.91
สูญญากาศ		109,560	109,560	1.24
เครื่องจักรใช้ในการผลิต		427,607.1	427,607.1	4.84
คอมพิวเตอร์ใช้ในการผลิต		451,521.28	451,521.28	5.11
	7,069,767.1	1,763,971.29	8,833,738.39	

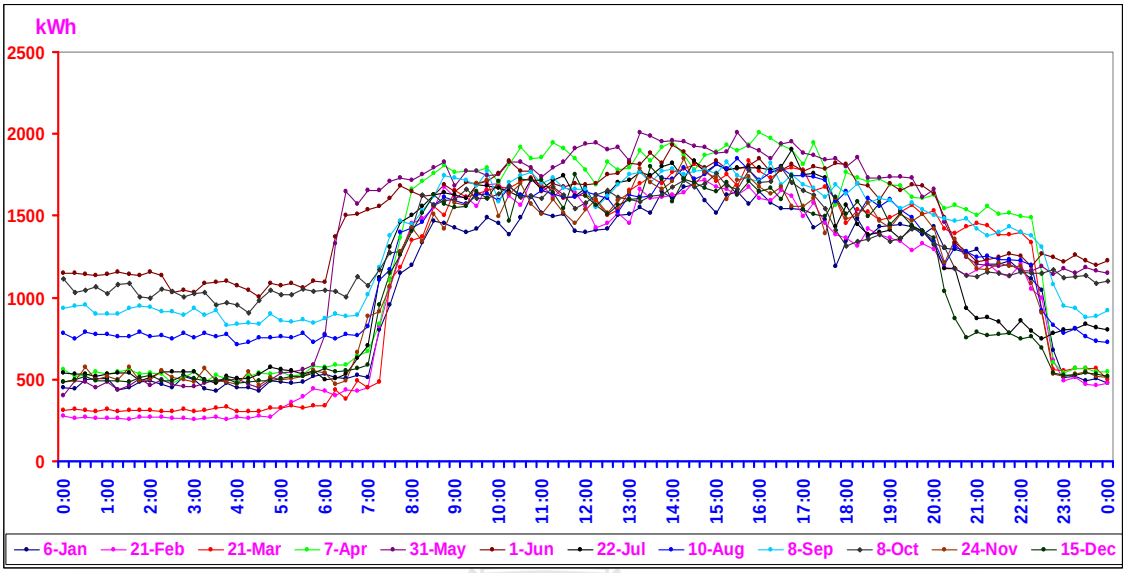
3.2 เครื่องมือวัด

การตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส แสดงได้จากภาพที่ 3.1 โดยใช้โปรแกรม SCADA ที่สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาทีได้ ซึ่งจะทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี แล้วดูแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานของระบบต่าง ๆ และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของเดือนต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2553 จากการตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลานี้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอ



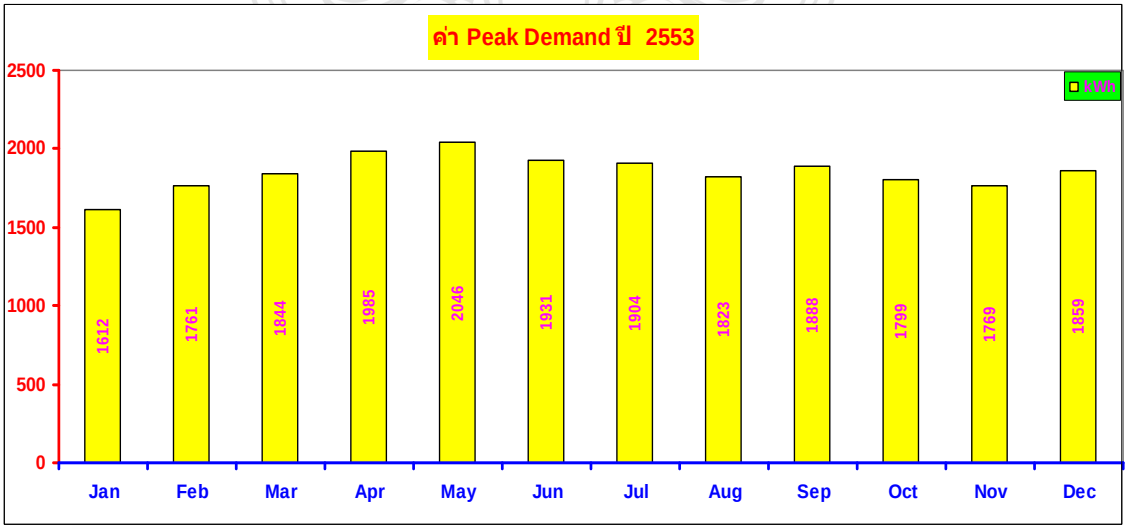
ภาพที่ 3.1 แผนผังการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของตู้ Main Distribution Board [5]

3.3 วันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในปี พ.ศ. 2553

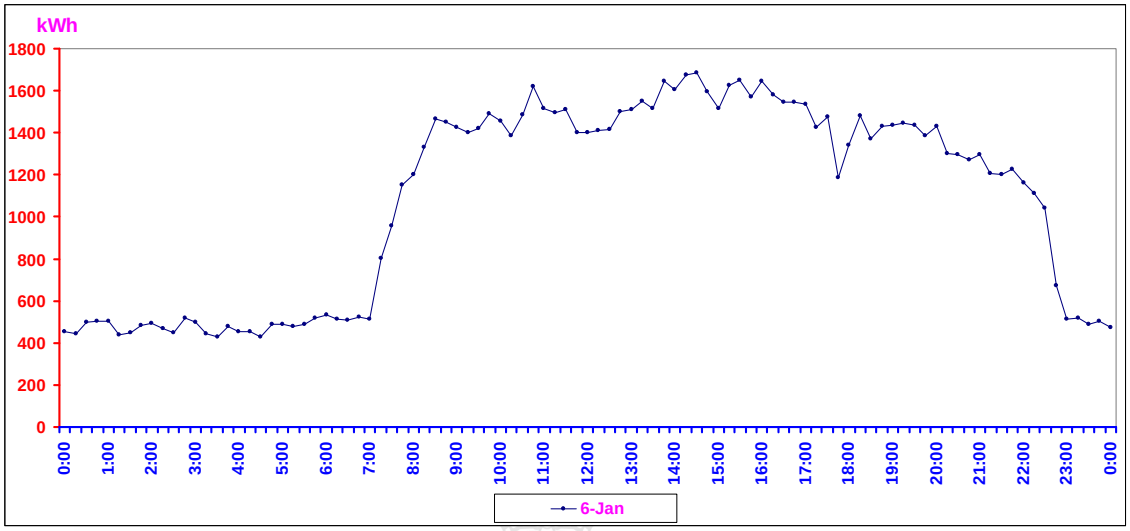


ภาพที่ 3.2 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของ พ.ศ. 2553 [5]

จากภาพที่ 3.2 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 [5]

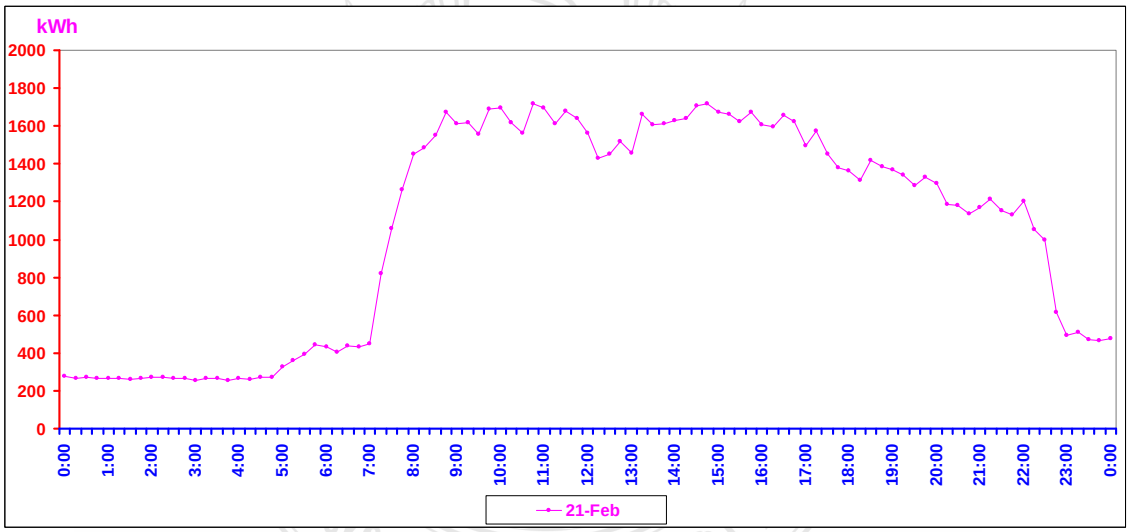


ภาพที่ 3.3 ค่า Peak Demand เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553[5]



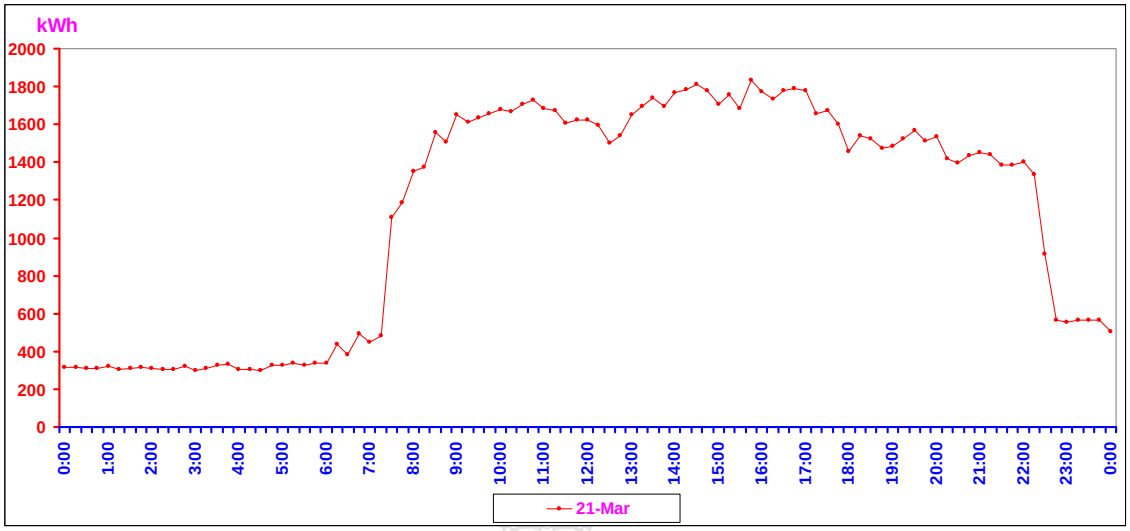
ภาพที่ 3.4 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนมกราคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.4 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนมกราคม พ.ศ. 2553



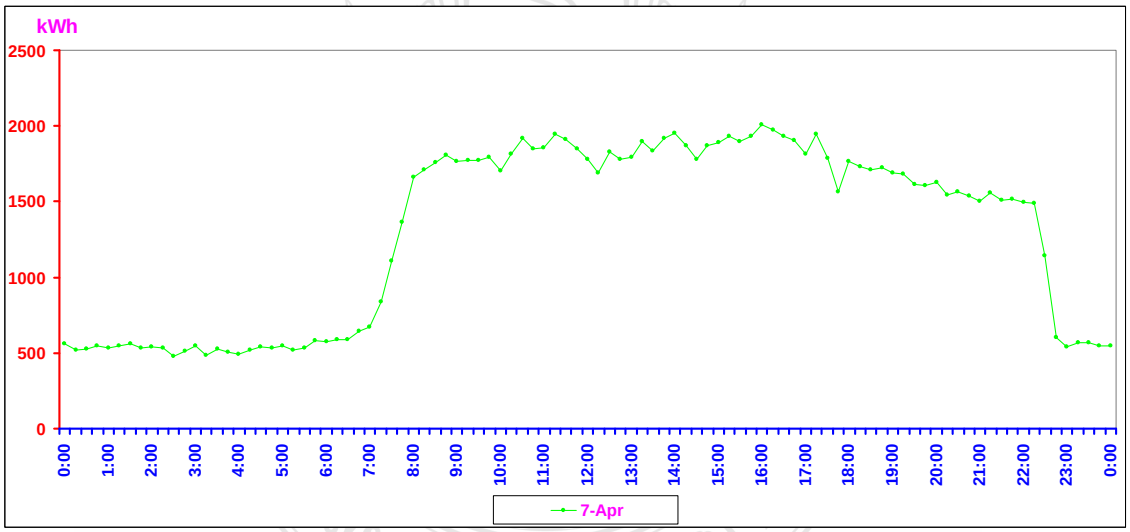
ภาพที่ 3.5 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.5 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553



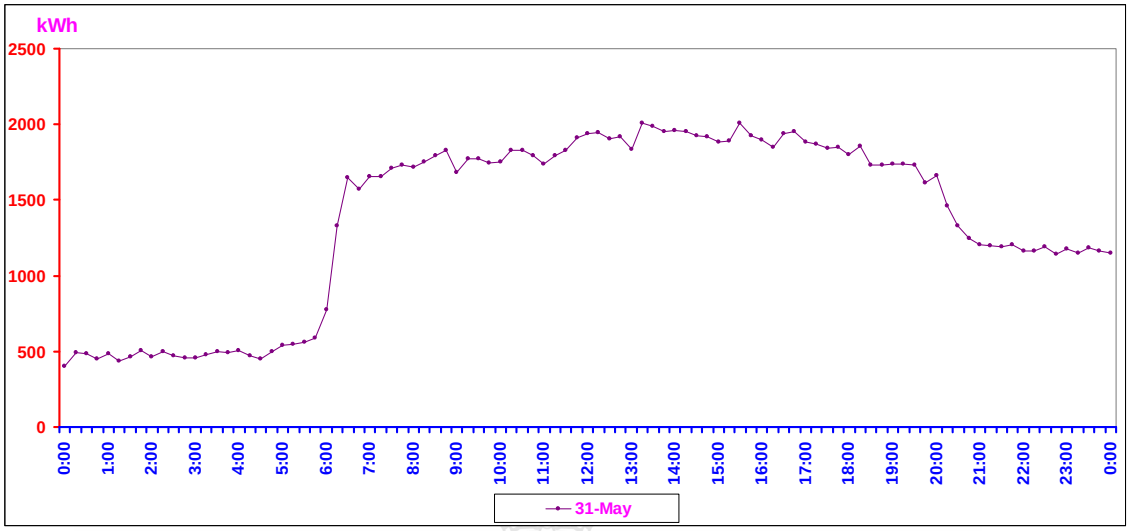
ภาพที่ 3.6 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.6 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553



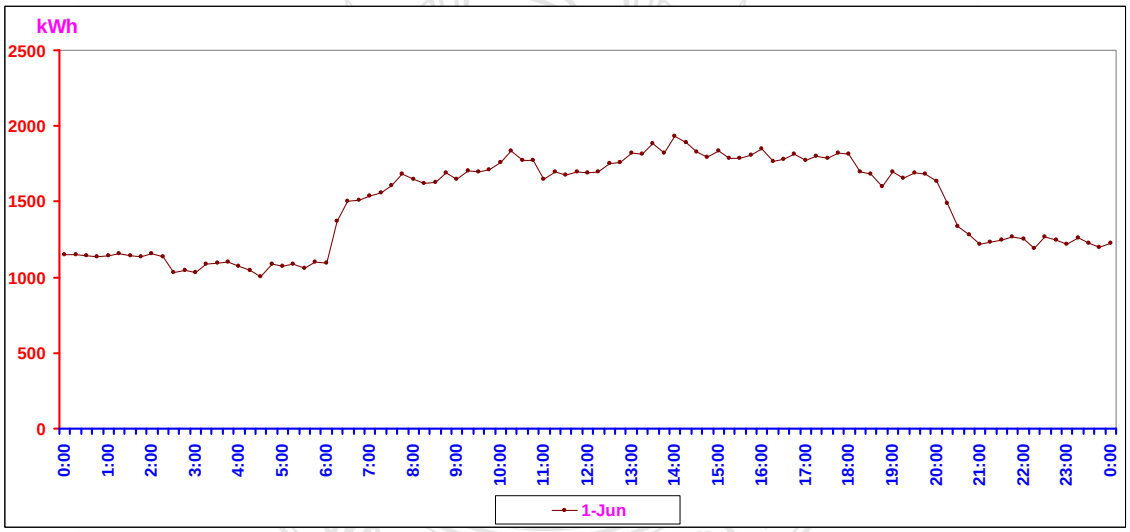
ภาพที่ 3.7 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนเมษายน พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.7 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนเมษายน พ.ศ. 2553



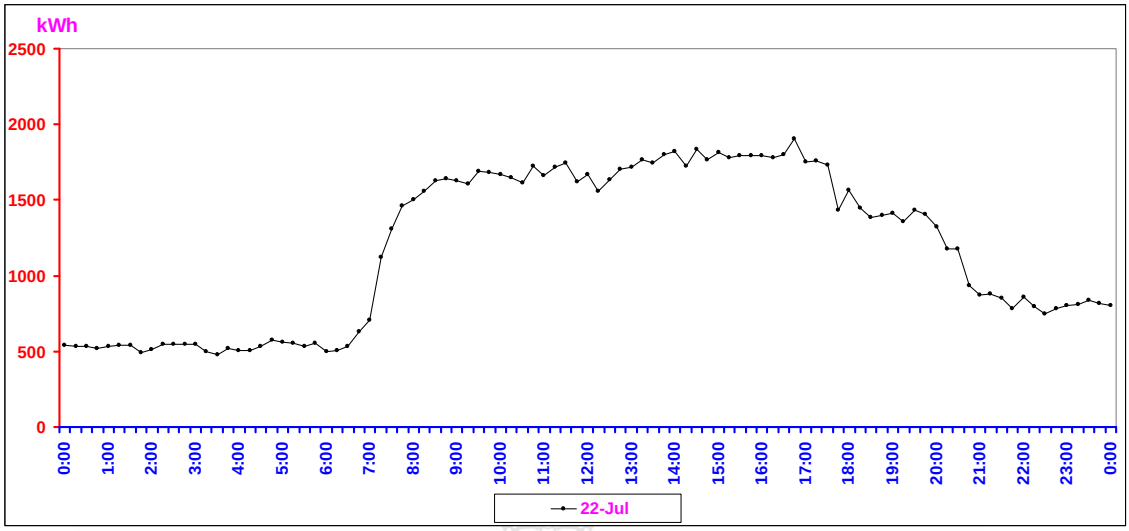
ภาพที่ 3.8 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.8 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553



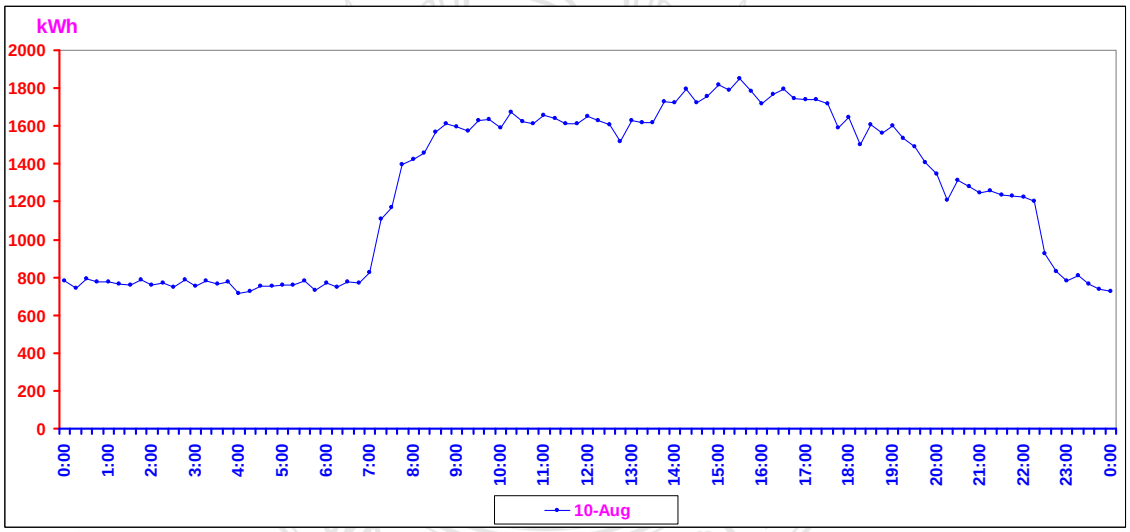
ภาพที่ 3.9 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.9 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



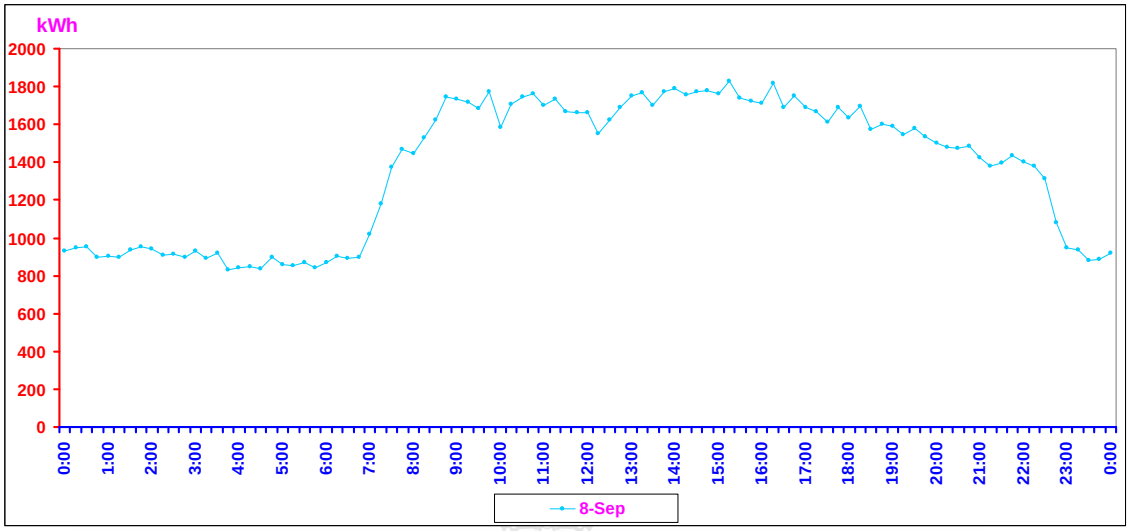
ภาพที่ 3.10 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.10 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553



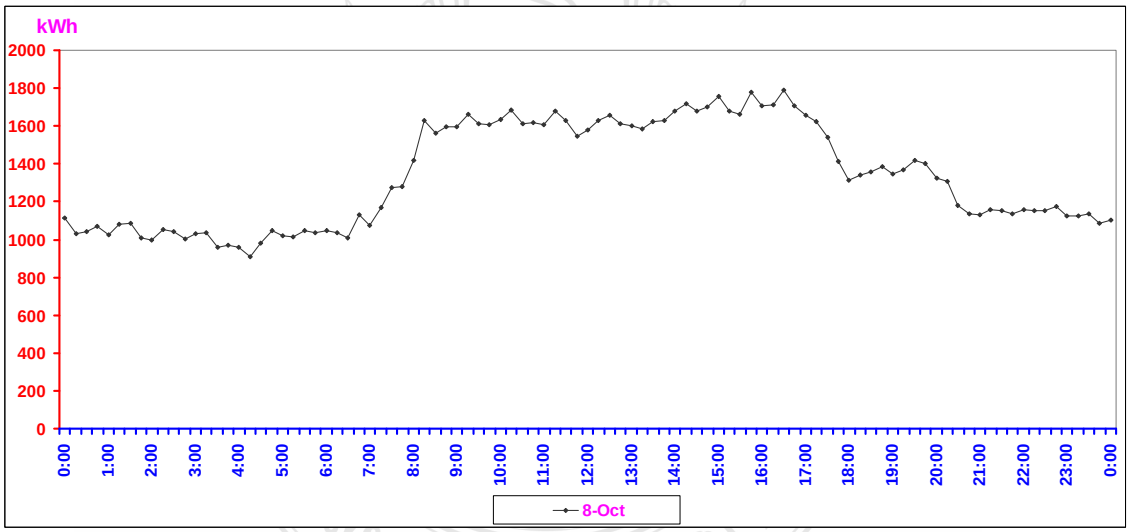
ภาพที่ 3.11 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.11 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553



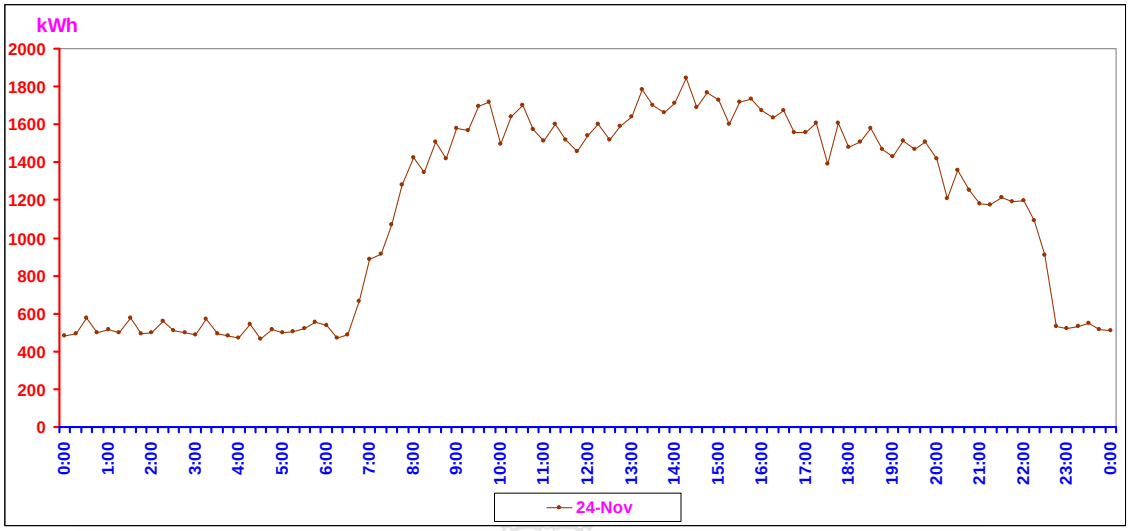
ภาพที่ 3.12 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.12 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนกันยายน พ.ศ. 2553



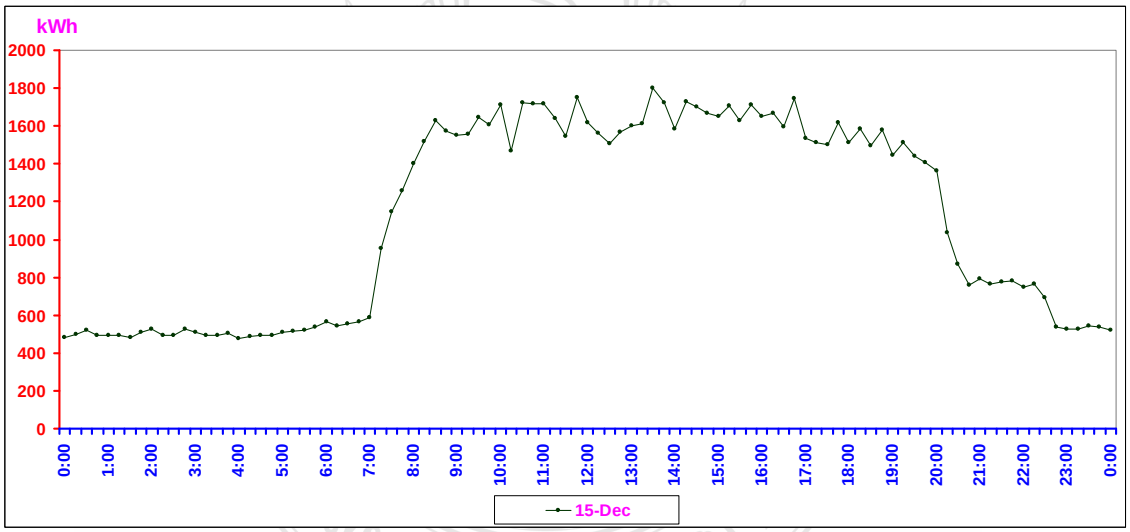
ภาพที่ 3.13 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.13 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553



ภาพที่ 3.14 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

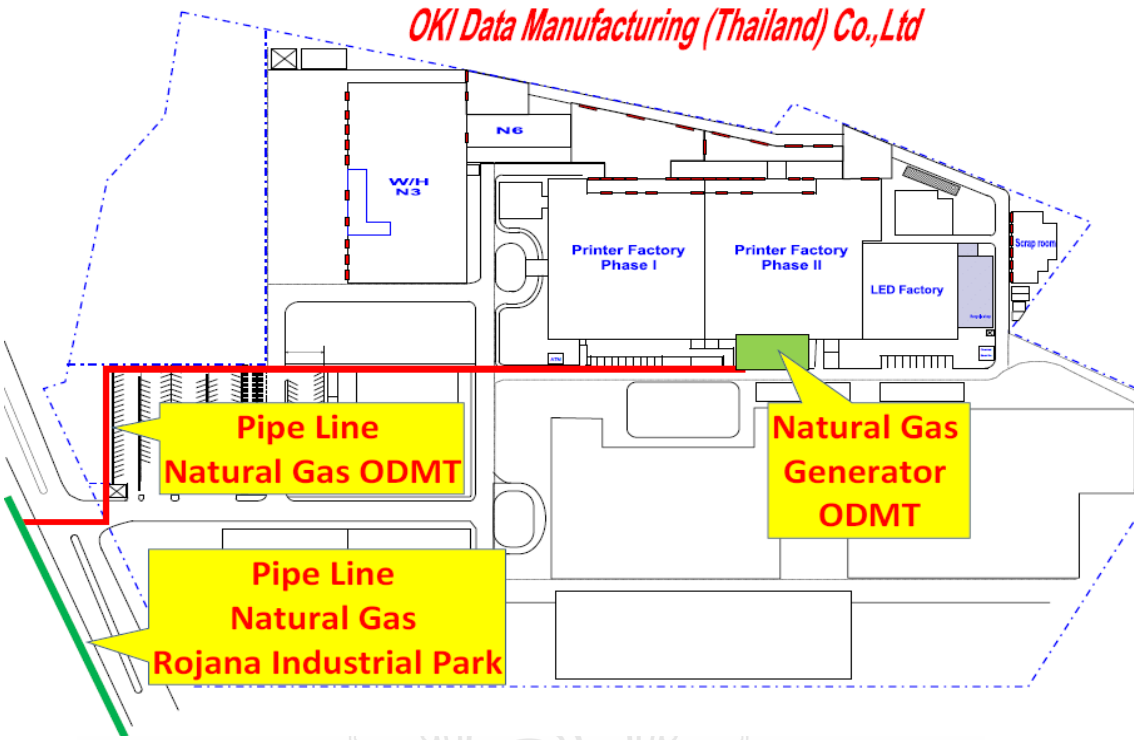
จากภาพที่ 3.14 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนพฤษจิกายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 3.15 โหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 3.15 กราฟโหลดช่วงเวลาตั้งแต่ 0.00 น. – 24.00 น. และวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

3.4 ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติ

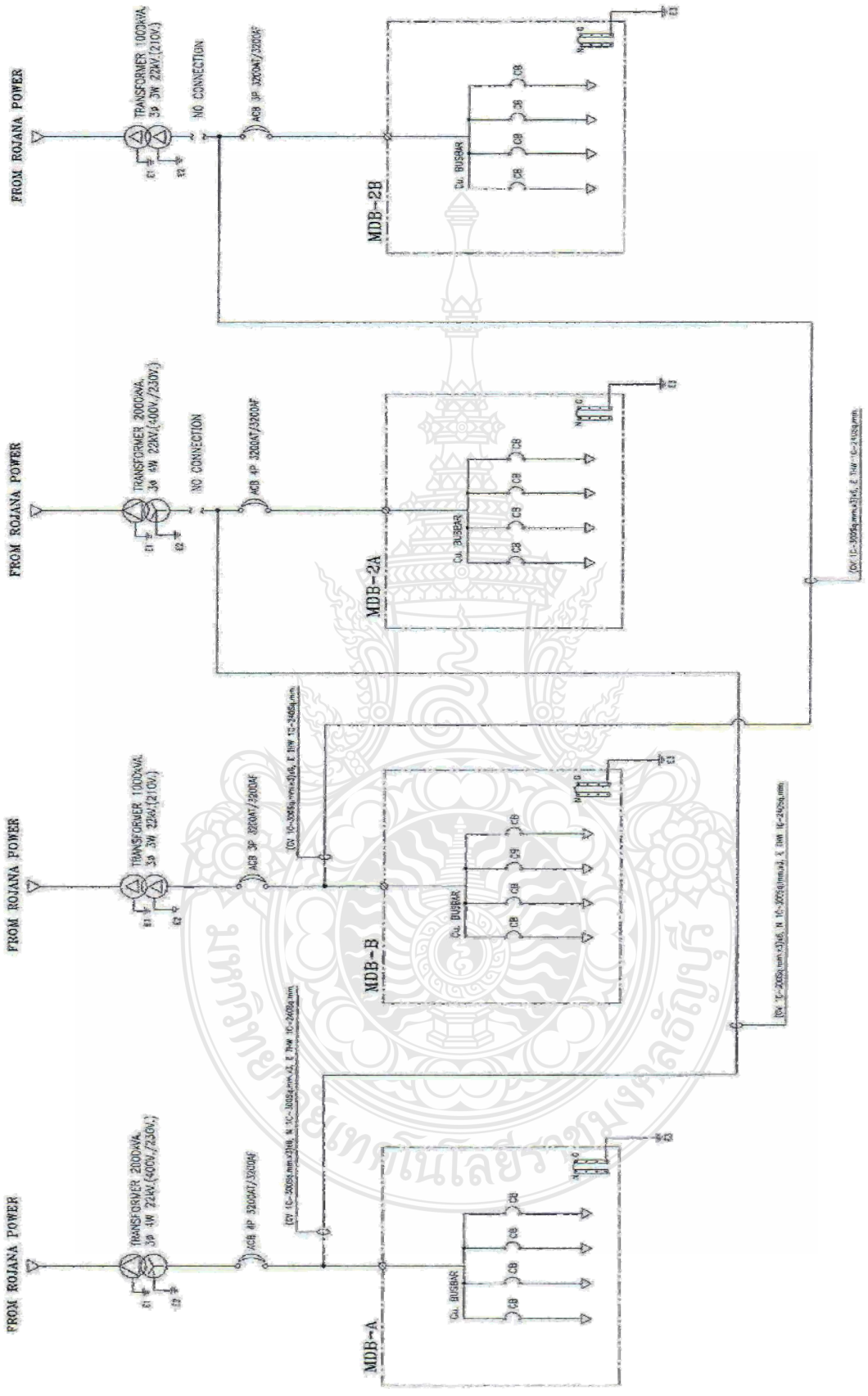


ภาพที่ 3.16 ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติ[11]

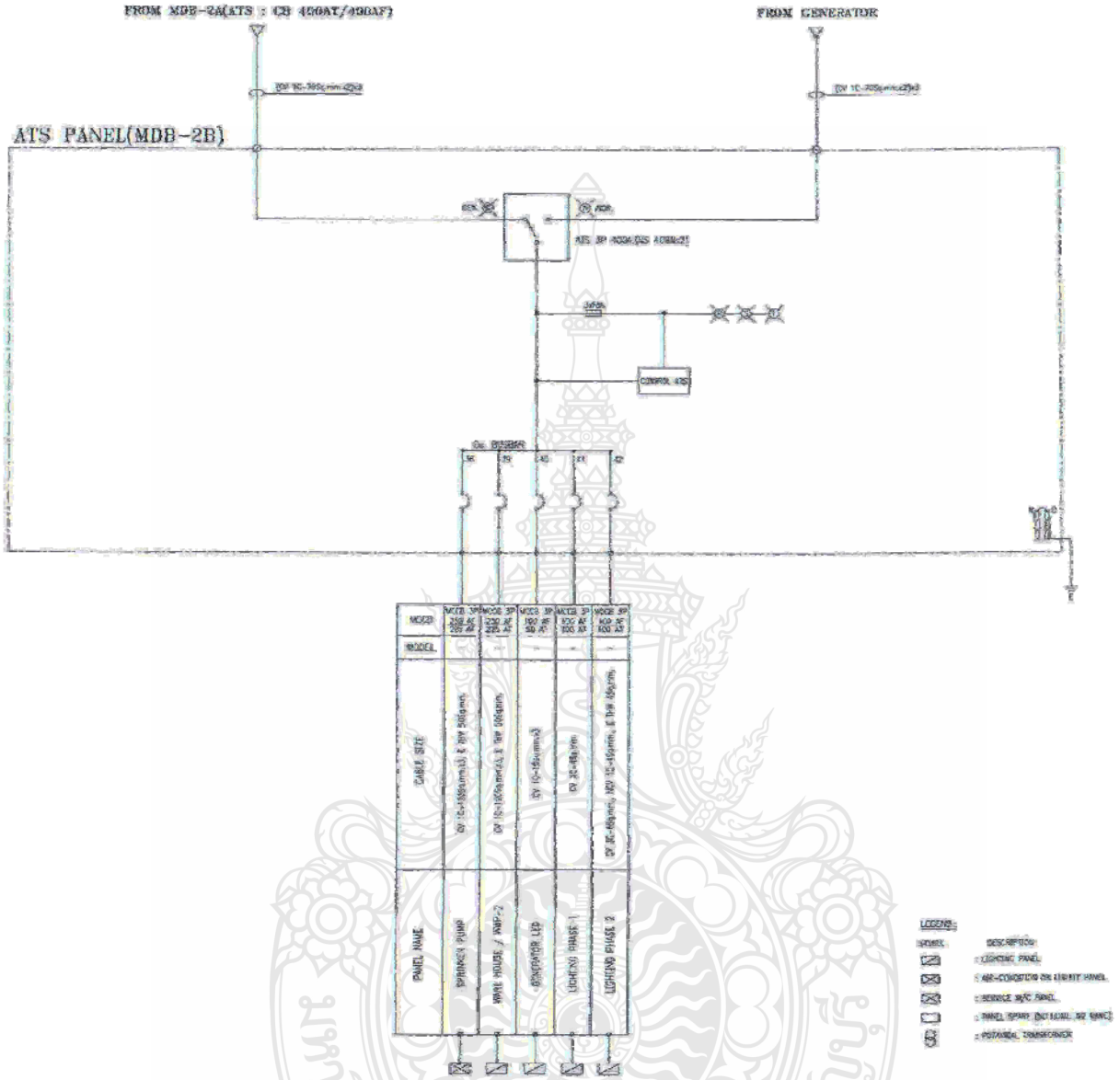
จากภาพที่ 3.16 ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติของบริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จะจ่ายผ่านท่อก๊าซธรรมชาติของสวนอุตสาหกรรมโรจนะ

3.5 ไดอะแกรมระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากภาพที่ 3.17 ไดอะแกรมระหว่างระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 22-33 กิโลวัตต์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับตู้ Main Distribution Board (MDB) และจากภาพที่ 3.18 ไดอะแกรมของ Auto Transfer switch (ATS) ระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับตู้ Main Distribution Board (MDB)



ภาพที่ 3.17 โคแกรมระหว่างระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 22-33



ภาพที่ 3.18 ไดอะแกรมของ Auto Transfer Switch (ATS)

3.6 สรุปผล

จากข้อมูลที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดจากเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี เพื่อที่จะได้ทราบถึงช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ออกแบบระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติและออกแบบระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

บทที่ 4
การศึกษาและวิเคราะห์ผล

การตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลานี้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอ วันทำงานปกติคือ วันจันทร์ – วันศุกร์ และวันทำงานล่วงเวลาคือ วันเสาร์ ค่าแปรผันของก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดีเซลค่าบำรุงรักษา ตลอดอายุของโครงการ 10 ปี มีค่า 1,700,000 บาท จากตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ราคาเชื้อเพลิงและค่าบำรุงรักษาของอายุโครงการ

บาท/ปี	ราคาก๊าซธรรมชาติ	ราคาน้ำมันดีเซล	ค่าบำรุงรักษา
1	8.50	30.00	0
2	10.00	31.00	100,000
3	11.50	32.00	100,000
4	13.00	33.00	150,000
5	14.50	34.00	150,000
6	16.00	35.00	200,000
7	17.50	36.00	200,000
8	19.00	37.00	250,000
9	20.50	38.00	250,000
10	22.00	39.00	300,000

4.1 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ยี่ห้อ CATERPILLAR ขนาด400 Volts 50 Hz PF 0.8 1500 rpm ขนาด 8 สูบ กำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW (637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1500 รอบ/นาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น. ทำงาน 26 วัน/เดือน การคำนวณหาค่าแปรผันของราคาเชื้อเพลิงและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 10 ปี จากตารางที่ 4.2 - ตารางที่ 4.11

คำนวณหาค่ากำลังแรงม้าของเครื่องกล (Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากสมการ (2.13)

$$HP = \frac{kW}{745.7}$$
$$= \frac{510kW}{745.7W}$$
$$= 684 \quad HP$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW คำนวณหาค่า kVA จากสมการ (2.14)

$$kVA = \frac{kW}{PF}$$
$$= \frac{510kW}{0.8}$$
$$= 637 \quad kVA$$

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากสมการ (2.15)

$$F_{Cons} = \frac{kVA}{5Liter}$$
$$= \frac{637kVA}{5Liter}$$
$$= 127 \quad ลิตร/ชั่วโมง$$

คำนวณหาค่าการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดจากสมการ (2.3)

P_{Gen} = 510 kW x 14.5 ชั่วโมง x 26 วัน x 12 เดือน

= 2,307,240 kWh/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= -138,434 บาท/ปี

4.1.1 ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 8.50 บาท

= 4,883,658 บาท/ปี

เงินลงทุน = 5,000,000 บาท

คำนวณหาค่าอัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) จากสมการ (2.1)

CE_{TOD} = (510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.7815)+ (510kW x 12เดือน x 285.05)

= 8,162,094 บาท/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= - 138,434 บาท/ปี

= 8,162,094 + (-138,434)

= 8,023,660 บาท/ปี

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดจากสมการ (2.4)

M_{save} = 8,023,660 - 4,883,658

= 3,140,002 บาท/ปี

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจากสมการ (2.5)

$$M_{PEA} = \frac{8,023,660}{2,307,240}$$

= 3.48 บาท/kWh

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติจากสมการ (2.6)

$$M_{NGV} = \frac{2,307,240}{3,140,002}$$

= 0.73 บาท/kWh

คำนวณหาค่าระยะเวลาคืนทุน จากสมการ (2.23)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{5,000,000}{3,140,002}$$

$$= 1.59 \quad \text{ปี}$$

คำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการจากสมการ (2.24)

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	3,140,002	บาท
ค่าบำรุงรักษา	1,700,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 1,700,000 บาท

$$P = 3,140,002 \times \left(\frac{P}{A}, 10\%, 10\right)$$

$$= 3,140,002 \times 6.1445$$

$$= 19,293,742 \quad \text{บาท}$$

$$NPV = -5,000,000 - 1,700,000 + 19,293,742$$

$$= 12,593,742 \quad \text{บาท}$$

คำนวณหาค่าอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOU) จากสมการ (2.2)

$$CE_{TOU} = (510 \text{ kW} \times 13 \text{ ชั่วโมง} \times 26 \text{ วัน} \times 12 \text{ เดือน} \times 3.7731) + (510 \text{ kW} \times 12 \text{ เดือน} \times 132.93) + (510 \text{ kW} \times 1.5 \text{ ชั่วโมง} \times 26 \text{ วัน} \times 12 \text{ เดือน} \times 2.2695)$$

$$= 9,160,100 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$Ft = -0.06 \quad (\text{ก.ค. } 2554)$$

$$= -0.06 \text{บาท} \times 2,307,240 \text{ kWh/ปี}$$

$$= -138,434 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 9,160,100 + (-138,434)$$

$$= 9,021,666 \quad \text{บาท/ปี}$$

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัด จากสมการ (2.4)

$$M_{save} = 9,021,666 - 4,883,658$$
$$= 4,138,008 \quad \text{บาท/ปี}$$

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจากสมการ (2.5)

$$M_{PEA} = \frac{9,021,666}{2,307,240}$$
$$= 3.91 \quad \text{บาท/kWh}$$

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติจากสมการ (2.6)

$$M_{NGV} = \frac{2,307,240}{4,138,008}$$
$$= 0.56 \quad \text{บาท/kWh}$$

คำนวณหาค่าระยะเวลาคืนทุน จากสมการ (2.23)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{5,000,000}{4,138,008}$$
$$= 1.21 \quad \text{ปี}$$

คำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ จากสมการ (2.24)

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	4,138,008	บาท
ค่าบำรุงรักษา	1,700,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 1,700,000 บาท

$$P = 4,138,008x \left(\frac{P}{A}, 10\%, 10\right)$$
$$= 4,138,008x\ 6.1445$$
$$= 25,425,990 \quad \text{บาท}$$

NPV = - 5,000,000 - 1,700,000 + 25,425,990

= 18,725,990 บาท

4.2 การผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ยี่ห้อCATERPILLAR ขนาด 400 Volts 50 Hz P.F. 0.8 1500 rpm ขนาด 8 สูบ กำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW (637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1500 รอบ/นาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น.ทำงาน 26 วัน/เดือน การคำนวณหาค่าแปรผันของราคาเชื้อเพลิงและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 10 ปี จากตารางที่ 4.12 - ตารางที่ 4.21

คำนวณหาค่ากำลังแรงม้าของเครื่องกล (Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากสมการ (2.13)

$$HP = \frac{kW}{745.7}$$

$$= \frac{510\,kW}{745.7W}$$

$$= 684 \quad HP$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW คำนวณหาค่า kVA จากสมการ (2.14)

$$kVA = \frac{kW}{P.F.}$$

$$= \frac{510kW}{0.8}$$

$$= 637 \quad kVA$$

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากสมการ (2.15)

$$F_{Cons} = \frac{kVA}{5\,Liter}$$

$$= \frac{637kVA}{5Liter}$$

$$= 127 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง}$$

คำนวณหาค่าการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดจากสมการ(2.3)

P_{Gen} = 510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน

= 2,307,240 kWh/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= -138,434 บาท/ปี

4.2.1 ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาท

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 30 บาท

= 17,236,440 บาท/ปี

เงินลงทุน = 5,000,000 บาท

คำนวณหาค่าอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD)จากสมการ (2.1)

CE_{TOD} = (510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.7815)

+ (510kW x 12เดือน x 285.05)

= 8,162,094 บาท/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= - 138,434 บาท/ปี

= 8,162,094 + (-138,434)

= 8,023,660 บาท/ปี

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดจากสมการ (2.4)

M_{save} = 8,023,660 - 17,236,440

= -9,212,780 บาท/ปี

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจากสมการ (2.5)

$$M_{PEA} = \frac{8,023,660}{2,307,240}$$

= 3.48 บาท/kWh

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจากสมการ (2.7)

$$M_{Diesel} = \frac{(-9,212,780 - 2,307,240)}{(2,307,240)}$$

$$= 4.99 \quad \text{บาท/kWh}$$

คำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ จากสมการ(2.24)

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	-9,212,780	บาท
ค่าบำรุงรักษา	1,700,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 1,700,000 บาท

$$P = - 9,212,780 \times \left(\frac{P}{A}, 10\% , 10 \right)$$

$$= - 9,212,780 \times 6.1445$$

$$= - 56,607,927 \text{ บาท}$$

$$NPV = - 5,000,000 - 1,700,000 + (-56,607,927)$$

$$= - 63,307,927 \quad \text{บาท}$$

คำนวณหาค่าอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOU)จากสมการ(2.2)

$$CE_{TOU} = (510kW \times 13\text{ชั่วโมง} \times 26\text{วัน} \times 12\text{เดือน} \times 3.7731) + (510kW \times 12\text{เดือน} \times 132.93) + (510kW \times 1.5\text{ชั่วโมง} \times 26\text{วัน} \times 12\text{เดือน} \times 2.2695)$$

$$= 9,160,100 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$Ft = - 0.06 \text{ (ก.ค. 2554)}$$

$$= - 0.06\text{บาท} \times 2,307,240 \quad \text{kWh/ปี}$$

$$= - 138,434 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 9,160,100 + (-138,434)$$

$$= 9,021,666 \quad \text{บาท/ปี}$$

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดจากสมการ (2.4)

$$M_{save} = 9,021,666 - 17,236,440$$

$$= - 8,214,774 \quad \text{บาท/ปี}$$

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จากสมการ (2.5)

$$M_{PEA} = \frac{9,021,666}{2,307,240}$$

$$= 3.91 \quad \text{บาท/kWh}$$

คำนวณหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจากสมการ (2.7)

$$M_{Diesel} = \frac{(- 8,214,774 \ - 2,307,240)}{(2,307,240 \ )}$$

$$= 4.56 \quad \text{บาท/kWh}$$

คำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการจากสมการ (2.24)

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	- 8,214,774	บาท
ค่าบำรุงรักษา	1,700,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 1,700,000 บาท

$$P = - 8,214,774 \text{ x } (\frac{P}{A}, 10\% , 10)$$

$$= - 8,214,774 \text{ x } 6.1445$$

$$= - 50,475,679 \text{ บาท}$$

$$NPV = - 5,000,000 - 1,700,000 + (-50,475,679)$$

$$= - 57,175,679 \quad \text{บาท}$$

ตารางที่ 4.2 ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 8.50 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	4,883,658	4,883,658	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	0	0	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	3,140,002	4,138,008	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	0.73	0.56	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	1.59	1.21	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	19,293,742	25,425,990	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	12,593,742	18,725,990	บาท

ตารางที่ 4.3 ราคาก๊าซธรรมชาติ 10.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 10.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	5,745,480	5,745,480	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	100,000	100,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	2,178,180	3,176,186	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	1.06	0.73	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	2.30	1.57	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	13,383,827	19,516,075	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	6,683,827	12,816,075	บาท

ตารางที่ 4.4 ราคาก๊าซธรรมชาติ 11.50 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 11.50 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	6,607,302	6,607,302	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	100,000	100,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	1,316,358	2,314,364	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	1.43	1.00	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	3.80	2.16	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	8,088,362	14,220,610	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	1,388,362	7,520,610	บาท

ตารางที่ 4.5 ราคาก๊าซธรรมชาติ 13.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 13.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	7,469,124	7,469,124	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	150,000	150,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	404,536	1,402,542	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	1.82	1.39	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	12.36	3.56	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	2,485,671	8,617,919	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	- 4,214,329	1,917,919	บาท

ตารางที่ 4.6 ราคาก๊าซธรรมชาติ 14.50 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 14.50 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	8,330,946	8,330,946	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	150,000	150,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-457,286	540,720	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	2.20	1.77	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	9.25	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-2,809,794	3,322,454	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-9,509,794	-3,377,546	บาท

ตารางที่ 4.7 ราคาก๊าซธรรมชาติ 16.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 16.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	9,192,768	9,192,768	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	200,000	200,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-1,369,108	-371,102	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	2.59	2.16	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-8,412,484	-2,280,236	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-15,112,484	-8,980,236	บาท

ตารางที่ 4.8 ราคาก๊าซธรรมชาติ 17.50 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 17.50 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	10,054,590	10,054,590	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	200,000	200,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-2,230,930	-1,232,924	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	2.97	2.53	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-13,707,949	-575,702	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-20,407,949	-14,275,702	บาท

ตารางที่ 4.9 ราคาก๊าซธรรมชาติ 19.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 19.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	10,916,412	10,916,412	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	250,000	250,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-3,142,752	-2,144,746	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	3.36	2.93	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-19,310,640	-1,3178,392	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-26,010,640	-19,878,392	บาท

ตารางที่ 4.10 ราคาก๊าซธรรมชาติ 20.50 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 20.50 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	11,778,234	11,778,234	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	250,000	250,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-4004574	-3,006,568	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	3.74	3.30	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-24,606,105	-18,473,857	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-31,306,105	-25,173,857	บาท

ตารางที่ 4.11 ราคาก๊าซธรรมชาติ 22.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 22.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	12,640,056	12,640,056	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	300,000	300,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-4,916,369	-3,918,390	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	4.13	3.70	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-30,208,795	-24,076,547	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-36,908,795	-30,776,547	บาท

ตารางที่ 4.12 ราคาน้ำมันดีเซล 30.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 30.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	17,236,440	17,236,440	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	-	-	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-9,212,780	-8,214,774	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	4.99	4.56	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-56,607,927	-50,475,679	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-63,307,927	-57,175,679	บาท

ตารางที่ 4.13 ราคาน้ำมันดีเซล 31.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 31.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	17,810,988	17,810,988	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	100,000	100,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-9,887,328	-8,889,322	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	5.29	4.85	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-60,752,687	-54,620,439	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-67,452,687	-61,320,439	บาท

ตารางที่ 4.14 ราคาน้ำมันดีเซล 32.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 32.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	18,385,536	18,385,536	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	100,000	100,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-10,461,876	-9,463,870	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	5.53	5.10	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-64,282,997	-58,150,749	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-70,982,997	-64,850,749	บาท

ตารางที่ 4.15 ราคาน้ำมันดีเซล 33.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 33.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	18,960,084	18,960,084	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	150,000	150,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-11,086,424	-10,088,418	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	5.81	5.37	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-68,120,532	-61,988,284	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-74,820,532	-68,688,284	บาท

ตารางที่ 4.16 ราคาน้ำมันดีเซล 34.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 34.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	19,534,632	19,534,632	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	150,000	150,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-11,660,972	-10,662,966	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	6.05	5.62	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-71,650,842	-65,518,595	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-78,350,842	-72,218,595	บาท

ตารางที่ 4.17 ราคาน้ำมันดีเซล 35.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 35.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	20,109,180	20,109,180	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	200,000	200,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-12,285,520	-11,287,514	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	6.32	5.89	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-75,488,378	-69,356,130	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-82,188,378	-76,056,130	บาท

ตารางที่ 4.18 ราคาน้ำมันดีเซล 36.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 36.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	20,683,728	20,683,728	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	200,000	200,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-12,860,068	-11,862,062	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	6.57	6.14	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-79,018,688	-72,886,440	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-85,718,688	-79,586,440	บาท

ตารางที่ 4.19 ราคาน้ำมันดีเซล 37.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 37.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	21,258,276	21,258,276	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	250,000	250,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-13,484,616	-12,486,610	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	6.84	6.41	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-82,856,223	-76,723,975	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-89,556,223	-83,423,975	บาท

ตารางที่ 4.20 ราคาน้ำมันดีเซล 38.00 บาท/ลิตร

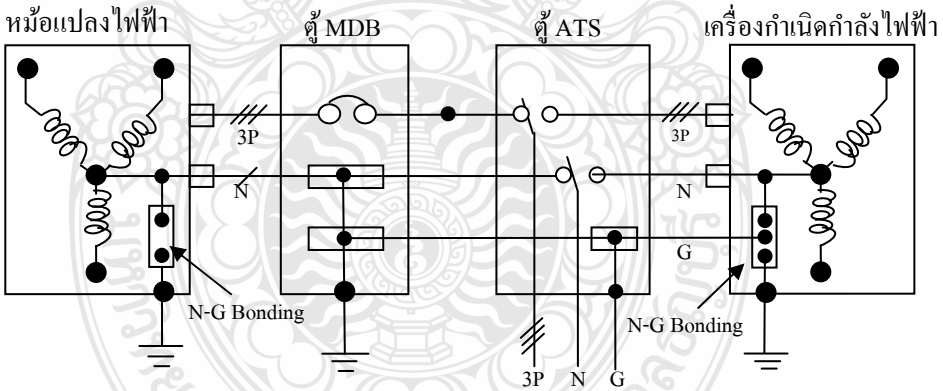
ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 38.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	21,832,824	21,832,824	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	250,000	250,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-14,059,164	-13,061,158	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	7.09	6.66	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-86,386,533	-80,254,285	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-93,086,533	-86,954,285	บาท

ตารางที่ 4.21 ราคาน้ำมันดีเซล 39.00 บาท/ลิตร

ข้อมูล	ก๊าซธรรมชาติ (ราคา 39.00 บาท/ลิตร)		หน่วย
	TOD	TOU	
การผลิตไฟฟ้า	2,307,240	2,307,240	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้า	8,023,660	9,021,666	บาท/ปี
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	574,548	574,548	ลิตร/ปี
ค่าเชื้อเพลิง	22,407,372	22,407,372	บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษา	300,000	300,000	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด	-14,683,712	-13,685,706	บาท/ปี
เงินลงทุน	5,000,000	5,000,000	บาท
อัตราค่าไฟฟ้า	7.36	6.93	บาท/kWh
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	ปี
มูลค่าปัจจุบัน	-90,224,068	-84,091,821	บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ	-96,924,068	-90,791,821	บาท

4.3 ระบบกราวด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้านั้นจะเลือกติดตั้งแบบแยกนิวทรัลจากภาพที่ 4.1 เพราะสามารถแก้ปัญหาการต่อถึงกันระหว่างกราวด์กับนิวทรัลที่เครื่องกำเนิดหรือที่โหลดจะทำให้เกิดกระแสสเตรย์จะก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่ระบบกราวด์หรือเรียกว่า Ground Potential Rise จะกลายเป็นสัญญาณรบกวนการทำงานของระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ความไวสูง ในกรณีที่เกิดกราวด์ฟอลต์ในช่วงที่ระบบงานกำลังรับกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก(จากหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) จะส่งผลให้เบรกเกอร์หรือฟิวส์ไม่สามารถทำงานได้อาจจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผู้ปฏิบัติงานละระบบงานระดับความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับระดับการเกิดฟอลต์โดยตรง และในกรณีเกิดฟอลต์ในช่วงที่ระบบงานรับกำลังไฟฟ้ามาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่สามารถควบคุมทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไหลลงกราวด์ในช่วงที่เกิดฟอลต์ได้ ส่วนข้อควรระวังการโอนย้ายระหว่างแหล่งจ่ายจากระบบไฟฟ้าหลักกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ ATS (Auto Transfer Switch) หน้าสัมผัสของนิวทรัลจะต้องมีการต่อถึงกันก่อนหน้าสัมผัสของเฟสจะต่อถึงกัน หรือในกรณีที่เกิดฟอลต์ทางด้านระบบไฟฟ้าหลักจะมีกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไหลลงสู่ระบบกราวด์ผ่านจุดที่เกิดกราวด์ฟอลต์ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไปขับโหลดไม่พออาจจะทำให้เราคิดว่าไฟตก เว้นแต่จะมีการติดตั้งระบบตรวจสอบเรื่องกราวด์ฟอลต์ (Ground Fault Current Sensing) [8]



ภาพที่ 4.1 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าแบบแยกนิวทรัล [8]

4.4 สรุปผล

จากการศึกษาและวิเคราะห์หาค่าอัตราการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองชนิด จากค่าแปรผันของราคาเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดีเซล ค่าแปรผันของการบำรุงรักษาของอายุโครงการ 10 ปี ซึ่งจะทำให้ทราบถึงอัตราค่าไฟฟ้าของการผลิตไฟฟ้าและจุดคุ้มทุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสอลชนิดในส่วนของการติดตั้งระบบไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเลือกใช้ระบบไฟฟ้าแบบแยกนิวทรัลเพื่อป้องกันการเกิดกราวด์ฟอลต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

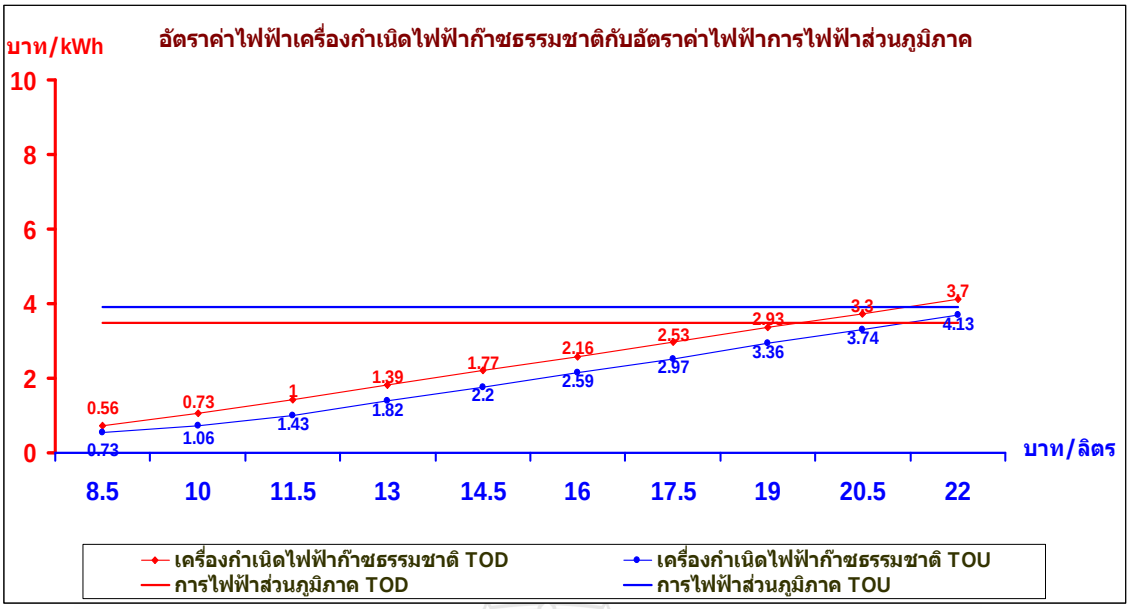
บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่ผลิตเครื่องพิมพ์ ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี และมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW เวลาที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดและการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วัน คือ ช่วงระหว่างเวลา 8:00 น. – 22:30 น. โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆดังนี้ ระบบแสงสว่างร้อยละ 14 ระบบปรับอากาศร้อยละ 58.77 อุปกรณ์สำนักงานร้อยละ 4.72 ระบบอัตโนมัติร้อยละ 1.43 ระบบน้ำดีและน้ำเสียร้อยละ 4.27 ระบบอื่นๆร้อยละ 0.12 ระบบระบายอากาศร้อยละ 0.87 ระบบอัดอากาศร้อยละ 3.72 ระบบการป้องกันฝุ่นร้อยละ 0.91 ระบบสูญญากาศร้อยละ 1.24 ระบบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตร้อยละ 4.84 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิตร้อยละ 5.11 การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลท์ ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ จากอัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD)และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ว่าอัตราค่าไฟฟ้าช่วงไหนที่มีผลการประหยัดและจุดคุ้มทุนที่น่าลงทุนมากที่สุด จึงได้ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส โดยใช้โปรแกรม SCADA ที่สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาทีได้ทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีดูแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานของระบบต่างๆรวมถึงวันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของเดือนต่างๆในปี พ.ศ. 2553 จากการตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลานี้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จะใช้ผลิตไฟฟ้าทั้งสองชนิดคุณสมบัติเหมือนกันทุกอย่าง แตกต่างตรงที่เชื้อเพลิงการใช้ ยี่ห้อ CATERPILLAR รุ่น 508GE01DM0536 50 Hz 1500 rpm 400 Volts P.F. 0.8 ขนาด 8 สูบกำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW (637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1500รอบ/นาที การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ขนาด 510 kW ทั้งอัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้

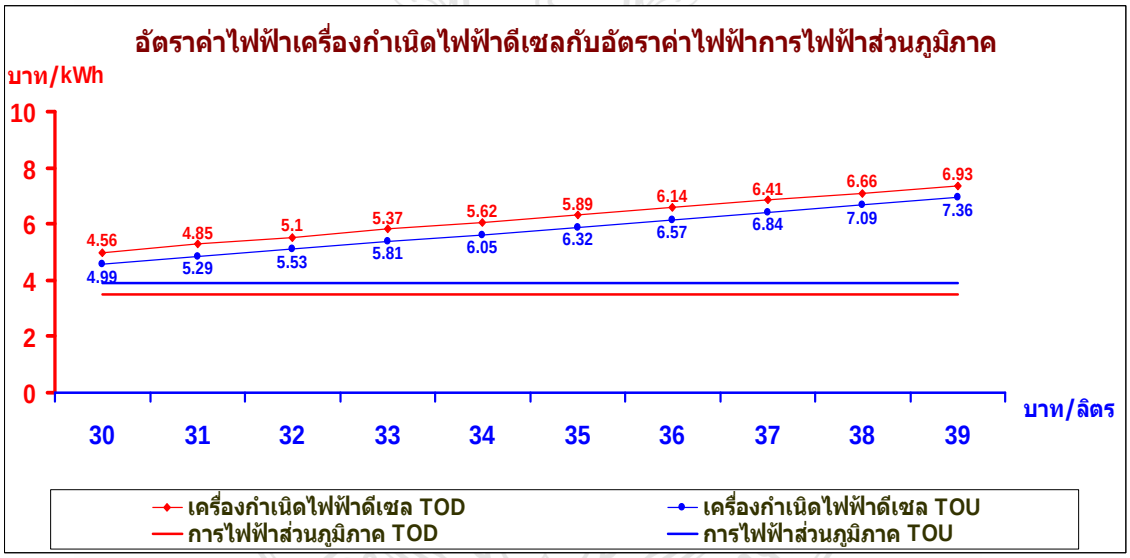
(TOU) ค่าแปรผันของราคาก๊าซธรรมชาติและราคาน้ำมันดีเซลสามารถลดใช้พลังงานไฟฟ้าและความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 510 kW มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 127 ลิตร/ชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น. ทำงาน 26 วัน/เดือน ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 2,307,240 kWh/ปี งบประมาณการลงทุน 5,000,000 บาท อายุของโครงการ 10 ปี ค่าบำรุงรักษา 1,700,000 บาท

อัตราค่าไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อัตราตามช่วงเวลาของวัน 3.48 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 3.91 บาท/kWh ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล อัตราตามช่วงเวลาของวัน 4.99 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 4.56 บาท/kWh ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อัตราตามช่วงเวลาของวัน 0.73 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 0.56 บาท/kWh ราคาน้ำมันดีเซล 39 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล อัตราตามช่วงเวลาของวัน 7.36 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 6.93 บาท/kWh ราคาก๊าซธรรมชาติ 22 บาท/ลิตร อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อัตราตามช่วงเวลาของวัน 4.13 บาท/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 3.70 บาท/kWh จากตารางที่ 5.1และ ตารางที่ 5.2

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทั้งสองแนวทาง พบว่าจากภาพที่ 5.1 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อัตราตามช่วงเวลาของวันจะไม่ได้กำไรหรือขาดทุนเมื่อราคาก๊าซธรรมชาติสูงกว่า 19 บาท/ลิตร อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ จะไม่ได้กำไรหรือขาดทุนเมื่อราคาก๊าซธรรมชาติสูงกว่า 22 บาท/ลิตร จากภาพที่ 5.2 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจะไม่ได้กำไรหรือขาดทุน ส่วนของระบบการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้านั้นเลือกการติดตั้งแบบแยกนิวทรัลเพื่อแก้ปัญหากรณีเกิดกราวด์ฟอลต์ที่จะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความไวสูงเกิดการเสียหาย



ภาพที่ 5.1 อัตราค่าไฟฟ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติกับอัตราค่าไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



ภาพที่ 5.2 อัตราค่าไฟฟ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลกับอัตราค่าไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 5.1 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ราคา ก๊าซธรรมชาติ	อัตราค่าไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ		อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		หน่วย
	TOD	TOU	TOD	TOU	
8.50	0.73	0.56	3.48	3.91	บาท/kWh
10.00	1.06	0.73	3.48	3.91	บาท/kWh
11.50	1.43	1.00	3.48	3.91	บาท/kWh
13.00	1.82	1.39	3.48	3.91	บาท/kWh
14.50	2.20	1.77	3.48	3.91	บาท/kWh
16.00	2.59	2.16	3.48	3.91	บาท/kWh
17.50	2.97	2.53	3.48	3.91	บาท/kWh
19.00	3.36	2.93	3.48	3.91	บาท/kWh
20.50	3.74	3.30	3.48	3.91	บาท/kWh
22.00	4.13	3.70	3.48	3.91	บาท/kWh

ตารางที่ 5.2 อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ราคา น้ำมันดีเซล	อัตราค่าไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล		อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		หน่วย
	TOD	TOU	TOD	TOU	
30	4.99	4.56	3.48	3.91	บาท/kWh
31	5.29	4.85	3.48	3.91	บาท/kWh
32	5.53	5.10	3.48	3.91	บาท/kWh
33	5.81	5.37	3.48	3.91	บาท/kWh
34	6.05	5.62	3.48	3.91	บาท/kWh
35	6.32	5.89	3.48	3.91	บาท/kWh
36	6.57	6.14	3.48	3.91	บาท/kWh
37	6.84	6.41	3.48	3.91	บาท/kWh
38	7.09	6.66	3.48	3.91	บาท/kWh
39	7.36	6.93	3.48	3.91	บาท/kWh

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ระบบการการติดตั้งแบบแยกนิวทรัลเพื่อป้องกันปัญหาสัญญาณรบกวนที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับระบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความไวสูง

5.2.2 เวลาทำงานในส่วนของการผลิตจะมีเวลาที่ไม่แน่นอน ตามยอดการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า ทำงานมีเวลาทำงานปกติคือ 8:00 น. – 17:45 น. และเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. – 22:30 น. เวลาพักสองช่วงคือ 12:00 น. – 13:00 น. และ 17:45 น. – 18:15 น.

5.2.3 ในกรณีที่เกิดฟอลต์ทางด้านระบบไฟฟ้าหลักจะมีกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไหลลงสู่ระบบกราวด์ผ่านจุดที่เกิดกราวด์ฟอลต์ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไปขับโหลดไม่พออาจจะทำให้เราคิดว่าไฟตก ควรจะมีการติดตั้งระบบตรวจสอบเรื่องกราวด์ฟอลต์ (Ground Fault Current Sensing)

5.2.4 ราคาของก๊าซธรรมชาติอาจจะมีแนวโน้มปรับราคาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

5.2.5 สถานที่ที่มีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงจะต้องมี ผู้ปฏิบัติงานในสถานที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ (ผ่านการอบรม ตามหลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนด และมีบัตรประจำตัว) โดยกฎหมายกำหนดให้บุคลากร ดังนี้ต้องอบรม

1) บุคคลที่ปฏิบัติงานในสถานที่ใช้ก๊าซ

2) บุคคลที่เป็นผู้ดำเนินงานเกี่ยวกับการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้กับอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือเครื่องจักรในสถานที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

3) บุคคลที่เป็นผู้ควบคุม ดูแลรักษา ตรวจสอบระบบการทำงานของท่อก๊าซ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องจักร ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในสถานที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

รายการอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า 2536-2543”, 2544.

[2] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) กลุ่มธุรกิจสำรวจ ผลิต และก๊าซธรรมชาติ, “ชุดความรู้เกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติ เล่มที่1”, กันยายน 2553.

[3] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. “อัตราค่าไฟฟ้า กรกฎาคม 2554”, 2554.

[4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.“ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบพลังงานอาวุโสด้านไฟฟ้า”, 2547.

[5] โชคทวี นนท์ไพวัลย์, บุญยัง ปลั่งกลาง,และวินัย คำทวี, “การผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด”, **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย**, ครั้งที่ 4 , 28-30 พฤศจิกายน 2554 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง, 2554.

[6] โชคทวี นนท์ไพวัลย์, บุญยัง ปลั่งกลาง,และวินัย คำทวี, “การศึกษาเปรียบเทียบอัตราตามช่วงเวลาของวันและอัตราตามช่วงเวลาของการใช้จากการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัทโอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด”, **การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย**, ครั้งที่ 8 , 2-4 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมตักสิลา เมืองมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

[7] สุชาติ ปรีชาธร, “การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม”, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปีที่ 11 ฉบับที่ 150 (พ.ค. 2549) 122-129 อินดัสเทรียล เทคโนโลยี รีวิว

[8] วัฒนา สุนทรานุรักษ์, “กราวด์ระบบไฟฟ้ากับแหล่งกำลังไฟฟ้าสำรองอย่างเหมาะสม”, 2548.

[9] ไพบูลย์ แย้มเผื่อน, “เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม” , 2542.

[10] โชคทวี นนท์ไพวัลย์, บุญยัง ปลั่งกลาง, “การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา : บริษัทโอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด”, **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, ประจำปี 2554, 20-21 ตุลาคม 2554 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี, 2554.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
มาตรฐานการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

มาตรฐานการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมในบางประเภทที่ต้องการความมีเสถียรภาพทางไฟฟ้ามาก ๆ ก็จะมีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นไฟฟ้าสำรองในกรณีที่การไฟฟ้าเกิดขัดข้อง เพื่อมิให้ขบวนการผลิตหรือผลผลิตเสียหาย และ ช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิตสินค้า เครื่องอุปโภค บริโภค เพื่อให้ทันต่อความต้องการของตลาดความแตกต่างของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ในงานอุตสาหกรรมกับชุดที่ติดตั้งในอาคาร จะอยู่ที่สภาพการใช้งานและชนิดของเครื่องต้นกำลัง โดยที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม จะมีเครื่องต้นกำลังหลายชนิด ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ก๊าซ เครื่องกังหันก๊าซ และเครื่องกังหันไอน้ำ การจัดทำมาตรฐานในส่วนนี้ จะแยกมาตรฐานของเครื่องต้นกำลังออกตามชนิด ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างกันชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ในงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญพื้นฐานคือ เครื่องต้นกำลัง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์การวัด อุปกรณ์ควบคุม และสวิตซ์เกียร์ การติดตั้งมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อใช้เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง และเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงงานจากวัสดุเชื้อเพลิงที่เหลือใช้ในโรงงาน หรือเพื่อใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมบางประเภท[6]

1.1 สถานที่ติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สถานที่ติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องต้นกำลัง ชนิดของเชื้อเพลิง ชนิดของอุตสาหกรรม จึงควรติดตั้งไว้ในที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของบุคคลที่ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 การป้องกันน้ำท่วม ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบจะต้องติดตั้งไว้ในที่ที่น้ำไม่อาจท่วมถึงได้

1.1.2 โครงสร้างพื้นห้อง พื้นห้องต้องทำด้วยคอนกรีตหรือวัสดุทนไฟ และจะต้องได้รับการออกแบบให้มีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักปกติของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ หรือรับแรงปฏิกิริยาอันเกิดจากการเดินเครื่องตามปกติได้

1.1.3 พื้นที่ของห้อง ขนาดของพื้นที่ของห้องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องและอุปกรณ์ อย่างไรก็ตามจะต้องมีระยะห่างโดยรอบอุปกรณ์ทุกชนิดไม่น้อยกว่า 750 มม. เพื่อการตรวจตรา การทำงานและการบำรุงรักษา อย่างไรก็ดีถังน้ำมัน แบตเตอรี่และแผงควบคุมที่เข้าถึงทางด้านหน้า อาจวางชิดไว้ด้านหนึ่งของผนังได้

1.1.4 ความสูงของห้อง ห้องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีความสูงเพียงพอสำหรับยกอุปกรณ์ขึ้นในกรณีที่ต้องถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์ออกเพื่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซม และในกรณีใดก็ตาม

ความสูงของห้องวัดจากพื้นห้องถึงระดับใต้คานหรือเพดานห้องต่ำสุดจะต้องไม่น้อยกว่า 2,600 มม.

1.1.5 แสงสว่าง ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องจัดหาแสงสว่างให้เพียงพอ และความส่องสว่างไม่ควรต่ำกว่า 300 ลักซ์ (1 ลักซ์ = 1 ลูเมน/ตร.ม.)

1.1.6 การระบายอากาศ ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องออกแบบให้มีการถ่ายเทอากาศได้เพียงพอ ทั้งนี้เพื่อระบายอากาศเสียและประกันได้ว่าอุณหภูมิภายในห้องขณะเดินเครื่องตลอดเวลาไม่สูงเกินกว่าอุณหภูมิทำงานโดยทั่วไป มาตรฐานนี้แนะนำให้มีระบบระบายอากาศที่ถาวร

1.1.7 การจำกัดการใช้สอยห้อง ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องไม่ใช้เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการใช้ที่เกี่ยวข้องกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบอื่น

1.1.8 ประตูห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประตูเข้าออกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกประตูต้องออกแบบให้เปิดออกข้างนอกห้องเท่านั้น และต้องมีกุญแจล็อคซึ่งเปิดเข้าได้จากภายนอก ส่วนภายในให้สามารถเปิดออกได้โดยอิสระ ห้ามใช้กุญแจสายยู

1.1.9 การป้องกันอัคคีภัย ช่องเปิดที่พื้นหรือผนังที่เจาะไว้เพื่อวางท่อและสายเคเบิลจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เป็นทางผ่านของเปลวไฟ ควันไฟ หรือก๊าซในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ นอกจากนี้ในการป้องกันการสั่นสะเทือนก่อนวางท่อควรจะหุ้มท่อด้วยวัสดุไม่ติดไฟซึ่งมีความหยุ่นตัวเสียชั้นหนึ่งก่อน เช่น ไฟเบอร์กลาส ก่อนที่จะปิดทับด้วยวัสดุที่ปิดพื้นหรือผนังและควรจัดหาอุปกรณ์ดับเพลิงชนิดที่ดับเพลิงซึ่งเกิดจากไฟฟ้าและน้ำมันต้องมีขนาดเพียงพอที่จะดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่เก็บสำรองไว้ในห้องนั้นด้วย

1.1.10 ไฟฟ้าฉุกเฉิน ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีไฟฟ้าฉุกเฉินที่ทำงานโดยใช้แบตเตอรี่ติดตั้งไว้ แบตเตอรี่ต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะให้แสงสว่างติดต่อกันได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

1.1.11 แผนผังไฟฟ้า จะต้องจัดหาแผนผังไฟฟ้าใส่กรอบแขวนไว้ในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในที่ที่เห็นได้ง่าย

1.1.12 เครื่องหมาย จะต้องทำเครื่องหมายเตือนอันตรายและเครื่องหมายห้ามสูบบุหรี่ไว้ให้เห็นชัดเจน ทั้งนี้ควรเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

1.2 เครื่องต้นกำลัง

ชนิดของเครื่องต้นกำลัง เครื่องต้นกำลังที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นกับขนาดพลังงานที่ใช้และชนิดของอุตสาหกรรมที่ใช้กันทั่วไปคือ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ก๊าซ เครื่องกังหันก๊าซ เครื่องกังหันไอน้ำ และเครื่องกังหันน้ำ เป็นต้น

1.2.1 เครื่องยนต์ดีเซล ข้อกำหนด และการปฏิบัติเกี่ยวกับเครื่องยนต์ดีเซล ให้อนุโลมใช้ตามที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

1.2.1.1 มาตรฐานการสร้างและการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลให้เป็นตามมาตรฐานสากล ISO 3046* หรือ BS 5514*

1.2.1.2 สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมและปรับค่า

1. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน จะต้องจัดวางไว้เป็นกลุ่มอยู่ร่วมกัน และต้องอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ และจัดวางเป็นลำดับที่เหมาะสม

2. อุปกรณ์ที่จะต้องทำการปรับค่า อาจจะแยกติดตั้งไว้ต่างหาก ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้ามาแตะต้องได้

1.2.1.3 สภาวะของเครื่องยนต์ อย่างน้อยที่สุดควรมีอุปกรณ์แสดงสภาวะของเครื่องยนต์ดังต่อไปนี้

1. ความดันน้ำมันหล่อลื่น
2. อุณหภูมิเครื่องยนต์
3. จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานเครื่องยนต์
4. ความเร็วรอบ

12.1.4 การป้องกันเครื่องยนต์

1. เครื่องยนต์ขัดข้องอาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ อุณหภูมิของน้ำหรือสารหล่อเย็นสูง หรือขาดสารหล่อเย็น หรือความเร็วรอบสูงเกินไป

2. อย่างน้อยที่สุดควรมีอุปกรณ์ป้องกันเพื่อควบคุมการหยุดของเครื่องยนต์ ในกรณีที่

- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ
- อุณหภูมิเครื่องยนต์สูง
- ระดับของน้ำหรือสารหล่อเย็นต่ำ (สำหรับเครื่องยนต์ที่หล่อเย็นด้วยน้ำเท่านั้น)
- ความเร็วรอบสูงเกินไป

สำหรับกิจการโรงพยาบาล ให้มีการส่งสัญญาณเตือน เมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ หรืออุณหภูมิเครื่องยนต์สูง ก่อนที่จะไปควบคุมการหยุดของเครื่องยนต์

1.2.1.5 กัฟเวินเนอร์

กัฟเวินเนอร์ โดยทั่วไปจะติดตั้งมากับเครื่องยนต์ และอาจเป็นแบบทางกล แบบไฮดรอลิก แบบอิเล็กทรอนิคส์ หรือแบบดังกล่าวร่วมกัน กัฟเวินเนอร์ออกแบบมาเพื่อให้ใช้ควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้อยู่ภายในช่วงค่าความเร็วรอบที่กำหนด

1.2.1.6 การปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์

1. ต้องมีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์โดยปกติจะตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ไว้ เพื่อให้ได้ความถี่ที่กำหนดที่สภาวะโหลดเต็มที่

2. สำหรับจุดประสงค์บางอย่าง เช่น การเดินขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ปรับความเร็ว มีความจำเป็นที่จะต้องจัดหาไว้ อาจเป็นแบบทางกล แบบใช้เซอร์โวมอเตอร์ หรือแบบโพเทนซิโอมิเตอร์ก็ได้ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของกัฟเวินเนอร์

1.2.2 เครื่องยนต์ก๊าซ

เครื่องยนต์ก๊าซ คือ เครื่องยนต์สับดาปภายในทั่ว ๆ ไปที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง ให้อนุโลมใช้ตามข้อกำหนดในหัวข้อที่ 1.2.1

1.2.2.1 อุปกรณ์เพิ่มเติมพิเศษ เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะมีอุปกรณ์เพิ่มเติมพิเศษจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ดังนี้

1. ถังบรรจุก๊าซและอุปกรณ์ต่าง

2. หม้อต้มก๊าซ ทำหน้าที่ลดความดันก๊าซที่มาจากถังบรรจุจากความดันประมาณ 8.44 กก./ตร.ซม. (120 ปอนด์/ตร.นิ้ว) ให้เหลือประมาณ 0.14-0.22 กก./ตร.ซม. (2-3 ปอนด์/ตร.นิ้ว) และยังทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพก๊าซเหลวให้กลายเป็นไอ โดยรับความร้อนจากหม้อน้ำ หรือลมร้อนจากเครื่องยนต์ ภายในหม้อต้มก๊าซยังมีแผ่นไดอะแฟรมทำหน้าที่เป็นวาล์วปรับปริมาณก๊าซที่จะจ่ายเข้าคาร์บิวเรเตอร์ ซึ่งควบคุมโดยลมดูดจากท่อไอดี ในกรณีที่เครื่องยนต์หยุดทำงานจะไม่มีก๊าซไหลเข้าสู่คาร์บิวเรเตอร์ ซึ่งเป็นระบบให้ความปลอดภัยอีกอย่างหนึ่ง

3. คาร์บิวเรเตอร์ก๊าซหรือมิกเซอร์ ทำหน้าที่เหมือนคาร์บิวเรเตอร์น้ำมัน คือทำหน้าที่ผสมผสานก๊าซให้เข้ากับอากาศในสัดส่วนที่เหมาะสมก่อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้
การติดตั้งคาร์บิวเรเตอร์ก๊าซ มี 3 วิธี ได้แก่

- ติดตั้งในเครื่องกรองอากาศ
- ติดตั้งระหว่างเครื่องกรองอากาศกับคาร์บิวเรเตอร์น้ำมัน
- ติดตั้งกลางคาร์บิวเรเตอร์น้ำมันระหว่างท่อไอดีกับลิ้นคันเร่งน้ำมัน

4. ตัวควบคุมการไหลของก๊าซ มีหน้าที่ปิด-เปิดทางเดินของก๊าซ อุปกรณ์นี้อาจจะมีแผ่นกรองอยู่ภายในเพื่อทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกที่อาจติดมาจากถังบรรจุและการปิด-เปิดการไหลของก๊าซ จะถูกควบคุมโดยลมดูดจากท่อไอดี แต่บางชนิดมีลักษณะเป็นวาล์วโซลินอยด์ที่สามารถปิด-เปิดการไหลของก๊าซด้วยระบบแม่เหล็กที่ได้กระแสไฟมาจากแบตเตอรี่นอกจากอุปกรณ์ดังกล่าวแล้ว ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ปลีกย่อยอีก คือ

- อะแดปเตอร์ เป็นข้อต่อระหว่างคาร์บิวเรเตอร์น้ำมันและคาร์บิวเรเตอร์ก๊าซอะแดปเตอร์มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ขึ้นกับปากทางเข้าของคาร์บิวเรเตอร์ทั้งสองชนิด แต่บางครั้งอะแดปเตอร์อาจไม่จำเป็นต้องใช้ถ้าคาร์บิวเรเตอร์ทั้งสองชนิดสามารถปะกบกันได้เลย หรือกรณีที่ไม่ใช้คาร์บิวเรเตอร์ก๊าซ เช่น เจาะและสอดท่อส่งก๊าซเข้าไปในคาร์บิวเรเตอร์น้ำมัน

- ข้อต่อต่าง ๆ และท่อทองแดงหุ้มด้วยไนล่อนถัก

1.2.2.2 ถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว ให้ปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ได้แกกฎกระทรวง กระทรวงมหาดไทย (พ.ศ. 2524) ออกตามความในประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ลงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2514 แก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2525) และกฎกระทรวงฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2525)

1.2.3 เครื่องกังหันก๊าซ มาตรฐานนี้จัดทำขึ้นสำหรับการติดตั้ง และการใช้งานเครื่องกังหันก๊าซ มาตรฐานนี้ไม่ใช่สำหรับเครื่องกังหันก๊าซชนิดเคลื่อนย้ายได้

1.2.3.1 สถานที่ติดตั้งเครื่องกังหันก๊าซและฐานที่ตั้ง สถานที่ติดตั้งเครื่องกังหันก๊าซและฐานที่ตั้งให้อนุโลมใช้วิธีการที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ ตามหัวข้อที่ 1.1

1.2.3.2 การป้องกันเครื่องกังหันก๊าซ ควรมีอุปกรณ์ป้องกันเครื่องกังหันก๊าซอย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้

1. เครื่องควบคุมความเร็วรอบอัตโนมัติ
2. อุปกรณ์หยุดเครื่องอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิเครื่องกังหันสูงเกินไป
3. อุปกรณ์หยุดเครื่องอัตโนมัติ เมื่อความดันหรือระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกินไป
4. อุปกรณ์หยุดเครื่องอัตโนมัติ เมื่อความเร็วรอบสูงเกินไป
5. อุปกรณ์หยุดเครื่องอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงเกินไป
6. มีอุปกรณ์ตัดการจ่ายเชื้อเพลิงจากตำแหน่งที่ห่างจากเครื่อง
7. มีสัญญาณเตือน ก่อนที่จะไปควบคุมการหยุดเครื่องในกรณีที่เป็นเครื่องฉุกเฉิน
8. อุปกรณ์หยุดเครื่องอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิก๊าซเสียสูงเกินไป
9. อุปกรณ์ปิดระบบเชื้อเพลิงเมื่อเกิดเพลิงไหม้

1.2.3.3 เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกังหันก๊าซ

1. ในกรณีที่เครื่องกังหันก๊าซใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง ให้อนุโลมใช้วิธีการที่ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซได้ (ข้อ 1.2.2)

2. ในกรณีที่เครื่องกังหันก๊าซใช้น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิง ให้อนุโลมใช้วิธีการที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล (1.2.1) และเครื่องยนต์ก๊าซได้ (ข้อ 1.2.2)

1.2.3.4 ท่อไอเสียและปล่องไอเสีย ให้อนุโลมใช้วิธีการที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้หรือให้เป็นไปตามคู่มือผู้ผลิต

1.2.3.5 น้ำมันหล่อลื่น ให้อนุโลมใช้วิธีการที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ (1.2.1)

1.2.3.6 การบำรุงรักษา เนื่องจากเครื่องกังหันก๊าซเป็นเครื่องยนต์ ที่มีความเร็วรอบสูง มีอัตราการไหลของอากาศสูงและการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ จะต้องทนต่อสภาวะความดันสูงหรืออุณหภูมิสูง ผู้ผลิตจึงมักเป็นผู้ทำการบำรุงรักษาเครื่องกังหันก๊าซเอง ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการรับประกันเครื่องไปด้วย การบำรุงรักษาที่บริการโดยผู้ผลิตจะเกี่ยวกับระบบป้องกันของตัวกังหัน การทำความสะอาดชุดกังหันและชุดอัดอากาศ การปรับให้เครื่องยนต์อยู่ในสภาวะที่ทำงานได้ดีที่สุด การตรวจสอบส่วนทนความร้อนสูง เช่น หัวฉีด เชื้อเพลิงและห้องเผาไหม้ การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นด้วยวิธี “สเป็คโตกราฟฟิค” การตรวจวัดการสั่นสะเทือนและการสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ อย่างไรก็ดี การบำรุงรักษาเครื่องกังหันก๊าซอย่างง่าย ที่สามารถกระทำ ได้โดยผู้ปฏิบัติงานทั่วไป คือ

1. การบำรุงรักษาทุก ๆ เดือน ดังนี้

- ตรวจสอบการทำงานของเกจ มาตร และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้วัดความดันและอุณหภูมิตามตำแหน่งต่าง ๆ
- ตรวจสอบการทำงานของโซลินอยและเรกกูเลเตอร์ที่ใช้ในระบบเชื้อเพลิง
- ตรวจสภาพของท่อน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น สายยางต่าง ๆ และแคลมป์ยึด
- ตรวจถังเชื้อเพลิง และจดระดับน้ำมันที่คงเหลือ
- ทำความสะอาดบริเวณทางเข้า และท่อดูดอากาศของชุดเครื่องอัดอากาศ
- ตรวจดูระดับน้ำมันหล่อลื่น และทำความสะอาดออยล์คูลเลอร์รวมทั้งเช็คความดันน้ำมันหล่อลื่นที่ออกจากปั๊มด้วย
- ตรวจสภาพแบตเตอรี่ และเติมน้ำกลั่นให้ได้ระดับ หรือในกรณีที่สตาร์ทเครื่องด้วยอากาศอัดความดันสูง ก็ตรวจและบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศตามคู่มือผู้ผลิต และระบายน้ำจากก้นถังเก็บอากาศอัดด้วย
- ตรวจดูการรั่วของท่อไอเสีย และขันข้อต่าง ๆ ให้แน่น

2. การบำรุงรักษาทุก 3 เดือน

- ตรวจระบบหล่อลื่น และเอาตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นออกมาวิเคราะห์ หากจำเป็นให้เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่
- ถ่ายน้ำออกจากก้นถังน้ำมันเชื้อเพลิง (หากมี)
- ตรวจดูการรั่วของท่อเชื้อเพลิง และการอุดตันของท่อหายใจของถังเชื้อเพลิง

3. การบำรุงรักษาทุก 6 เดือน

- เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น (หากคู่มือแนะนำ)
- เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (หากคู่มือแนะนำ)
- ตรวจดูสภาพและรอยร้าวของซี่ใบพัดของชุดเครื่องอัดอากาศของเครื่องกังหันก๊าซ

1.2.4 เครื่องกังหันไอน้ำ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากไอน้ำที่ความดันสูงมาเป็นพลังงานกล ซึ่งเป็นตัวต้นกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ที่สำคัญ ๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องกังหันไอน้ำเพื่อให้ทำงานโดยปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงได้แก่กัฟเวินเนอร์และอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ

1.2.4.1 กัฟเวินเนอร์ ทำหน้าที่ควบคุมความเร็วรอบกังหันไม่ให้เกินกว่าที่ตั้งไว้ เมื่อกังหันเดินถึงรอบที่ตั้งไว้กัฟเวินเนอร์จะปรับปริมาณไอน้ำเข้าเครื่องให้พอเหมาะในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน ข้อกำหนดของการควบคุมความเร็วรอบมีดังนี้ คือ

1) ควรปรับตั้งกัฟเวินเนอร์ โดยให้ความเร็วรอบของเครื่องกังหันไอน้ำเปลี่ยนแปลงภายใน 3-5% ของอัตราความเร็วที่กำหนด เมื่อโหลดเปลี่ยนไปจากไม่มีโหลดจนถึงโหลดเต็มพิกัด และควรปรับแต่งขณะที่เครื่องกังหันยังไม่ทำงาน

2) กัฟเวินเนอร์อาจเป็นแบบทางกลหรือแบบอิเล็กทรอนิคส์ก็ได้โดยมีคุณสมบัติอื่น ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS 8101

1.2.4.2 เครื่องกังหันไอน้ำต้องมีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบความเร็วรอบของเครื่องกังหันเมื่อไม่มีโหลดความปรับได้ไม่เกิน $\pm$6% ของค่าความเร็วรอบที่กำหนด

1.2.4.3 ต้องมีกัฟเวินเนอร์ฉุกเฉิน เพื่อป้องกันเครื่องกังหันมิให้มีความเร็วรอบสูงเกินปกติ ซึ่งทำงานที่ความเร็วรอบไม่เกิน 1.1 เท่าของความเร็วรอบที่กำหนด กัฟเวินเนอร์ฉุกเฉินนี้เป็นคนละเครื่องกับกัฟเวินเนอร์ปกติที่ได้กล่าวถึงในข้อ 1.2.4.1

1.2.4.4 ระบบทริปของเครื่องกังหันไอน้ำ เครื่องกังหันต้องมีระบบทริปเพื่อให้วาล์วไอน้ำตัดการจ่ายไอน้ำเข้าสู่เครื่องกังหันได้ทันที ระบบทริปต้องมีอุปกรณ์อินเตอร์ล็อก เพื่อป้องกันมิให้ไอน้ำกลับคืนเข้าสู่เครื่องกังหันได้อีก

1.2.4.5 การสั่นสะเทือนของเครื่องกังหันไอน้ำที่ติดตั้งบนฐานและมีการปรับให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลย์แล้ว จะต้องมีค่าไม่เกินค่าจากตารางที่ ก-1

ตารางที่ ก.1 การสั่นสะเทือน

ความเร็วรอบที่กำหนด	แอมปลิจูดของการสั่นสะเทือน (μm)	
(รอบ/นาที)	การสั่นสะเทือนที่เพลา	การสั่นสะเทือนที่แบริ่ง
ต่ำกว่า 2500	125	87
2500 ถึง 4000	125	62
4000 ถึง 6000	100	50
6000 ถึง 10000	75	37
10000 ขึ้นไป	62	31

ถ้าค่าแอมปลิจูดของการสั่นสะเทือนมีค่าเกิน 2 เท่าที่กำหนดในตาราง ควรหยุดเดินเครื่อง

1.2.4.6 เสียงรบกวนระดับเสียงของเครื่องกังหันควรมีค่าน้อยที่สุดโดยไม่รบกวนการทำงานของโรงจักร

1.2.4.7 เครื่องกังหันไอน้ำควรมีอุปกรณ์ประกอบดังต่อไปนี้

1. เบสเพลทพร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. ชุดคัปปลิ้งที่เหมาะสม
3. อุปกรณ์วาล์วไอน้ำความดันสูงและชุดท่อที่เกี่ยวข้อง

ชุดไอน้ำความดันสูง จะมีส่วนประกอบได้แก่

- เครื่องกรองไอชนิดเครื่องกรองถอดออกได้
- วาล์วจ่ายไอน้ำประธาน ซึ่งควบคุมด้วยกัฟเวินเนอร์ ฉุกเฉิน และสามารถที่จะปรับด้วยมือ
- วาล์วควบคุมปริมาณไอน้ำ
- ท่อไอน้ำจากวาล์วจ่ายไอน้ำประธานไปยังเครื่องกังหันและอุปกรณ์จับยึด

4. กัฟเวินเนอร์และอุปกรณ์ควบคุม
5. กัฟเวินเนอร์ฉุกเฉิน
6. อุปกรณ์ปรับไอน้ำที่ใช้ป้องกันการรั่วของไอน้ำที่เพลา
7. ระบบหล่อลื่นประกอบด้วย
   - ถังน้ำมันหล่อลื่นประธาน
   - อุปกรณ์ทำความเย็นน้ำมันหล่อลื่น
   - อุปกรณ์กรองน้ำมัน

- ชุดปั๊มน้ำมันเครื่อง
- ปั๊มน้ำมันเครื่องฉุกเฉินในกรณีที่เครื่องกังหันมีขนาดใหญ่กว่า 1000 kW
- วาล์ว ท่อน้ำมันเครื่อง และท่อน้ำพร้อมอุปกรณ์และระบบหล่อลื่นในกรณีที่เครื่องกังหันแต่ละเครื่องระบายความร้อนน้ำมันเครื่องแยกจากกัน
- อุปกรณ์ที่จะหยุดการทำงานของปั๊มน้ำมันเครื่องได้ในกรณีฉุกเฉิน
- เครื่องทำความสะอาดน้ำมันเครื่อง
- อุปกรณ์หมุนเครื่องกังหันขณะหยุดนิ่ง
- ฉนวนกันความร้อนสำหรับเครื่องกังหันและท่อจ่ายไอน้ำ
- มาตรวัดความเร็วรอบ
- เกจวัดความดันไอน้ำ
- เกจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นในถัง
- เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิไอน้ำที่จุดเข้าและออกจากเครื่องกังหันและเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น

8. ชุดเครื่องกังหันต้องมีเครื่องแสดงสภาวะของเครื่องยนต์ดังต่อไปนี้
- มาตรวัดความเร็วรอบของกังหัน
- เกจวัดความดัน และอุณหภูมิของไอน้ำ ก่อนเข้าวาล์วประธาน
- เกจวัดความดันไอออกจากเครื่องกังหัน
- เกจวัดความดันน้ำมันหล่อลื่นที่แบริ่ง
- เกจวัดอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นที่แบริ่ง
- เกจแสดงตำแหน่งแสดงการเปิดวาล์วควบคุมปริมาณไอน้ำ
- แอมปลิจูดของการสั่นสะเทือนของเครื่องกังหัน
- ชั่วโมงทำงานของชุดเครื่องกังหัน
- เกจวัดอุณหภูมิของแบริ่ง

1.2.4.8 การบำรุงรักษา การตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องกังหันไอน้ำ ควรกระทำเป็นระยะ ๆ อย่างน้อยทุก ๆ 3 เดือน หรือตามที่แนะนำในหนังสือคู่มือของบริษัทผู้ผลิต งานที่สามารถกระทำได้โดยผู้ปฏิบัติงานทั่วไป ได้แก่

1. ตรวจสอบการทำงานของกัฟเวินเนอร์ และอุปกรณ์ควบคุม รวมทั้งชุดกัฟเวินเนอร์ฉุกเฉินด้วย (ถ้ามี) กัฟเวินเนอร์บางชนิดจะมีหัวอัดจาระบี หรือที่ใส่หล่อลื่นชนิดแท่ง ซึ่งจะต้องใส่ให้มีปริมาณเพียงพอทุกครั้ง

2. ตรวจสอบระบบหล่อลื่นและคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นเพราะแบริ่งทุกตัวจะต้องได้รับการหล่อลื่นด้วยน้ำมันหล่อลื่นเกรดถูกต้องตามคู่มือ และอยู่ในสภาพดี เนื่องจากมีโอกาสที่น้ำมันหล่อลื่นจะสัมผัสกับน้ำหรือไอน้ำ และจะสูญเสียคุณสมบัติการหล่อลื่นไป ดังนั้นจึงควรเอาตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นออกมาวิเคราะห์ดู เป็นระยะ ๆ เมื่อใดก็ตามที่มีร่องรอยของน้ำเจือปนอยู่ ให้รีบเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใหม่ทันที

3. ตรวจดูการรั่วของระบบน้ำมันหล่อลื่น ตั้งแต่ตัวปั๊มน้ำมันหล่อลื่นประเก็นต่าง ๆ ที่หน้าแปลน ท่อ ข้อต่อ ฯลฯ

4. เปลี่ยนหรือทำความสะอาดไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น ทำความสะอาดและตรวจดูสภาพ การรั่วต่าง ๆ ของอุปกรณ์ออยล์คูลเล่อร์

5. ตรวจดูสภาพการหุ้มฉนวนความร้อนของท่อไอน้ำ และของตัวกังหัน

6. ตรวจการทำงานของมาตร และเกจวัดต่าง ๆ ที่วัดความดันและอุณหภูมิตามจุดต่าง ๆ ของเครื่อง

7. ตรวจการทำงานของระบบทริบ ทั้งชนิดสำหรับความเร็วเกินและความดันโต้เกิน (ถ้ามี)

8. ทำความสะอาด และ/หรือเปลี่ยนไส้กรองไอน้ำก่อนเข้ากังหัน

9. ตรวจความแน่นของสลักยึดคัปปลิ้ง และสลักยึดแท่นเครื่อง

10. ตรวจการรั่วของไอน้ำตามท่อส่งไอ วาล์วประธาน และวาล์วอื่น ๆ

11. ตรวจสภาพของอุปกรณ์เครื่องควบแน่นไอน้ำ เปลี่ยนน้ำหมุนเวียนใหม่หากสกปรก

12. ตรวจสอบระดับเสียงรบกวนของเครื่องขณะทำงาน ว่าดังผิดปกติหรือไม่

13. สังเกตการสั่นสะเทือนดูว่าผิดปกติหรือไม่เพื่อป้องกันการเป็นสนิม หากจะต้องหยุดเครื่องกังหันไอน้ำเป็นเวลานานให้ปฏิบัติดังนี้

14. ทำความสะอาดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง

15. หยอดน้ำมันหล่อลื่น หรืออัดจาระบีตามจุดต่างๆที่มี หัวอัดหรือกระป๋องหยอดน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้

16. ใช้มือหรืออุปกรณ์ช่วยจับหมุนเพลาของเครื่องกังหันทุกวัน โดยให้หยุดนิ่งไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน ใช้จาระบีทาตามเพลาและชิ้นส่วนต่าง ๆ

17. ปิดวาล์วประธาน และวาล์วอื่น ๆ ให้แน่นสนิท

18. รักษาสภาพภายในของชุดกังหันให้สะอาดและแห้ง ปราศจากน้ำและปิดก๊อกระบายน้ำจากเสื้อกังหันให้สนิทเมื่อน้ำไหลออกไปหมดแล้ว

19. ถ่ายเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นในถังใหม่

1.2.5 เครื่องกังหันน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานน้ำตกเป็นพลังงานกล พลังงานนี้จะไปหมุนเพลา ซึ่งต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้ ดังนั้น เพื่อที่จะให้ได้พลังงานน้ำนี้ ต้องคำนึงถึงที่ตั้งที่จะให้ได้หัวน้ำและปริมาณของน้ำอย่างเพียงพอ ที่ตั้งทั่ว ๆ ไปที่มีขนาดหัวน้ำต่ำกว่า 18 เมตร เรียกว่า “หัวน้ำต่ำ” และเกิน 18 เมตร เรียก “หัวน้ำสูง” แต่ก็อาจจะถือว่าหัวน้ำ 1 เมตร เป็นหัวน้ำต่ำสุดในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำนี้ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย กล่าวคือ ทิศทางของกระแสน้ำอาจเปลี่ยนไป การย้ายที่อยู่ของสัตว์น้ำเนื่องจากการที่น้ำเหนือเขื่อนสูงท่วมพื้นที่ รวมทั้งสัตว์ป่า ทั้งนี้อาจรวมทั้งการเกษตรกรรม ฯลฯ จึงควรให้สอดคล้องกับกฎหมายและข้อบังคับของทางราชการด้วย

1.2.5.1 ข้อควรระวังและคำแนะนำในการดำเนินการและการติดตั้ง

1. ให้มีการป้องกันการเสียหายของท่อที่อาจเกิดจากกระแสน้ำโคลน และหิน ซึ่งไหลมาในช่วงที่ระดับน้ำสูงขึ้น

2. ขนาดของท่อต้องโตเพียงพอในการรับปริมาณการไหลของน้ำตามที่คำนวณไว้ได้

3. เส้นทางการเดินท่อจากบริเวณทางเดินเข้าถึงตัวกังหัน ให้หลีกเลี่ยงข้องอให้มากที่สุด และไม่ใช้ข้องอที่เกินกว่า 45 องศา

4. ให้แนวท่อมีความลาดตลอดเวลา เพื่อหลีกเลี่ยงโพรงอากาศและโคลนตกตะกอน

5. สำหรับท่อพีวีซี ต้องไม่ให้ความเร็วของน้ำเกิน 1.5 เมตร/วินาที

6. ติดตั้งกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใกล้กับจุดที่ใช้งานเพื่อประหยัดสายไฟ และการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

1.2.5.2 การติดตั้ง

1. ติดตั้งตามคู่มือผู้ผลิตที่แนะนำ

2. สำหรับท่อพีวีซีให้ตรวจดูหิน และใช้ความระมัดระวังขณะเมื่อวางท่อ

3. ที่ใดที่ต้องการติดตั้งวาล์วเพื่อควบคุมการไหลของน้ำ ควรใช้วาล์วแบบประตูน้ำ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดคลื่นกระแทกขณะปิดน้ำ

1.2.5.3 การบำรุงรักษาชุดเครื่องกังหันน้ำ ให้มีการบำรุงรักษาชุดเครื่องกังหันโดยทำการตรวจตราเป็นประจำและซ่อมแซมส่วนที่เสียหายดังนี้

1. ให้ทำการตรวจประจำ ให้ทำการตรวจตราตามแผนที่กำหนดไว้บันทึกหลักฐานการตรวจและข้อขัดข้องเพื่อแก้ไข

2. ให้บันทึกการสั่นสะเทือน และเสียงรบกวนผิดปกติหรือไม่ไว้ เพื่อรายงานและแก้ไข

3. ตรวจการรั่วไหลบริเวณประเก็นและข้อต่อ

4. ท่อป้อนน้ำและท่อปล่อย ควรได้รับการตรวจสอบอย่างน้อยปีละครั้ง และตรวจการเกิดโพรงอากาศว่ามีมากน้อยเพียงใด เพื่อแก้ไข ตลอดจนสภาพของกังหัน วาล์วและอุปกรณ์ประกอบ

5. ตรวจดูปริมาณ ความดันและอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น

1.2.5.4 มาตรฐานการตรวจสอบและซ่อมแซมจากตาราง ก-2

ตารางที่ ก.2 ความถี่ในการตรวจสอบชุดเครื่องกังหันน้ำ

รายการตรวจสอบ	**ความถี่ในการตรวจ**
1. กังหันและท่อ	ปีละครั้ง
2. ยกเครื่องเพื่อตรวจชุดอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบแบริ่งและวาล์ว	4-5 ปี
3. ระบบน้ำมันหล่อลื่น	ปีละครั้ง
4. สายพาน ฟันเฟือง	เดือนละครั้ง
5. ตรวจสอบการทำงานของกังหันสำรอง (ถ้ามี)	เดือนละครั้ง
6. เครื่องอัดอากาศ	ทุก 3 เดือน
7. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ	ปีละครั้ง

1.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวต้นกำลัง ถ้าเป็นเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์ก๊าซจะเป็นแบบความเร็วปานกลาง และถ้าเป็นเครื่องกังหันไอน้ำ กังหันก๊าซและเครื่องยนต์เอกซ์แพนชั่นจะเป็นแบบความเร็วสูง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกชนิด มีมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ดังนี้

1.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไปนี้ เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันไฟฟ้าคงที่ และต้องมีอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่แบบอัตโนมัติในระดับที่กำหนดในขณะที่โหลดเปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมาตรฐาน

ฉบับนี้ก็อนุโลมใช้ได้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ในข้อที่เกี่ยวกับเครื่องยนต์ และข้อกำหนดทั่วๆ ไป

1.3.2 การสร้าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ควรเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ออกแบบและผลิตตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ว่าด้วยเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ หรือตามมาตรฐานสากล IEC 34*

1.3.3 อัตรากำลังที่กำหนด สำหรับสภาวะห้องที่กำหนด เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่ว ๆ ไป มีอัตรากำลังใช้งานต่อเนื่องเท่ากับอัตรากำลังของตัวต้นกำลัง อุณหภูมิเพิ่มของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทียบกับอุณหภูมิห้อง ในกรณีที่ระบบระบายความร้อนไม่ดีพอ อัตรากำลังจะมีค่าลดลง และจะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดสำหรับฉนวนไฟฟ้าที่ใช้แต่ละชนิด

1.3.4 การใช้งานเกินอัตรากำลังที่กำหนด เครื่องยนต์ส่วนมากสามารถรับโหลดเกินอัตรากำลังที่กำหนดในระยะเวลาหนึ่ง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับเครื่องยนต์ก็จะต้องสามารถรับภาระโหลดนี้ได้ ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงควรกำหนดอัตรากำลังระยะสั้นซึ่งสูงกว่าอัตรากำลังเมื่อใช้งานต่อเนื่องไว้ด้วย ซึ่งในการจ่ายโหลดเกินกำลังนี้อาจทำให้อุณหภูมิเพิ่มของขดลวดสูงกว่าที่กำหนดไว้ตามปกติได้ อย่างไรก็ดีการใช้งานเกินกำลังบ่อยนักหรือนานเกินไปก็อาจทำให้ฉนวนไฟฟ้าเสื่อมเร็วและเป็นผลให้อายุการใช้งานลดลงได้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จ่ายโหลดประเภทอุตสาหกรรมบางครั้งจำเป็นต้องจ่ายกระแสเกินอัตรากำลังในช่วงระยะเวลาสั้น ซึ่งถึงแม้จะไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงเกินค่าที่กำหนด ก็อาจทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกวูบที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในกรณีเช่นนี้ต้องทำการประเมินเพื่อประกันว่าค่าแรงดันไฟฟ้าตกวูบไม่เกินค่าที่กำหนด และต้องสามารถกลับคืนสู่สภาวะแรงดันปกติได้ในเวลาอันสั้น

1.3.5 ความเครียดทางกล เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ขับด้วยเครื่องยนต์จะต้องเป็นแบบที่ออกแบบให้ทนต่อความเครียดทางกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนในการบิดและทางตรง เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล BS 5000

1.3.6 สนามแม่เหล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าส่วนใหญ่กำหนดอัตรากำลังไว้เป็นกิโลวัตต์หรือกิโลโวลท์แอมแปร์ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ล้าหลัง ที่แรงดันไฟฟ้าและความถี่ปกติที่กำหนด เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กอาจเป็นแบบอาร์มาเจอร์หมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ (เช่นตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ขึ้นไปตามมาตรฐานนี้) มักเป็นชนิดไร้แปรงถ่านทั้งหมด คือเป็นแบบสนามแม่เหล็กหมุนและขดลวดสนามได้รับกระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์กระแสสลับ ผ่านเครื่องแปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรง โดยมีเครื่องปรับแรงดันอัตโนมัติ

ปรับแรงดันขาออกให้คงที่ตลอดเวลา การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล IEC 34**

1.3.7 การป้องกันอันตรายทางกล การป้องกันอันตรายทางกลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในกรณีความเร็วรอบเกินนั้น ควรมีอุปกรณ์ป้องกันความเร็วรอบเกินในทางเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องยนต์ดังกล่าวนี้ จะต้องออกแบบให้ทนทานต่อความเร็วรอบเกินได้ไม่น้อยกว่า 20% ของความเร็วรอบปกติ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางชนิดอาจจะเสียหาย หากใช้งานที่มีความเร็วรอบต่ำกว่าค่าความเร็วรอบปกติเป็นระยะเวลานานและในกรณีนี้ควรจัดหาอุปกรณ์ป้องกันความเร็วรอบต่ำกว่าปกติไว้ด้วย

1.3.1 แผงควบคุมมาตรฐานแผงควบคุมสำหรับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมให้อนุโลมใช้ตามที่กำหนดไว้ดังนี้

1.3.1.1 การสร้าง สวิตซ์บอร์ดจะต้องทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟและทนทานต่อความเครียดทางกล ทางไฟฟ้า และทางความร้อนได้ ต้องมีการป้องกันความชื้นและการเงินสนิมหรือฉาบด้วยสารป้องกันสนิม

1.3.1.2 ขั้วต่อสายเคเบิลภายนอก ขั้วต่อสายที่เชื่อมต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับขันสายไฟฟ้าให้แน่นพอที่จะทนต่อกระแสที่กำหนดให้ไหลผ่านได้และจะต้องที่มีว่างพอสำหรับทำการต่อสาย

1.3.1.3 อุปกรณ์การวัด ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกชนิดจะต้องมีมาตรวัดแรงดันไฟฟ้าและมาตรวัดกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน นอกจากนี้ควรมีมาตรวัดความถี่และเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วย

1.3.2 การควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาตรฐานการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้อนุโลมใช้ตามที่กำหนดไว้หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.3.2.1 การควบคุมแรงดันไฟฟ้าควรมีอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่โดยอัตโนมัติ เพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ณ ค่าที่ตั้งไว้ตลอดเวลาในขณะมีโหลดเปลี่ยนแปลง โดยปกติอุปกรณ์ชนิดนี้จะติดอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีอุปกรณ์สำหรับปรับค่าแรงดันไฟฟ้าออกให้ได้ค่าต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ด้วย

1.3.2.2 ระบบควบคุมการทำงานด้วยมือ ในกรณีที่ไม่มีโหลดวิกฤติก็อาจใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่ควบคุมด้วยมือได้ ซึ่งจะเป็นแบบที่ง่ายและมีราคาถูกที่สุด อย่างไรก็ดี ระบบนี้ต้องมีคนประจำตลอดเวลา

1.3.2.3 ระบบควบคุมอัตโนมัติ ในกรณีที่ต้องจ่ายโหลดฉุกเฉินทันที ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งระบบควบคุมจะต้องมีระบบสตาร์ทเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติระบบประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติและระบบสับเปลี่ยนอัตโนมัติ และควรติดป้ายสตาร์ทอัตโนมัติไว้ที่เครื่องยนต์ด้วย

1.3.2.4 ระบบสับเปลี่ยนอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้ระบบอัตโนมัติจะมีระบบสับเปลี่ยนอัตโนมัติซึ่งออกแบบให้สตาร์ทเครื่องยนต์เองโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดไฟฟ้าจากเมนขัดข้องสับเปลี่ยนโหลดฉุกเฉินจากเมนมายังชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง หยุดเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าจากเมนกลับคืนมา และสับเปลี่ยนโหลดฉุกเฉินกลับคืนไปยังเมนเพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง ระบบสับเปลี่ยนอัตโนมัติจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้คือ

1. ระบบตรวจสอบเมื่อไฟฟ้าจากเมนเกิดขัดข้อง
2. วงจรควบคุมการสตาร์ท และหยุดเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติ
3. อุปกรณ์ตั้งเวลาให้เครื่องยนต์ทำงานโดยไม่มีโหลดอยู่ไม่น้อยกว่า 5 นาที ก่อนหยุดเครื่อง
4. สัญญาณที่ใช้ปิดคอนแทคเตอร์ หรือตัดตอนอัตโนมัติเพื่อสับเปลี่ยนโหลด

1.3.3 การเดินขนาน ถ้ามีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่องเพื่อจ่ายโหลดเดียวกัน จำเป็นต้องมีการเดินขนานเครื่องและทำการซิงโครไนซ์เครื่องด้วยมือหรือโดยอัตโนมัติอุปกรณ์ควบคุมที่จำเป็นเพื่อเดินขนานเครื่อง และทำการซิงโครไนซ์เครื่องโดยอัตโนมัติ มีดังนี้

1. อุปกรณ์ซิงโครไนซ์อัตโนมัติ
2. อุปกรณ์จัดแบ่งโหลดอัตโนมัติของแต่ละชุด
3. เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติ
4. รีเลย์ป้องกันกำลังงานไหลกลับ
5. มาตรวัดกำลังงานออกของแต่ละชุดนอกจากนี้ควรมีอุปกรณ์ประกอบต่อไปนี้
   - อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้า
   - อุปกรณ์ปรับความถี่
   - มาตรวัดกระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส
   - มาตรวัดแรงดันไฟฟ้าของแต่ละชุด และที่จ่ายให้กับโหลด
   - มาตรวัดความถี่ของแต่ละชุดและที่จ่ายให้กับโหลด
   - หลอดไฟสำหรับแสดงการซิงโครไนซ์หรือซิงโครสโคป

1.3.4 สวิตซ์สับเปลี่ยนอัตโนมัติมาตรฐานสวิตซ์สับเปลี่ยนอัตโนมัติ ให้อนุโลมใช้ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต หรือ กำหนดไว้ดังนี้

1.3.4.1 สวิตซ์สับเปลี่ยนอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่สับเปลี่ยนโหลดโดยอัตโนมัติจากการจ่ายไฟฟ้าโดยเมนของการไฟฟ้ามายังระบบไฟฟ้าสำรอง ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง และสับเปลี่ยนโหลดกลับคืนไปตามเดิมเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้ากลับคืนมาตามเดิมสวิตซ์สับเปลี่ยนกำหนดอัตรากำลังเป็นแอมแปร์

1.3.4.2 การสร้าง สวิตซ์สับเปลี่ยนจะต้องผลิตขึ้นได้มาตรฐานสากลของต่างประเทศ เช่น มาตรฐานของ UL สหรัฐอเมริกา มาตรฐาน BS ของสหราชอาณาจักร หรือมาตรฐานอื่นที่เป็นที่เชื่อถือ

1.3.4.3 การต่อสายจากภายนอก สวิตซ์สับเปลี่ยนยกเว้นชนิดที่ระบุให้ใช้กับบัสบาร์ จะต้องมีขั้วต่อสายรวมทั้งสายศูนย์ ขั้วต่อสายจะต้องมีขนาดเหมาะสมที่จะใช้ต่อสายจากภายนอกที่มีขนาดความจุกระแสของสายไม่น้อยกว่าขนาดอัตรากำลังของสวิตซ์ สวิตซ์สับเปลี่ยนขนาดตั้งแต่ 100A ขึ้นไป ควรใช้สายไฟที่มีกระแสที่ยอมให้ใช้สำหรับอุณหภูมิใช้งานสูงสุด 70 °C

1.3.4.4 การต่อลงดิน สวิตซ์สับเปลี่ยนจะต้องจัดทำที่ต่อลงดินสำหรับส่วนที่เป็นโลหะที่แตะต้องถึง ช่องเปิดสำหรับต่อท่ออ่อนหรือท่อร้อยสายโลหะ หรือเรสเวย์ถือว่าเป็นทางต่อส่วนที่เป็นโลหะลงดินได้

1.3.4.5 กลไกการทำงาน

1. กลไกการทำงานของสวิตซ์สับเปลี่ยนต้องได้รับการออกแบบให้ทำงานได้ดีทั้งทางกลและทางไฟฟ้า

2. จะต้องมีที่ปรับสกรูสำหรับส่วนที่เคลื่อนไหวได้ที่อาจเกิดหลวม หรือคลายในขณะใช้งานจริง

3. สวิตซ์สับเปลี่ยนจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมที่จำเป็นอยู่ด้วยเพื่อสามารถสับเปลี่ยนโหลดได้

4. กลไกการทำงานของสวิตซ์สับเปลี่ยน จะต้องทำให้โหลดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟปกติหรือ แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินแหล่งหนึ่งแหล่งใดเสมอ ขณะที่ไฟฟ้ามาจากแหล่งหนึ่งแหล่งใดหรือ ทั้ง 2 แหล่ง

5. สวิตซ์สับเปลี่ยนที่จัดให้มีการทำงานด้วยมือได้ จะต้องทำให้ควบคุมการทำงานจากภายนอกได้โดยไม่ต้องเปิดฝา

6. จะต้องมีการป้องกันไม่ให้สวิตซ์สับเปลี่ยนทำงานในสภาวะการทำงานอัตโนมัติขณะที่ใช้งานในสภาวะการทำงานธรรมดา ถ้าการทำเช่นนั้นจะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน

7. กลไกการทำงานของสวิตซ์สับเปลี่ยนจะต้องมีระบบอินเตอร์ล็อคที่ไว้ใจได้ เพื่อป้องกันการสับสวิตซ์สองข้างพร้อมกัน

8. วงจรอินเตอร์ล็อคจะต้องทำมาจากโรงงานและอยู่ภายในตู้สวิตซ์สับเปลี่ยน

9. จะต้องมีสัญญาณเตือน และอุปกรณ์ทดสอบการทำงาน ในกรณีที่ระบบอินเตอร์ล็อคทำงานไม่ถูกต้อง

10. อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีสวิตซ์ทดสอบที่ทำงานด้วยมือ ซึ่งทำงานได้โดยไม่ต้องเปิดตู้สวิตซ์สับเปลี่ยน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถสร้างเหตุการณ์สมมุติว่าไฟฟ้าเกิดขัดข้องได้

11. วงจรควบคุมการทำงานของสวิตซ์สับเปลี่ยนที่ไม่เกี่ยวข้องกับวงจรอื่นจะต้องอยู่ภายในตู้สวิตซ์เท่านั้น และไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

1.3.5 การป้องกันทางไฟฟ้ามาตรฐานการป้องการทางไฟฟ้า ให้อนุโลมใช้ตามที่กำหนด

1.3.5.1 การป้องกันการใช้ไฟฟ้าเกินกำลัง จะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการใช้ไฟฟ้าเกินกำลังและกระแสลัดวงจรสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชุด ควรใช้ตัดตอนอัตโนมัติชนิดทำงานด้วยความร้อน และสนามแม่เหล็ก หรืออาจใช้ตัดตอนอัตโนมัติที่ทำงานประกอบกับรีเลย์กระแสเกินกำลังก็ได้

1.3.5.2 การป้องกันโหลดในบางโอกาสแรงดันไฟฟ้าหรือความถี่ของไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจจะต่ำหรือสูงเกินไป ไม่เหมาะกับโหลดที่ใช้ ในกรณีเช่นนี้ควรมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันต่ำ/แรงดันเกิน และอุปกรณ์ป้องกันความถี่ต่ำ/ความถี่เกินด้วย

1.3.5.3 การป้องกันวงจรควบคุม วงจรควบคุมและวงจรเครื่องวัดจะต้องมีการป้องกันกระแสเกินหรือกระแสลัดวงจรไว้ด้วยรายละเอียดการป้องกันทางไฟฟ้าและคุณลักษณะของโหลด

1.3.6 การติดตั้งวิธีการติดตั้งเครื่องยนต์ก๊าซ เครื่องกังหันก๊าซ เครื่องกังหันไอน้ำ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.3.7 การเริ่มเดินเครื่องวิธีการเริ่มเดินเครื่องยนต์ก๊าซ ให้อนุโลมใช้ตามที่กำหนดไว้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ดังนี้

1.3.7.1 หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หรือหลังจากที่ได้ว่างเว้นการใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน จะต้องเตรียมการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามที่ได้กำหนดไว้ในหนังสือคู่มือ

1.3.7.2 ระบบน้ำมันหล่อลื่น ระบบน้ำมันหล่อลื่นและระบบระบายความร้อนของเครื่องต้นกำลัง ควรได้รับการตรวจสอบ เพื่อให้แน่ใจว่ายังคงมีน้ำมันที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณถึงระดับที่กำหนด และควรจะเปลี่ยนตามกำหนดที่ระบุไว้ในคู่มือ

1.3.7.3 แบตเตอรี่ จะต้องเตรียมแบตเตอรี่และประจุให้เต็มตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.3.7.4 ลิ๊งเกจบังคับต่าง ๆ จะต้องทำความสะอาด และตรวจสอบให้เคลื่อนไหวและปรับแต่งได้คล่องตัว

1.3.7.5 อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการเคลื่อนย้ายรวมทั้งสิ่งกีดขวางในบริเวณทางอากาศเข้าเครื่องจะต้องเอาออก

1.3.7.6 ระบบเชื้อเพลิง ควรทำการไล่ลมออกจากระบบเชื้อเพลิง ซึ่งรวมทั้งปั๊มหัวฉีดของเครื่องยนต์ด้วย และต้องตรวจสอบการรั่วของระบบ

1.3.7.7 ขั้วต่อสายทั้งหมด จะต้องได้รับการตรวจสอบและขันให้แน่น พร้อมทั้งตรวจสอบการต่อทางไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับสายเมนว่าถูกต้องหรือไม่

1.3.7.8 ฉนวนหุ้มสายและความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของสาย ควรได้รับการตรวจสอบตามคำแนะนำในหนังสือคู่มือการใช้งาน

1.3.7.9 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบ ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรเป็นไปตามรายละเอียดวิธีการในคู่มือ

1.3.7.10 คำแนะนำ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องได้รับคำแนะนำในด้านความปลอดภัยและการใช้งานที่ถูกต้องของอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการเริ่มเดินเครื่องเรียบร้อยแล้ว ผู้ติดตั้งจะต้องมอบเอกสารรายงานการเริ่มเดินเครื่อง ซึ่งมีลายเซ็นต์ของผู้ส่งมอบโดยสรุปถึงวิธีการและผลของการทดสอบให้กับผู้แทนของผู้ใช้ 1 ชุดสำหรับเครื่องกังหันก๊าซและเครื่องกังหันไอน้ำ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.3.8 คู่มือการใช้งานรายละเอียดการใช้งานสำหรับเครื่องยนต์ก๊าซ กังหันก๊าซ กังหันไอน้ำ ให้อนุโลมใช้ตามที่กำหนดไว้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลดังนี้

1.3.8.1 รูปแบบ

1. จะต้องมีคู่มือการใช้งานเขียนเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษจากผู้ขายไว้ประจำชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชุด จำนวน 1 เล่ม

2. หนังสือคู่มือการใช้งานจะเป็นแบบพิมพ์เป็นเล่มเดียว หรือเอาเรื่องต่าง ๆ ที่พิมพ์แยกกันไว้มารวมเป็นเล่มเดียวก็ได้ แต่จะต้องมีคำแนะนำการใช้ คำเตือนคำแนะนำอื่นที่เกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

- เครื่องยนต์ รวมทั้งเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ระบบควบคุม
- อุปกรณ์ประกอบ

3. รูปแบบของคู่มือการใช้งานขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและชนิดของอุปกรณ์ แต่โดยทั่วไปควรมีหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

- ข้อมูลทางเทคนิค
- คำเตือน
- คำอธิบายอันตรายเกี่ยวกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- คำอธิบายอันตรายเกี่ยวกับผู้ใช้งาน
- การติดตั้ง
- การเริ่มเดินเครื่อง
- ข้อแนะนำการใช้งาน
- ข้อแนะนำการบำรุงรักษา
- แนะแนวทางการค้นหาข้อขัดข้อง
- ข้อความเกี่ยวกับการสั่งอะไหล่
- แบบแสดงวงจรไฟฟ้า
- แบบแสดงการวางเครื่องทั่วไป

1.4 กำหนดการบำรุงรักษากำหนดการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ก๊าซ เครื่องกังหันก๊าซ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.4.1 โดยทั่วไปถือเป็นความรับผิดชอบของเจ้าของที่จะให้ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้ในอาคารของเขาได้รับการบำรุงรักษา และทดสอบตามคำแนะนำที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานฉบับนี้ และตามวิธีการบริการและทดสอบเพิ่มเติมที่ได้กำหนดไว้ โดยหน่วยงานอื่นที่มีอำนาจตามกฎหมาย หรือโดยผู้ผลิตหรือผู้ขาย ผลของการตรวจสอบ ทดสอบที่ได้ทำขึ้น จะต้องบันทึกไว้ในสมุดบันทึกการทดสอบการเดินเครื่อง

1.4.2 การทดสอบประจำสัปดาห์ การทดสอบและตรวจสอบต่อไปนี้ จะต้องกระทำเป็นประจำทุกสัปดาห์

1.4.2.1 ตรวจระดับน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น น้ำที่ใช้ระบายความร้อนและเติมให้เต็มถ้าพร่องไป

1.4.2.2 ตรวจสอบน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น และน้ำที่ใช้ระบายความร้อน ว่ามีรั่วไหลที่ไหนหรือไม่

1.4.2.3 ตรวจสอบของแบตเตอรี่ที่ใช้สตาร์ทเครื่อง และเติมน้ำกลั่นถึงระดับที่เหมาะสม บันทึกแรงดันไฟฟ้าและกระแสประจุของแบตเตอรี่

1.4.2.4 เดินเครื่องในภาวะปกติเป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง บันทึกค่าต่าง ๆ ไว้ในสมุดบันทึกการทดสอบการเดินเครื่อง การเดินเครื่องประจำสัปดาห์นี้ ควรให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายไฟให้กับโหลดของอาคารด้วยอย่างน้อยสองสัปดาห์ต่อครั้ง

1.4.2.5 ตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่า อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ปรับตั้งไว้ที่ตำแหน่งการทำงานอัตโนมัติ

1.4.3 การทดสอบทุกระยะสามเดือน ทุกระยะสามเดือนนอกเหนือจากการตรวจสอบและทดสอบที่กระทำเป็นประจำทุกสัปดาห์แล้ว ควรมีการตรวจสอบและทดสอบเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1.4.3.1 ตรวจสภาพของเครื่องกรองอากาศ เครื่องกรองน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นและเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็นตรวจสภาพสายพานต่าง ๆ และเปลี่ยนใหม่ถ้าพบว่าชำรุด

1.4.3.2 ตรวจสภาพสายพานต่าง ๆ และเปลี่ยนใหม่ถ้าพบว่าชำรุด

1.4.3.3 ตรวจสภาพเกจและเครื่องวัดต่างๆ ว่าอยู่สภาพดีหรือไม่ และเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น เช่น

1. เกจแสดงความดันน้ำมันหล่อลื่น
2. เกจวัดอุณหภูมิ เครื่องยนต์
3. มาตรวัดความเร็วรอบ หรือความถี่
4. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า ประจุแบตเตอรี่

1.4.3.4 ก่อนเริ่มเดินเครื่อง ให้ทำการทดสอบและตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนี้

1. เอาฝาครอบส่วนต่าง ๆ ออก และทำความสะอาดโดยใช้เครื่องดูดฝุ่น
2. ทำความสะอาดโรเตอร์ เรคติไฟเออร์ ที่ยึดแปรงถ่าน ฯลฯ
3. ตรวจสภาพทางไฟฟ้า ว่ามีส่วนใดแสดงว่าเคยร้อนจัดหรือชำรุดถ้าพบให้ทำการแก้ไข
4. ตรวจสภาพส่วนประกอบทางไฟฟ้าว่าการฉนวนเสียหายหรือเสื่อมลงหรือไม่ ถ้ามีให้ทำการแก้ไข
5. ตรวจสภาพการต่อทางไฟฟ้าว่ามีส่วนใดหลุดหลวม ถ้ามีให้ทำการแก้ไข
6. การทดสอบการฉนวน ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
7. สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดที่ใช้แปรงถ่าน ให้ตรวจสภาพวงแหวนสลิป และแปรงถ่านดูว่ามีการชำรุดเสียหายหรือไม่ ถ้ามีให้จัดการแก้ไข

1.4.3.5 ให้ทำการตรวจสอบแผงควบคุม ก่อนการเริ่มเดินเครื่อง ดังนี้

1. เอาฝาครอบ ส่วนต่าง ๆ ออก ทำความสะอาดฝุ่นละออง โดยการใช้แปรงอ่อนและเครื่องดูดฝุ่น

2. ตรวจสอบสภาพหน้าคอนแทคว่าชำรุดเสียหายหรือไม่ ให้เปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น

3. ตรวจสอบการต่อทางไฟฟ้าของสายไฟฟ้าที่มาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและที่ต่อไปยังโหลด หากหลุดหลวมก็ขันให้แน่นเสีย หากมีสนิมก็จัดการทำให้สะอาด

4. ตรวจสภาพสายเคเบิล หากพบว่ามีส่วนใดเสียหายหรือชำรุดให้จัดการเปลี่ยนใหม่ถ้าจำเป็น

5. ตรวจสอบการใช้งานของสวิตซ์ตัดตอนและอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด ทำความสะอาดและขันส่วนที่หลุดหลวมให้แน่น เปลี่ยนใหม่ถ้าพบความบกพร่อง

6. ตรวจสอบฟิวส์ทั้งหมด ว่ามีค่าถูกต้องและติดไว้แน่นหนาดี ตรวจสภาพหลอดไฟแสดงสัญญาณและฐานรับหลอด ถ้าเสียหายให้เปลี่ยนใหม่

7. ทดสอบสภาพการฉนวนของส่วนต่าง ๆ ในกรณีที่จำเป็นการทดสอบการฉนวนต่าง ๆ ให้ปฏิบัติตามวิธีการ และมีค่าการฉนวนตามที่กำหนดของการไฟฟ้าฯ

1.4.3.6 ตรวจสอบการทำงานของเครื่องเมื่อเกิดไฟฟ้าขัดข้องเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการขัดจังหวะของการทำงานตามปกติของลิฟท์ให้ปรับให้ลิฟท์ทุกตัวลงมาอยู่ที่ชั้นล่างทำให้เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องสมมติขึ้น และตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์สตาร์ทอัตโนมัติของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการทำงานของสวิตช์สับเปลี่ยนเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดฉุกเฉิน

1.4.3.7 ให้ทำการทดสอบต่อไปนี้หลังจากเดินเครื่องจ่ายโหลดแล้วเป็นเวลา 15 นาที เช่น

1. ตรวจสอบและบันทึกค่าต่อไปนี้ในสมุดบันทึกการทดสอบ
2. ความดันน้ำมันหล่อลื่น
3. ความดันน้ำมันเชื้อเพลิง
4. อุณหภูมิเครื่องยนต์
5. แรงดันไฟฟ้าออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
6. ตรวจสอบ บันทึก และปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ หรือความถี่
7. ตรวจสอบ เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ และปรับความไวของการปรับแรงดันไฟฟ้า
8. ตรวจดูควันไอเสีย
9. ตรวจสภาพของเครื่องวัดและเกจว่าทำงานปกติ เช่น
10. เกจวัดอุณหภูมิเครื่องยนต์

11. เกจวัดความดันน้ำมันหล่อลื่น

12. มาตรวัดความเร็วรอบ หรือความถี่

13. มาตรวัดกระแสไฟฟ้า

14. มาตรวัดแรงดันไฟฟ้า

15. มาตรบันทึกจำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์

16. ตรวจสภาพหลอดไฟแสดงสภาพการทำงานของเครื่องทั้งหมดว่าทำงานเป็นปกติหรือไม่ เปลี่ยนหลอดใหม่ถ้าหลอดขาด การตรวจสอบนี้ควรทำขณะเครื่องไม่จ่ายโหลด

17. ตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ป้องกันทั้งหลาย รวมทั้งการส่งสัญญาณและการตัดวงจร ว่าปรับตั้งการทำงานไว้ถูกต้องหรือไม่

18. อุณหภูมิของเครื่องยนต์สูงเกินไป

19. ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกินไป

20 ความเร็วรอบของเครื่องสูงเกินไป

1.4.3.8 การทดสอบและตรวจสอบต่อไปนี้ ให้กระทำเมื่อหยุดเครื่องยนต์เรียบร้อยแล้ว

1. ตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่า สวิตซ์ รีเลย์ และคอนแทคเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องสำหรับการทำงานในสภาวะการทำงานอัตโนมัติ

2. ตรวจระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในถังบรรจุและเติมให้เต็ม

3. ตรวจสอบและบันทึกแรงดันและกระแสประจุของแบตเตอรี่

5. ตรวจท่อและรอยต่อต่าง ๆ ว่ามีการรั่วไหลหรือไม่ ถ้ามีให้จัดการแก้ไขเสีย คือ

6. ท่อน้ำหล่อเย็น

7. ท่อของเครื่องระบายความร้อนน้ำมันหล่อลื่น

8. ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

1.4.4 การทดสอบทุกครึ่งปี ทุกระยะครึ่งปีจะต้องทำการตรวจสอบและทดสอบเพิ่มเติมจากการทดสอบทุก 3 เดือน ดังนี้

1.4.4.1 ใส่น้ำมันจารบีตามแบริ่งพัดลมและแบริ่งปั๊มน้ำ

1.4.4.2 เปลี่ยนน้ำหล่อเย็นในรังผึ้งหม้อน้ำ

1.4.4.3 ตรวจไส้กรองอากาศและไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น

1.4.4.4 ตรวจลิ้งเกจของกัฟเวินเนอร์ว่าทำงานคล่องตัวดี

1.4.5 การทดสอบประจำปี การทดสอบประจำปีจะต้องทำทุกรายการที่กล่าวไหว้ในการทดสอบทุก 3 เดือน และทุกครึ่งปี รวมทั้งการทดสอบอื่น ๆ ที่ผู้ผลิตแนะนำไว้ๅอกจากนี้ยังต้องทำการตรวจสอบและทดสอบดังต่อไปนี้

14.5.1 ตรวจสภาพน้ำมันหล่อลื่น ถ่ายออกและบรรจุน้ำมันหล่อลื่นใหม่ให้เต็มถ้าเห็นว่าจำเป็น

1.4.5.2 เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นอย่างไรก็ตามจะต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นอย่างน้อยทุก 3 ปี

1.5 ระบบความปลอดภัยมาตรฐานของระบบความปลอดภัยให้อนุโลมใช้ระบบความปลอดภัยตามที่กำหนดไว้ดังนี้

1.5.1 อันตรายทางกล

1.5.1.1 ส่วนที่หมุนหรือเคลื่อนไปมาได้ จะต้องปิดมิดชิด หรือมีการ์ดป้องกัน ยกเว้นส่วนที่ควบคุมการทำงานด้วยมือ

1.5.1.2 ส่วนที่มีความร้อนสูงพอที่จะเป็นอันตรายเมื่อถูกต้อง จะต้องมีการ์ดป้องกันเพียงพอ

1.5.1.3 อันตรายจากอัคคีภัย

1. จะต้องไม่ตั้งถังน้ำมันเชื้อเพลิงไว้เหนือระบบท่อไอเสียหรือในที่ซึ่งถ้าน้ำมันเกิดรั่วไหลจะเข้าไปยังทางเข้าระบบไอดี

2. ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นจะต้องติดตั้งห่างจากผิววัสดุใด ๆ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 220 °C มากกว่า 50 มม. รอยต่อท่อจะต้องไม่อยู่เหนือที่ที่มีอุณหภูมิเกินกว่า 220 °C ซึ่งหากเกิดการรั่วไหลอาจจะหยดลงไปถูกต้อง และทำให้เกิดไฟไหม้ได้

3. ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอ่อนตัวได้ จะต้องทำจากวัสดุที่เหมาะสำหรับใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงถึง 220 °C

4. วัสดุที่ใช้ทำกล่องหรือส่วนปกปิด จะต้องไม่ติดไฟ

5. ฉนวนหุ้มสายไฟจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิโดยรอบ

6. ขนาดของสายไฟฟ้ากำลัง คอนแทค และขั้วต่อสาย จะต้องเลือกใช้กับการใช้งานซึ่งจะทำให้มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้

7. ความเร็วรอบเกิน ความเร็วของส่วนที่หมุนทั้งหลายที่เกินกำหนดไปก็อาจทำให้เกิดอันตรายได้สูง จึงควรที่จะมีระบบป้องกันไว้อย่าให้สูงถึงระดับอันตรายได้

1.5.2 อันตรายทางไฟฟ้า

1.5.2.1 การต่อลงดินและการเชื่อมต่อกับสายดินอุปกรณ์หลักทุกชนิดที่เป็นโลหะจะต้องต่อลงดินด้วยตัวนำที่มีขนาดเหมาะสม

1.5.2.2 การป้องกันอันตรายจากการลัดวงจร ควรรวมอยู่ในการออกแบบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือติดตั้งเพิ่มเติมในภายหลัง

1.5.2.3 ส่วนที่มีไฟฟ้าไหลผ่านจะต้องมีการป้องกันไม่ให้แตะต้องถึงได้ ในการทำงานตามปกติ

1.5.2.4 ตำแหน่งของอุปกรณ์ปรับค่าและอุปกรณ์ควบคุมที่มิต้องปรับค่าหรือควบคุมเป็นประจำทุกวัน จะต้องอยู่ในที่ที่ทำงานโดยปลอดภัยด้วยเช่นกัน รายละเอียดการต่อลงดินดูใน ผนวก ง.

1.5.3 อันตรายต่อสุขภาพ

1.5.3.1 เสียงรบกวนและการสั่นสะเทือน เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งควรได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับที่เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย (ถ้ามี)

1.5.3.2 น้ำมันหล่อลื่น การทำงานเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่นอาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ จึงควรปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตชั้นนำต่าง ๆ

1.5.3.3 น้ำมันเชื้อเพลิง การทำงานเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ จึงควรปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตชั้นนำต่าง ๆ

1.5.3.4 ควันจากไอเสีย ควันจากไอเสียเป็นพิษต่อสุขภาพ ดังนั้น จึงจะต้องดำเนินมาตรการต่าง ๆ ที่พอจะมั่นใจได้ว่าไม่มีไอเสียรั่วหรือเข้ามาในห้องเครื่องหรือเข้ามาในอาคารที่มีคนทำงานได้

1.5.3.5 แบตเตอรี่ การทำงานเกี่ยวกับอีเลคโตรไลท์ของแบตเตอรี่ และการประจุแบตเตอรี่อาจมีอันตรายต่อสุขภาพได้ดังนั้นจึงควรปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตชั้นนำต่าง ๆ

1.5.3.6 การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.5.3.7 แอสเบสตอส ฝุ่นแอสเบสตอสเป็นอันตรายต่อสุขภาพ วัสดุอื่นที่เทียบเท่าแอสเบสตอสที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันควรนำมาหุ้มท่อไอเสีย หรือใช้เป็นตัวกำบังความร้อน หากจำเป็นต้องใช้แอสเบสตอส ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง โดยหุ้มแผ่นอลูมินัมหรือสังกะสีโดยรอบสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและนโยบายความปลอดภัย จะต้องถือเป็นหน้าที่ของเจ้าของผู้ใช้เครื่อง ที่จะต้องสร้างความตระหนักเกี่ยวกับอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นในการติดตั้งและการใช้อุปกรณ์ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยควรกำหนดไว้ใน“นโยบายสุขภาพและความปลอดภัย” ของบริษัท ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทุกคนตระหนักไว้เสมอถึงอันตรายและมาตรการต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความมั่นใจในความปลอดภัยในการทำงาน

ภาคผนวก ข
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

1. การศึกษาเปรียบเทียบอัตราตามช่วงเวลาของวันและอัตราตามช่วงเวลาของการใช้จากการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
2. การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU
3. การผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
4. การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

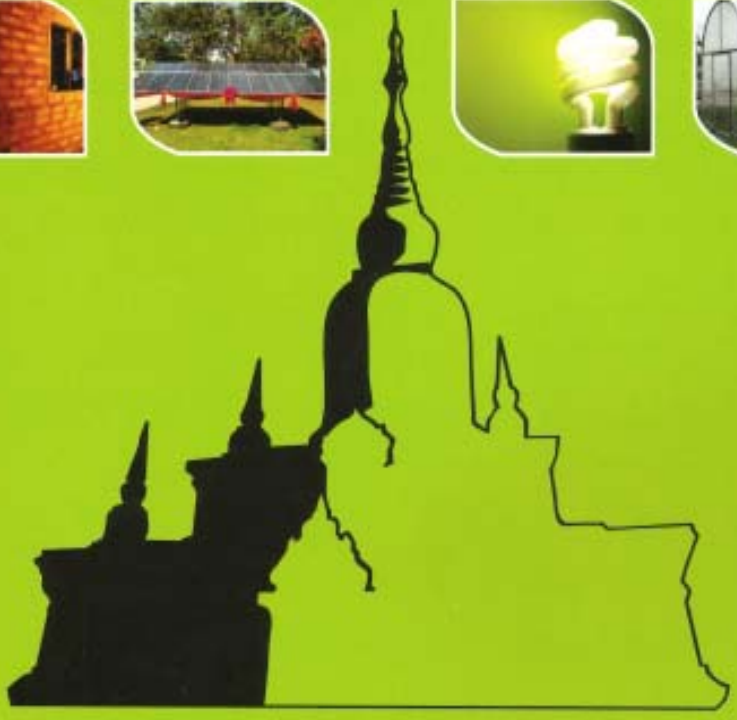
การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8

The 8th Conference on Energy Network of Thailand; E-NETT 8

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พลังงานและนวัตกรรมสีเขียวเพื่ออนาคตอาเซียน

Green Energy and Innovations for ASEAN's Future



วันที่ 2-4 พฤษภาคม 2555 โรงแรมตักสิลา จังหวัดมหาสารคาม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8

รศ.ดร. กุลเชษฐ์ เพียรทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รศ.ดร. ฐานิตย์ เมธิยานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รศ.ดร. ณัฏฐ์ กาศยปนันทน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. นรินทร์ วัฒนกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ.ดร. พงษ์เจต พรหมวงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. มานะ อมรกิจบำรุง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. สมเกียรติ ปรัชญาวรากร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. อดิศักดิ์ นาถกรณกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. สัมพันธ์ ฤทธิเดช	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร. สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร. เสริม จันทร์ฉาย	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ.ดร. จินดา เจริญพรพาณิชย์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร. กิตติ สถาพรประสาธน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร. จุฬาภรณ์ เบญจปิยะพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร. ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. ธนรัฐ ศรีวีระกุล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. อำไพศักดิ์ ทีบุญมา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. ชัยยงค์ เตชะไพโรจน์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ.ดร. นริส ประทินทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. ปรีชา เติมสุขสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. จิรวรรณ เตียรถ์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. ธนิต สวัสดิ์เสวี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. สมบูรณ์ เวชกามา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. วันชัย ฉิมฉวี	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
ผศ.ดร. ศักดิ์ระวี วีระกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ผศ.ดร. ศิริ ดวงพร	มหาวิทยาลัยราภัฏอุดรธานี

ผศ.ดร. สมชาย มณีวรรณ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. นิพนธ์ เกตุจ้อย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. เจริญพร เลิศสถิตธนกร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. บพิธ บุปผโชติ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. ณัฐพล ภูมิสะอาด	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. มณีรัตน์ องค์วรรณดี	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. อดิศักดิ์ ปัตติยะ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. อนุสรณ์ แสงประจักษ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. กันย์ วงศ์เกษม	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. ดาเรศน์ กิตติโยภาส	กรมส่งเสริมการเกษตรและ สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ดร. ชลิดา เนียมนุ้ย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. ชัยยันต์ จันทร์ศิริ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร. ณรงศ์ อึ้งกิมบ้วน	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร. เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. จักรมาส เลาหวณิช	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. ณัฐวุฒิ สุวรรณทา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. นเรศ มีโส	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. นุชิดา สุวแพทย์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. พลกฤษณ์ จิตต์โต	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. ละมุล วิเศษ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. สุนันทา เลาวัณย์ศิริ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. สุพรรณ ยั่งยืน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. อรอุมา ลาสุนนท์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นายปรีชา ศรีประภาการ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. วทัญญู รอดประพัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ดร. กิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ดร. ระวี พรหมหลวงศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

การศึกษาเปรียบเทียบอัตราตามช่วงเวลาของวันและอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ จากการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

Comparison study of TOD and TOU buying rate for Natural Gas Generator Electricity Generation for reducing Power demand in Industrial Case study : Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited

โชคทวี นนท์ไพวัลย์[1,*] บุญยัง ปลั่งกลาง[1] และวินัย คำทวี[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ : 0-2549-3400

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
199/19 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ : 043-222-595-61

E-mail: Nonprivun@hotmail.com , pboonyang2005@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาเปรียบเทียบอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD)และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) จากการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี ช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด คือ ตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 22:30 น. มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW มีแนวทางการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติขนาด 510 kW จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด510kWมีกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,307,240 kWh/ปี อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี งบประมาณในการลงทุนประมาณ 5,000,000 บาท ค่าบำรุงรักษา 100,000 บาท/ปี และอายุของโครงการ 10 ปี ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท/ลิตร ราคาเชื้อเพลิงประมาณ 4,883,658 บาท/ปี อัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) อัตราค่าไฟฟ้า 0.76 BahtkWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 3,040,002 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.64 ปี(20เดือน) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 12,679,292 บาท และ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้(TOU) อัตราค่าไฟฟ้า 0.57 BahtkWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4,038,008 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.24 ปี(15เดือน) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 18,811,540 บาท ราคาก๊าซธรรมชาติ 14 บาท/ลิตร ราคาเชื้อเพลิงประมาณ 8,043,672 บาท/ปี อัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) อัตราค่าไฟฟ้า 2.05 BahtkWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ - 120,012 บาท/ปี และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ - 6,737,414 บาท และอัตราตามช่วงเวลาของ

การใช้(TOU) อัตราค่าไฟฟ้า 1.62 Baht/kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 877,994 บาท/ปี และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ - 605,166 บาท

คำหลัก : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ, อัตราตามช่วงเวลาของวัน, อัตราตามช่วงเวลาของการใช้

Abstract

This paper presents comparison study of time of day rate(TOD) and Time of use rate(TOU) buying rate for natural gas generator electricity generation for reducing power demand in industrial case study : Oki Data Manufacturing (Thailand) company limited. The company has electric consumption of 8,833,738 kWh/year in 2010. The maximum power demand and electric consumption was between 8 AM. – 22.30 PM. average power demand 1,850 kW. The implementation of natural gas generator 510 kW can electricity generation and reduce peak cut by 510 kW which is an annual electricity generation of 2,307,240 kWh/year rate fuel consumption 574,548 liter/year investment costs this project are 5,000,000 baht expenses maintenance of 100,000 baht/year and the period project is 10 year. Natural gas fuel price 8.50 bath/liter expenses fuel consumption of 4,883,658 baht/year. Time of day rate(TOD) rate electric consumption 0.76 Bath/kWh cost saving of 3,040,002 bath/year payback period is 1.64 year(20 month) and net present value of 12,679,292 baht. Time of use rate(TOU) rate electric consumption 0.57 baht/kWh cost saving of 4,038,008 bath/year payback period is 1.24 year(15 month) and net present value of 18,811,540 baht. Natural gas fuel price 14 baht/liter expenses fuel consumption of 8,043,672 baht/year. Time of day rate(TOD) rate electric consumption 2.05 baht/kWh cost saving of -120,012 baht/year and net present value of - 6,737,414 baht. Time of use rate(TOU) rate electric consumption 1.62 Baht/kWh cost saving of 877,994 baht/year and net present value of - 605,166 baht.

Keywords : Natural Gas Generator, Time of Day Rate, Time of Use Rate

1. บทนำ

บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง(ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จ.พระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่ผลิตเครื่องพิมพ์ โดยมีโครงการที่จะผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเปรียบเทียบกับการคิดอัตราค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบส่งจ่ายขนาดแรงดัน 22-33 กิโลโวลท์ ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ทั้ง 2 อัตรา ระหว่าง อัตราตามช่วงเวลาของวัน(Time of Day Rate:TOD) เปรียบเทียบกับอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate:TOU) เพื่อเปรียบเทียบว่าราคา

ก๊าซธรรมชาติราคา 8.50 บาท/ลิตร กับราคาก๊าซธรรมชาติราคา 14 บาท/ลิตร นั้นอัตราค่าไฟฟ้าช่วงไหนที่มีผลการประหยัดและมีจุดคุ้มทุนที่น่าลงทุนมากที่สุด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราค่าไฟฟ้า

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบส่งจ่ายขนาดแรงดัน 22-33 กิโลโวลท์ ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่[1] มีอัตราของการใช้อยู่ 2 อัตรา คือ อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate:TOD) ช่วงเวลา On-Peak ตั้งแต่เวลา 18:30 น. – 21:30 น. ของทุกวันหาได้จากสมการ(1) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate:TOU) ช่วงเวลา On Peak เวลา 9:00 น. – 22:00 น. ของทุกวันจันทร์ – วันศุกร์และวันพืชมงคล หาได้จากสมการ(2) ช่วงเวลา Off Peak เวลา 22:00 น. – 9:00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ และวันพืชมงคลและเวลา 0:00 น. – 24:00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์,วันแรงงานแห่งชาติ,วันพืชมงคลที่ตรงกับวันเสาร์-อาทิตย์และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

$$CE_{TOD} = (D \times DC) + (E_{peak} \times EC_{peak}) \quad (1)$$

$$CE_{TOU} = (D \times DC) + (E_{peak} \times EC_{peak}) + (E_{offpeak} \times EC_{offpeak}) \quad (2)$$

เมื่อ CE คือ ค่าไฟฟ้า(บาท/เดือน)

D คือ ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน (กิโลวัตต์)

DC คือ ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า(บาท/กิโลวัตต์)

E คือ หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในรอบเดือน (กิโลวัตต์ชั่วโมง)

EC คือ ราคาหน่วยไฟฟ้า(บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กคือการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กหรือการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น ถ้าป้อนกำลังงานกลเข้าที่เพลาและจ่ายกระแสไฟฟ้ากระตุ้น(Field current) เข้าไปยังขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ[2]

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นั้นหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$hp = kW / 745.7\ Watt \quad (3)$$

เมื่อ 1 hp = 745.7 Watt

เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นสามารถหาขนาด kVA ได้จากสมการต่อไปนี้

$$kVA = kW / PF \quad (4)$$

อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง(Fuel Consumption) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณโหลดที่ใช้ โดยปกติเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA จะใช้เชื้อเพลิงประมาณ 200 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่องที่ 100% แต่ถ้าเดินโหลดที่ 50% อัตราการใช้เชื้อเพลิงก็จะประมาณ 100 ลิตร/ชั่วโมง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกยี่ห้อจะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกัน หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{Fuel consumption} = kVA / 5\ \text{Liter} \quad (5)$$

เมื่อ Fuel consumption(Liter/Hr.)

2.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติ(Natural Gas)เป็นก๊าซที่มีความปลอดภัยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆและเมื่อนำมาอัดจนมีความดันสูงประมาณ 3,000 - 3,600 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของยานยนต์ ก๊าซธรรมชาติจะประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆดังนี้

- มีสถานะเป็นก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น ซึ่งจะคงสถานะก๊าซได้ภายใต้ความดันสูง
- มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว
- มีขีดจำกัดการติดไฟหมายถึงสัดส่วนไอเชื้อเพลิงในอากาศที่จะลุกไหม้ได้เมื่อมีประกายไฟ ประมาณร้อยละ 5 – 15 ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ
- มีอุณหภูมิจุดติดไฟประมาณ 650 ºC ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ

2.4 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์[3] มีวิธีดังต่อไปนี้

2.4.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$PB = C_T / S_C \quad (6)$$

เมื่อ PB คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

C_T คือ เงินลงทุน (บาท)

S_C คือ ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด (บาท/ปี)

2.4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (7)$$

เมื่อ n คือ อายุของโครงการ(ปี)

ES_t คือ ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_o คือ เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

i คือ อัตราลดค่า (discount rate)

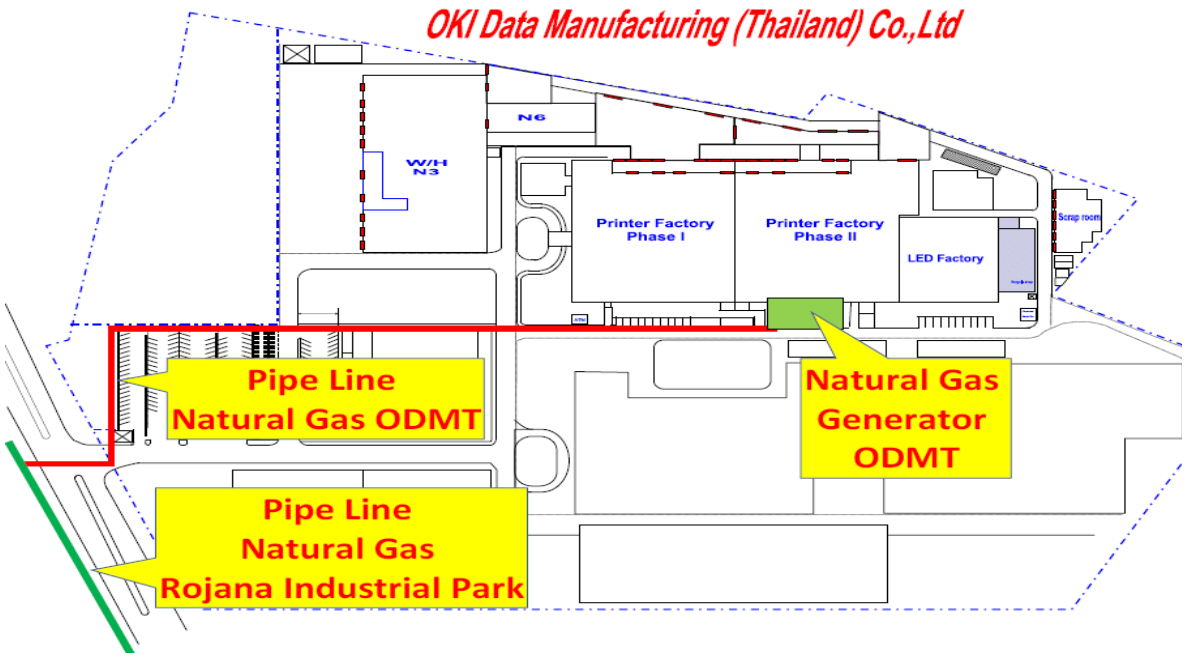
2.4.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$-I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (8)$$

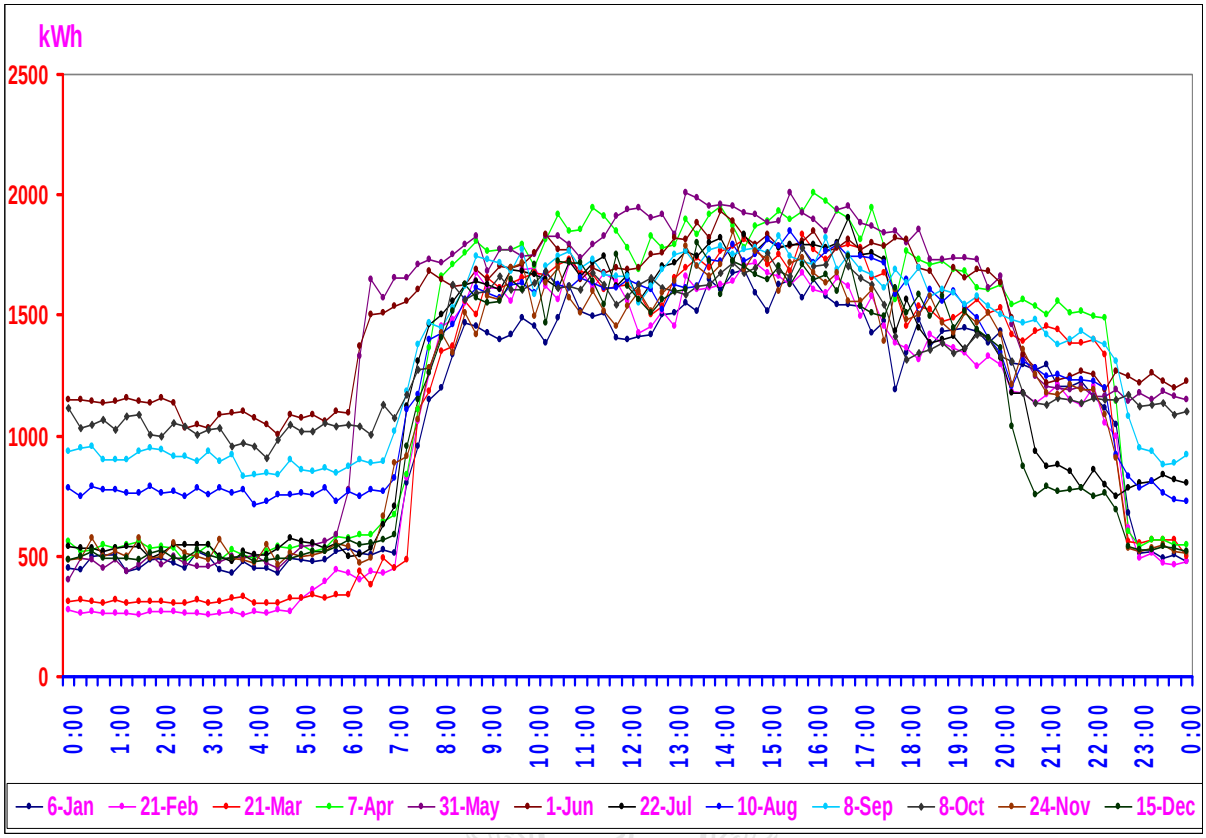
เมื่อ IRR คือ อัตราผลตอบแทนภายใน

3. การทดสอบและวิเคราะห์ผล

ระบบการส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติของบริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จะส่งจ่ายผ่านท่อก๊าซธรรมชาติของสวนอุตสาหกรรมโรจนะแสดงได้จากรูปที่ 1 ส่วนการตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลา คือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลานี้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอ[4] แสดงได้จากกราฟรูปที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จะใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ยี่ห้อ CATERPILLAR รุ่น 508GE01 DM0536 50 Hz 1,500rpm 400Volts PF 0.8 ขนาด 8 สูบ กำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW (637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1,500รอบ/นาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น.ทำงาน 26 วัน/เดือน



รูปที่ 1 ระบบท่อส่งจ่ายก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 2 กราฟโหลดวันที่เกิดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของปี พ.ศ. 2553

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine)ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นหาได้จากสมการ (3)ต่อไปนี้

HP = kW / 745.7

= 510 kW / 745.7 W

= 684 HP

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW นั้นสามารถหาขนาด kVA ได้จากสมการ(4)ต่อไปนี้

kVA = kW / PF

= 510 kW / 0.8

= 637 kVA

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกยี่ห้อจะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกันหาจากสมการ (5)ต่อไปนี้

Fuel consumption = kVA / 5 Liter

= 637 kVA / 5 Liter

= 127 Liter/Hr.

การผลิตพลังงานไฟฟ้า = 510kW x 14.5ชั่วโมx 26วัน x 12เดือน

= 2,307,240 kWh/ปี

สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง = 127ลิตร x14.5ชั่วโมง x 26วันx12เดือน

= 574,548 ลิตร/ปี

3.1 ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 8.50 บาท

= 4,883,658 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 บาท/ปี

เงินลงทุน = 5,000,000 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD)

$CE_{TOD} = (D \times DC) + (E_{peak} \times EC_{peak})$

DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า(2.7815บาท/kWh)

EC_{peak} : ราคาหน่วยไฟฟ้า(285.05บาท/kW)

CE_{TOD} = (510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12 เดือน x 2.7815) + (510kW x12 เดือนx 285.05)

= 8,162,094 บาท/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= - 138,434 บาท/ปี

= 8,162,094 + (-138,434)

= 8,023,660 บาท/ปี

M_{save} = 8,023,660 - 4,883,658 - 100,000

= 3,040,002 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

M_{PEA} = CE_{TOD} / kWh

= 8,023,660 / 2,307,240

= 3.48 Bath/kWh

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

M_{NGV} = kWh / M_{save}

= 2,307,240 / 3,040,002

= 0.76 Baht/kWh

ระยะเวลาคืนทุน = 5,000,000 / 3,040,002

= 1.64 ปี (20 เดือน)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	3,040,002	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 x 10 ปี

= 1,000,000 บาท

P = 3,040,002 x (P/A , 10% , 10)

= 3,040,002 x 6.1445

= 18,679,292 บาท

NPV= - 5,000,000 - 1,000,000 + 18,679,292

= 12,679,292 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOU)

CE_{TOU}=(DxDC) + (E_{peak}xEC_{peak}) + ($E_{offpeak}$x$EC_{offpeak}$)

DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า(3.7731บาท/kWh)

EC_{peak} : ราคาหน่วยไฟฟ้า(132.93บาท/kW)

$EC_{offpeak}$: ราคาหน่วยไฟฟ้า(2.2695บาท/kWh)

CE_{TOU} = (510kW x 13ชั่วโมง x 26วัน x 12 เดือน x 3.7731) + (510kW x 12 เดือน x 132.93) + (510kW x 1.5 ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.2695)

= 9,160,100 บาท/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= - 138,434 บาท/ปี

= 9,160,100 + (-138,434)

= 9,021,666 บาท/ปี

M_{save} = 9,021,666 - 4,883,658 - 100,000

= 4,038,008 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

M_{PEA} = CE_{TOU} / kWh

= 9,021,666 / 2,307,240

= 3.91 Baht/kWh

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

M_{NGV} = kWh / M_{save}

= 2,307,240 / 4,038,008

= 0.57 Baht/kWh

ระยะเวลาคืนทุน = 5,000,000 / 4,038,008

= 1.24 ปี (15 เดือน)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	4,038,008	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 x 10 ปี

= 1,000,000 บาท

P = 4,038,008 x (P/A , 10% , 10)

= 4,038,008 x 6.1445

= 24,811,540 บาท

NPV = -5,000,000 - 1,000,000 + 24,811,540

= 18,811,540 บาท

3.2 ราคาก๊าซธรรมชาติ 14 บาท

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 14บาท

= 8,043,672 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 บาท/ปี

เงินลงทุน = 5,000,000 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD)

CE_{TOD} = (D x DC) + (E_{peak} x EC_{peak})

DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า(2.7815บาท/kWh)

EC_{peak} : ราคาหน่วยไฟฟ้า(285.05บาท/kW)

CE_{TOD} = (510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12 เดือน x 2.7815) + (510kW x 12 เดือน x 285.05)

= 8,162,094 บาท/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= - 138,434 บาท/ปี

= 8,162,094 + (-138,434)

= 8,023,660 บาท/ปี

M_{save} = 8,023,660 - 8,043,672 - 100,000

= -120,012 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

M_{PEA} = CE_{TOD} / kWh

= 8,023,660 / 2,307,240

= 3.48 Baht/kWh

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

M_{NGV} = ((kWh - M_{save}) + kWh)) / kWh

= (2,307,240 - 120,012) + 2,307,240)) / 2,307,240

= 2.05 Baht/kWh

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	-120,012	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 x 10 ปี

= 1,000,000 บาท

P = -120,012 x (P/A , 10% , 10)

= -120,012 x 6.1445

= - 737,414 บาท

NPV = -5,000,000 - 1,000,000 + (-737,414)

= - 6,737,414 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOU)

CE_{TOU} = (D x DC) + (E_{peak} x EC_{peak}) + ($E_{offpeak}$ x $EC_{offpeak}$)

DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า(3.7731บาท/kWh)

EC_{peak} : ราคาหน่วยไฟฟ้า(132.93บาท/kW)

$EC_{offpeak}$: ราคาหน่วยไฟฟ้า(2.2695บาท/kWh)

CE_{TOU} = (510kW x 13ชั่วโมง x 26วัน x 12 เดือน x 3.7731) + (510kW x 12 เดือน x 132.93) + (510kW x 1.5 ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.2695)

= 9,160,100 บาท/ปี

Ft = - 0.06 (ก.ค. 2554)

= - 0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= - 138,434 บาท/ปี

= 9,160,100 + (-138,434)

= 9,021,666 บาท/ปี

M_{save} = 9,021,666 - 8,043,672 - 100,000

= 877,994 บาท/ปี

M_{PEA} = CE_{TOU} / kWh

= 9,021,666 / 2,307,240

= 3.91 Baht/kWh

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

M_{NGV} = ((kWh - M_{save}) + kWh)) / kWh

= (2,307,240 - 877,994) +

2,307,240)) / 2,307,240

= 1.62 Baht/kWh

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	877,994	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 x 10 ปี

= 1,000,000 บาท

P = 877,994 x (P/A , 10% , 10)

= 877,994 x 6.1445

= 5,394,834 บาท

NPV =-5,000,000 - 1,000,000 + 5,394,834

= - 605,166 บาท

4. สรุปผล

การศึกษาเปรียบเทียบราคาก๊าซธรรมชาติ 8.50 บาท/ลิตรและแนวโน้มของราคาก๊าซธรรมชาติ 14บาท/ลิตรจากการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติขนาด 510kW (637kVA) อัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน คือตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 22:30 น. ทำงาน 26 วัน/เดือน สามารถผลิตพลังไฟฟ้าและ ลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้510kWกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,307,240 kWh/ปี สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี งบประมาณ ในการลงทุนประมาณ5,000,000 บาทค่าบำรุงรักษา 100,000 บาท/ปี อายุของโครงการ 10 ปี ราคา ก๊าซธรรมชาติ8.50บาท/ลิตรราคาเชื้อเพลิงประมาณ 4,883,658 บาท/ปี อัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) อัตราค่าไฟฟ้า 0.76 Bath/kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 3,040,002 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน1.64ปี (20เดือน)และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 12,679,292 บาท และ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้(TOU) อัตราค่าไฟฟ้า 0.57 Bath/kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4,038,008 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.24 ปี(15เดือน) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 18,811,540บาท ราคาก๊าธรรมชาติ 14บาท/ลิตร ราคาเชื้อเพลิงประมาณ 8,043,672 บาท/ปีอัตราตามช่วงเวลาของวัน(TOD) อัตราค่าไฟฟ้า2.05Bath/kWhคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้--120,012บาท/ปีและมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ-6,737,414บาท และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้(TOU) อัตราค่าไฟฟ้า 1.62 Bath/kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 877,994 บาท/ปี และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ - 605,166 บาท

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายโอซามุ โยชิดะ นายมาซาฮิโร่ มูนากาตะ นายเรียวจิ คาวะซึ นายทวิต อาจชนะ นายธาตรี ฉิมพาลี นายชนะ วันดาคุณ นายเดชชนะ ขันทองและคณะผู้บริหารของบริษัท โอกิดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่านที่สนับสนุนสถานที่ทำการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษพลังงาน(2547). ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบพลังงานอาวุโสด้านไฟฟ้า,

[2] สุชาติ ปรีชาธร (2553). การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม,

[3] โชคทวี นนท์ไพวัลย์, บุญยัง ปลั่งกลาง (2554). การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ไฟฟ้า กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด, *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

[4] โชคทวี นนท์ไพวัลย์, บุญยัง ปลั่งกลาง, และวินัย คำทวี(2554), การผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการไฟฟ้า สูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา :บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด, *การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบ พลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย*, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง

7. ประวัติผู้เขียนบทความ

นายโชคทวี นนท์ไพวัลย์ ปัจจุบันเป็นวิศวกร บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย)จำกัดและกำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายบุญยัง ปลั่งกลาง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก Dr.-Ing. (Electrotechnik) Kassel University Germany ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พล.ต. วินัย คำทวีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท M.S.E.E. GIT USA. , M.S.E. (System) University of Penn. USA.ปัจจุบันดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Electrical Engineering Network 2012

of Rajamangala University of Technology (EENET 2012)

CONFERENCE TOPICS

GROUP 1 (PE)
Power Electronics, Electric Machines, Motor Control and Drive, Measurement, Control and Robotics.

GROUP 2 (PW)
Power System, Transmission and Distribution, High Voltage and Electrical Energy, Generating Systems.

GROUP 3 (RE)
Renewable Energy, Energy Saving Technologies, Industry Specific Energy Conversion and Conditioning Technologies, Materials for Energy and Environment.

GROUP 4 (TE)
Telecommunication, Electronics, Information and Communication Technologies, Antennas, Microwave Theory and Techniques.

GROUP 5 (CP)
Computer Technologies and Network, Computer Graphics, Machine Learning and Human-Computer Interaction.

GROUP 6 (GN)
Education in Electrical Engineering, Simulation Software and Design tools, Related Topics in Electrical Engineering.

EENET 2012

GRAND PARADISE HOTEL
Nong Khai, THAILAND
April 3-5, 2012

รายชื่อผู้พิจารณาบทความการประชุมเครือข่ายวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4

รศ.ดร. วีระเชษฐ์ ขันเงิน	
รศ.ดร. วิจิตร กิณเรศ	
รศ.ดร. มนตรี ศิริปรัชญานันท์	
รศ.ดร. เควิน ปิยะรัตน์	
รศ.ดร. เดชา พวงดาวเรือง	
รศ.ดร. วิบูลย์ ชื่นแขก	
รศ.ดร. เสถียร ธัญญศรีรัตน์	
ผศ.ดร. แนบบุญ หุนเจริญ	
ผศ.ดร. อภินันท์ อุรโสภณ	
ผศ.ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล	
ผศ.ดร. อาทิตย์ โสตรโยม	
ผศ.ดร. เผดิจ เผ่าละออ	
ผศ.ดร. กองพล อารีรักษ์	
ดร. ยุทธนา ขำสุวรรณ์	
ดร. นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์	
รศ.ดร. โกศล โอพารไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
ดร. อุเทน คำน่าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
นายณรงค์ นันทกุศล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
ผศ. กฤษดา ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
นายเอกทัศน์ พฤษวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
ดร. จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
ผศ. ชาญชัย เดชธรรมรงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่
ดร. จักรกฤษณ์ เคลือบวัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
นายสมนึก เครือสอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
นายทัศนะ ถมทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
นายณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก

ผศ. อภิศักดิ์ ขันแก้วหล้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
ผศ.สุรสิทธ์ แสนทอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
นายเอกลักษณ์ สุมนพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
นายปรีชา มหาไม้	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
นายก่อเกียรติ อ๊อดทรัพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พื้นที่ตาก
รศ.ดร. ธวัช เกิดชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ดร. พินิจ ศรีธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ผศ. ประเสริฐ เผื่อนหมื่นไวย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ผศ. พันธ์พงศ์ อภิชาติกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ผศ. สุทธินันท์ ต้นโพธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ผศ. ศิริชัย ลาภาสระน้อย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ผศ. กฤตวิทย์ บัวใหญ่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ผศ. วุฒิชัย สง่างาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
นายกิตติวุฒิ จีนนะบุตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
นายรุ่งเพชร ก่องนอก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
นายเอกจิต คุ้มวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
นางอุษา คงเมือง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
นายชิติสรรค์ วิชิโต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
ดร. วรรณรีย์ วงษ์ไตรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา
นายบุญช่วย เจริญผล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จ.กรุงเทพ
นายวุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จ.กรุงเทพ
นายชูศักยฐ กมลขันติธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จ.กรุงเทพ
นายวินัย เมธาวิทิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จ.กรุงเทพ
นายชาญฤทธิ์ ธาราสันติสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จ.กรุงเทพ
นายประหยัด กองสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.จันทบุรี
นายภัทรพงศ์ อัญชันภาติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.จันทบุรี
นายสมพล โคศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.จันทบุรี
นายทัศพันธ์ สุวรรณทัต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.จันทบุรี
นายจตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ

นายพูนศรี วรรณการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ดร. นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายนิติพันธ์ คุณประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายธนารัตน์ ตันมณีประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายทง ลานธารทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายสมเกียรติ ทองแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ผศ. พิชญ ดาราพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายมนัส บุญเทียรทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายพนา ดุสิตากร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ผศ. กิจจา ลักษณ์อำนวยการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ผศ. โกศล นิธิโสภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ผศ. จรินทร์ จุลวานิช	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายนิลมิต นิลาส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายเกรียงไกร เหลืองอำพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายวณพันธ์ วัยวุฒิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
นายณัฏฐ์วรินทร์ ทองรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ผศ. ศรีศักดิ์ น้อยไร่ภูมิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จ.กรุงเทพ
ผศ.ดร. ประมุข อุณหเลขกะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
นางสาวพัชรนันท์ ศรีธนาอุทัยกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
ผศ. สรายุทธ ทองกุลภัทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
ผศ. วารุณี ศรีสงคราม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
ดร. ยุทธนา กันทะพะเยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
ผศ. เฉลิมพล เรืองพัฒนาวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
ผศ. กระจ่าง พิทักษ์วงศ์วิทยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
ดร. ศรีสุดา ไชยทองสุก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
รศ. นภัทร วัจนเทพินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.นนทบุรี
รศ. สมพันธ์ อำพาวัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา

ดร. ชูวงศ์ วัฒนศักดิ์ภูบาล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา
ผศ. วิสุทธิ์ พงศ์พฤกษธาตุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา
ดร. สุริยา แก้วอาษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ดร. นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ดร. เมธา ทัศคร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ดร. นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ผศ. วิชัย ครองกิจศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายเอกวิทย์ หายักวงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายวีระ ธันยาภิรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายรัก สกุลพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายนครินทร์ ศรีปัญญา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายกฤตยา สมสัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายจีระพงศ์ ศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายวีระชัย จรบุรมย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นายปฏิวัติ บุญมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.สุพรรณบุรี
นายเฉลียว เกตุแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.สุพรรณบุรี
ผศ.ดร. ปรีชา สาคะรังค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.สุพรรณบุรี
ดร. ภัควัฒน์ จันทร์ตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.สุพรรณบุรี
นายไพบูลย์ เกียรติสุขคณธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ.สุพรรณบุรี
รศ. พันธ์ พิริยะวรรธน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร. ประวิช เปรียบเหมือน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร. ศักดิ์วีระ ระวีกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ. ประยงค์ เสาร์แก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ. จักรวัฒน์ บุตรบุญชู	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ดร. สุระ ตันดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ดร. ณรงค์ สีหาจ่อง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร. สมชัย หิรัญวโรดม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. วันชัย ทรัพย์สิงห์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. วิชัย ผดุงศิลป์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผศ. ศิริชัย แดงเอม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. ณัฐวุฒิ โสมะเกษตรินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. บุญยัง ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สุรินทร์ แหงมงาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. กฤษณ์ชนม์ ภูมิกิตติพชญ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. ณฐภัทร พันธ์คง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายพินิจ จิตจริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายสมชาย เบียนสูงเนิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายพร้อมศักด์ อภิรติกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายนิติพงศ์ ปานกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายธีระพล เหมือนขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายณัฐพล หาอุปละ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. จินตนา นาคะสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. ปราชญ์ ดาบบัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. จักรี ศรีนนท์ฉัตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.อำนวย เรืองอำนวย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ไพฑูรย์ รักเหลือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายวิโรจน์ พิราจเนนชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายพงศ์ศักดิ์ อำภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายบุญยิ่ง นบนอบ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายอภิรดา นามแสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. สุทินัน พรอนุรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. วินัย วิชัยพาชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. กิตติวัณณ์ นิ่มเกิดผล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. อิฐอารัญ ปิติมล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นายณัชติพงศ์ อูทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU

Comparison study of Diesel Generator and Natural gas Generator Electricity Generation for reducing Power demand in Industrial by buying rate TOD and TOU

โชคทวี นนท์ไพวัลย์[1] บุญยัง ปลั่งกลาง[1] และวินัย คำทวี[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ : 0-2549-3400

[2] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

199/19 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ : 043-222-595-61

E-mail: Nonprivun@hotmail.com , pboonyang2005@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาและเปรียบเทียบการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ด้วยอัตรารับซื้อระบบ TOD และ TOU ของ บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี การใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วัน คือ ช่วงระหว่างเวลา 8:00 น. – 22:30 น. มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW จึงเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ขนาด 510kW ทั้งอัตราตามช่วงเวลาของวันและอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ เพื่อลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 510 kW/เดือน จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 2,307,240 kWh/ปี สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี งบประมาณในการลงทุนประมาณ 5,000,000 บาท ค่าบำรุงรักษา 100,000 บาท/ปี อัตราค่าไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อัตราตามช่วงเวลาของวัน อัตราค่าไฟฟ้า 3.48 Baht/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ อัตราค่าไฟฟ้า 3.91 Baht/kWh อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล อัตราตามช่วงเวลาของวัน อัตราค่าไฟฟ้า 5.04 Baht/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ อัตราค่าไฟฟ้า 4.60 Baht/kWh อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อัตราตามช่วงเวลาของวัน อัตราค่าไฟฟ้า 0.76 Baht/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ อัตราค่าไฟฟ้า 0.57 Baht/kWh

คำสำคัญ : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ, เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

Abstract

This paper presents comparison study of diesel generator and natural gas generator electricity generation for reducing power demand in Industrial by buying rate TOD and TOU, case study at Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited. The company has electric consumption of 8,8,33,738 kWh/year in 2010. The maximum power demand and electric consumption was between 8 AM. – 22.30 PM. average power demand 1,850 kW. Comparison of electricity generation with diesel generator and natural gas generator 510 kW by rate time of day and time of use rate can reduce peak cut by 510 kW which is an annual electricity generation of 2,307,240 kWh/year. Rate fuel consumption 574,548 liter/year and investment costs of this project are 5,000,000 bath and expenses maintenance costs of 100,000 baht/year. Provincial electricity authority rate time of day rate 3.48

Baht/kWh and time of use rate 3.91 Baht/kWh. Diesel generator rate time of day rate 5.04 Baht/kWh and time of use rate 4.60 Baht/kWh. Natural gas generator rate time of day rate 0.76 Baht/kWh and time of use rate 0.57 Baht/kWh.

Keywords : Natural Gas Generator, Diesel Generator

1. บทนำ

โครงการนี้มีเป้าหมายที่จะผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยเปรียบเทียบการคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราค่าไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ทั้งจากอัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) ว่าอัตราค่าไฟฟ้าช่วงไหนที่มีผลการประหยัดและจุดคุ้มทุนที่น่าลงทุนมากที่สุด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราค่าไฟฟ้า

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่[2] มีอัตราของการใช้อยู่ 2 อัตราคือ อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD) ช่วงเวลา On-Peak คือ 18:30 น. - 21:30 น. ของทุกวันหาได้จากสมการ(1) และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ช่วงเวลา On-Peak คือ 9:00 น. - 22:00 น. ของวันจันทร์ – วันศุกร์และวันพืชมงคล หาได้จากสมการ(2)

$$CE_{TOD} = (D \times DC)+(E_{peak} \times EC_{peak}) \quad (1)$$

$$CE_{TOU} = (D \times DC)+(E_{peak} \times EC_{peak})+(E_{off\text{-}peak} \times EC_{off\text{-}peak}) \quad (2)$$

เมื่อ CE : ค่าไฟฟ้า ; บาท/เดือน

D : ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน ; กิโลวัตต์

DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า ; บาท/กิโลวัตต์

E : หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในรอบเดือน ; กิโลวัตต์ชั่วโมง

EC : ราคาหน่วยไฟฟ้า ; บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ[1]

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเกิดจากการนำเอาเครื่องยนต์ดีเซล (Diesel engine) มาประกอบกับชุดกำเนิดไฟฟ้า (alternator) เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเกิดจากการนำเอาเครื่องยนต์ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas engine) มาประกอบกับชุดกำเนิดไฟฟ้า (alternator) เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นั้นหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$HP = kW / 745.7 \text{ Watt} \quad (3)$$

เมื่อ 1 hp = 745.7 Watt

เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นสามารถหาขนาด kVA ได้จากสมการต่อไปนี้

$$kVA = kW / PF \quad (4)$$

อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหาได้จากสมการนี้ต่อไปนี้

$$\text{Fuel consumption} = (kVA / 5 \text{ Lite}) \quad (5)$$

เมื่อ Fuel consumption : อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ; ลิตร/ชั่วโมง

2.3 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์[2] มีวิธีที่ง่ายดังนี้

2.4.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$PB = C_T / S_C \quad (6)$$

เมื่อ PB : ระยะเวลาคืนทุน ; ปี

C_T : เงินลงทุน ; บาท

S_C: ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด ; บาท

2.4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (7)$$

เมื่อ n : อายุของโครงการ(ปี)

ES_t : ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_o : เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ(total investment)

i : อัตราลดค่า (discount rate)

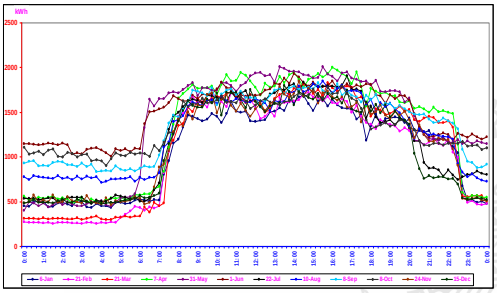
2.4.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$-I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (8)$$

เมื่อ IRR : อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return)

3. การทดสอบและวิเคราะห์ผล

จากการตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลานี้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอ แสดงได้จากกราฟรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟโหลดวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของปี 2553

3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ยี่ห้อCATERPILLAR ขนาด400Volts 50 Hz P.F. 0.8 1500rpm ขนาด 8 สูบ กำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW(637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1500รอบ/นาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น.ทำงาน 26 วัน/เดือน (ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.5 บาท/ลิตร)

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหาได้จากสมการ(3)

HP = kW / 745.7

= 510 kW / 745.7 W

= 684 hp

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW นั้นสามารถหาขนาด kVA ได้จากสมการ(4)

kVA = kW / PF

= 510 kW / 0.8

= 637 kVA

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากสมการ(5)ต่อไปนี้

Fuel consumption = kVA / 5 Liter

= 637kVA / 5Liter

= 127 ลิตร/ชั่วโมง

ผลิตพลังงานไฟฟ้า = 510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน

= 2,307,240 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)

= -0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= -138,434 บาท/ปี

Fuel consumption = 127ลิตร x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน

= 574,548 ลิตร/ปี

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 8.5บาท

= 4,883,658 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 บาท/ปี

เงินลงทุน = 5,000,000 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD)

CE_{TOD} = (510kW x 12เดือน x 285.05) + (510kW x 14.5 ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.7815)

= 8,162,094 บาท/ปี

= 8,162,094 + (-138,434)

= 8,023,660 บาท/ปี

M_{save} = 8,023,660 – 4,883,658 – 100,000

= 3,040,002 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

M_{PEA} = CE_{TOD} / kWh

= 8,023,660 / 2,307,240

= 3.48 Bath/kWh

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

M_{NGV} = kWh / M_{save}

= 2,307,240 / 3,040,002

= 0.76 Bath/kWh

ระยะเวลาคืนทุน = 5,000,000 / 3,040,002

= 1.64 ปี (20 เดือน)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	3,040,002	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 3,040,002 x (P/A , 10% , 10)

= 3,040,002 x 6.1445

= 18,679,292 บาท

NPV = - 5,000,000 – 1,000,000 + 18,679,292

= 12,679,292 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Use Rate : TOU)

CE_{TOU} = (510kW x 12เดือน x 132.93) + (510kW x 13ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 3.7731) + (510kW x 1.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.2695)

= 9,160,100 บาท/ปี

= 9,160,100 + (-138,434)

= 9,021,666 บาท/ปี

M_{save} = 9,021,666 – 4,883,658 – 100,000

= 4,038,008 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

M_{PEA} = CE_{TOU} / kWh

= 9,021,666 / 2,307,240

= 3.91 Baht/kWh

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ

M_{NGV} = kWh / M_{save}

= 2,307,240 / 4,038,008

= 0.57 Baht/kWh

ระยะเวลาคืนทุน = 5,000,000 / 4,038,008

= 1.24 ปี (15 เดือน)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	4,038,008	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 4,038,008 x (P/A , 10% , 10)

= 4,038,008 x 6.1445

= 24,811,540 บาท

NPV = - 5,000,000 – 1,000,000 + 24,811,540

= 18,811,540 บาท

3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ยี่ห้อ CATERPILLAR ขนาด 400Volts 50 Hz PF 0.8 1500rpm ขนาด 8 สูบ กำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW(637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1500รอบ/นาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น.ทำงาน 26 วัน/เดือน (ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาท/ลิตร)

Fuel consumption = 127ลิตร x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน

= 574,548 ลิตร/ปี

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 30บาท

= 17,236,440 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 บาท/ปี

เงินลงทุน = 5,000,000 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD)

CE_{TOD} = (510kW x 12เดือน x 285.05) + (510kW x 14.5 ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.7815)

= 8,162,094 บาท/ปี

= 8,162,094 + (-138,434)

= 8,023,660 บาท/ปี

M_{save} = 8,023,660 – 17,236,440 – 100,000

= -9,312,780 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

M_{Diesel} = (M_{save} + kWh) / kWh

= (9,312,780 + 2,307,240) / 2,307,240

= 5.04 Baht/kWh

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	-9,312,780	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = -9,312,780 x (P/A , 10% , 10)

= -9,312,780 x 6.1445

= -57,222,377 บาท

NPV = - 5,000,000 – 1,000,000 + (-57,222,377)

= -63,222,377 บาท

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Use Rate : TOU)

CE_{TOU} = (510kW x 12เดือน x 132.93) + (510kW x 13ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 3.7731) + (510kW x 1.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.2695)

= 9,160,100 บาท/ปี

= 9,160,100 + (-138,434)

= 9,021,666 บาท/ปี

M_{save} = 9,021,666 – 17,236,440 – 100,000

= -8,314,774 บาท/ปี

อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

M_{Diesel} = (M_{save} + kWh) / kWh

= (8,314,774 + 2,307,240) / 2,307,240

= 4.60 Baht/kWh

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	-8,314,774	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = -8,314,774 x (P/A , 10% , 10)

= -8,314,774 x 6.1445

= -51,090,129 บาท

NPV = -5,000,000 – 1,000,000 + (-51,090,129)

= -57,090,129 บาท

4. สรุปผล

จากการศึกษาการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองชนิดในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภทดั้งนี้ อัตราค่าไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีอัตราตามช่วงเวลาของวัน 3.48 Baht/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 3.91 Baht/kWh อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลมีอัตราการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยมากกว่าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจึงไม่น่าลงทุนทั้งสองอัตราคือ อัตราตามช่วงเวลาของวัน 5.04 Baht/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 4.60 Baht/kWh อัตราค่าไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ มีอัตราการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยน้อยกว่าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคคือ อัตราตามช่วงเวลาของวัน 0.76 Baht/kWh และอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ 0.57 Baht/kWh โดยอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ มีอัตราการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยน้อยที่สุดจึงน่าลงทุนมากที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายโอซามุ โยชิดะนายมาซาฮิโร่ มูนากาตะ นายเรียวจิ คาวะซึ นายทวิต อาจชนะ นายธาตรี ฉิมพาลี นายชนะ วันดาคุณ นายเดชชนะ ขันทองและคณะผู้บริหารของบริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่านที่สนับสนุนสถานที่ทำการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สุชาติ ปรีชาธร, “การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงาน อุตสาหกรรม”, 2553.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.“ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบพลังงานอาวุโสด้านไฟฟ้า”, 2547.

[3] วัฒนา สุนทรานุรักษ์, “กราวด์ระบบไฟฟ้ากับแหล่งกำลังไฟฟ้า สำรองอย่างเหมาะสม”, 2548.

ประวัติผู้เขียนบทความ

นายโชคทวี นนท์ไพวัลย์ ปัจจุบันเป็นวิศวกรบริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และกำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายบุญยัง ปลั่งกลาง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก Dr.-Ing. (Electrotechnik) Kassel University Germany ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคธัญบุรี

พล.ต. วินัย คำทวีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท M.S.E.E. GIT USA. , M.S.E. (System) University of Penn. USA.ปัจจุบันดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โครงการการสัมมนาเชิงวิชาการครั้งที่ ๔
"รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย"
4 th Thailand Renewable Energy Community Configuration Congress
๒๘ - ๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๔
กลุ่มของพลงาน
กลุ่มที่ ๑ เทคโนโลยีพลังงานชุมชน
กลุ่มที่ ๒ การจัดการพลังงานชุมชน
กลุ่มที่ ๓ ธุรกิจพลังงานชุมชน
กลุ่มที่ ๔ วิสาหกิจชุมชน
40 ปี
ณ อาคารโอพารโยจน์ หิรัญจน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ ครั้งที่ 4
“รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย” ประจำปี 2554

ศ.ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Ph.D. Larry Kreiser	Cleveland State University
รศ.ดร. ศิริชัย เทพา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. นริส ประทินทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. จันทนา กุญชรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. อำพล อาวรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. บุญยัง ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. กฤษณ์ชนม์ ภูมิกิตติพิชญ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. วิรชัย โรยนรินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. ศุภวิทย์ ลวณะสกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. วารุณี อริยะวิริยะนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. ผ่องศรี ศิวราศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. สโรชา เจริญวัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. สถาพร ทองวิค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. จักรี ศรีนนท์ฉัตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. ณรงค์ชัย โอเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. สุมนมาลย์ เนียมหลวง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร. มนตรี พิริยะกุล	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผศ.ดร. สมชาย มณีวรรณ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ศิรินุช จินดารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. นิพนธ์ เกตุจ้อย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. พิสิษฏ์ มณีโชติ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. วเรศ วีระสัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร. วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร. รัฐภูมิ พรหมณะ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผศ.ดร. ติกะ บุนนาค	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ผศ.ดร. นุภาพ แย้มไตรพัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ดร. วิทยา พวงสมบัติ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ผศ.ดร. อชิตพล ศศิธรานุวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผศ.ดร. ปรุงศักดิ์ อัตพุฒ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผศ.ดร. บัณฑิต ผังนิรันดร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผศ.ดร. บุญล้ำ สุนทร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
รศ.ดร. วิลาศ พุ่มพิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
รศ.ดร. อาวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
รศ.ดร. ถวิล นิลใบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผศ.ดร. อภิรักษ์ ชัยเสนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผศ.ดร. กิตติศักดิ์ สมุทรธารักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผศ.ดร. พรชนก ทองลาด	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผศ.ดร. ปรองปราถณ์ สุนทรเภสัช	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผศ. กาญจนา คุมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผศ. สุวรรณี โพธิศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร. ไพฑูรย์ อินต๊ะขัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร. เครือวัลย์ วงษ์ไพบูลย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร. ธนกร น้อยทองเล็ก	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร. หฤทัย ไทยสุชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร. นงลักษณ์ สายเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร. สิริพิศ พิศชวนชม	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

การผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ เพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

Natural Gas Generator Electricity Generation reducing Peak cut Industrial Case study : Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited

โชคทวี นนท์ไพวัลย์[1] บุญยัง ปลั่งกลาง[1] และวินัย คำทวี[2]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ : 0-2549-3400
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
199/19 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทรศัพท์ : 043-222-595-61
E-mail: Nonprivun@hotmail.com , pboonyang2005@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกรณีศึกษาโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดใน บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ ดังนี้ ระบบแสงสว่าง 14% ระบบปรับอากาศ 58.77% อุปกรณ์สำนักงาน 4.72% ระบบอัตโนมัติ 1.43% ระบบน้ำดีและน้ำเสีย 4.27% ระบบอื่นๆ 0.12% ระบบระบายอากาศ 0.87% ระบบอัดอากาศ 3.72% ระบบการป้องกันฝุ่น 0.91% ระบบสูญญากาศ 1.24% ระบบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 4.84% ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิต 5.11% เวลาที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดและการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 วัน คือ ช่วงระหว่างเวลา 8:00 น. – 22:30 น. มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW จึงมีแนวทางการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองและลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ ขนาด 510 kW สามารถลดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 510 kW/เดือน ผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,307,240 kWh/ปี สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี ราคาเชื้อเพลิงประมาณ 4,883,658 บาท/ปี(ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.5 บาท/ลิตร) คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4,038,008 บาท/ปี งบประมาณในการลงทุนประมาณ 5,000,000 ค่าบำรุงรักษา 100,000 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.24 ปี และอายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 18,811,540 บาท

คำสำคัญ: เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ, การผลิตไฟฟ้า

Abstract

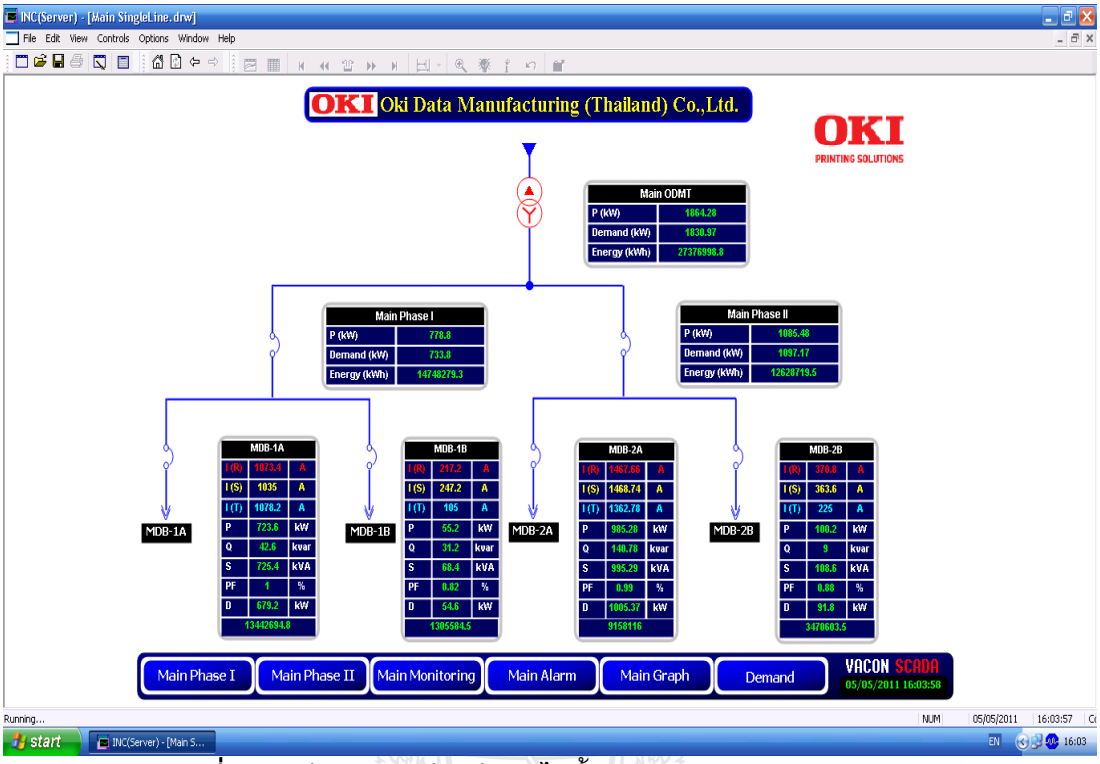
This paper present a case study natural gas generator electricity generation reduce peak cut electric in Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited. The company has electric consumption

of 8,8,33,738 kWh/year in 2010. The electric consumption ratios are as follows : lighting system 14%, air condition system 58.77%, office accessory system 4.72%, automation system 1.43%, water & waste water system 4.27%, ventilation system 0.87%, air compressor system 3.72%, dust protection system 0.91%, vacuum system 1.24%, machine process system 4.84%, and computer process system 5.11%, respectively. The maximum power demand and electric consumption was between 8 AM. – 22.30 PM. average power demand 1,850 kW. Aiming to reduce electricity generation and peak cut, natural gas generator electricity generation reduce peak cut was implement. The implementation of all the natural gas generator 510 kW can reduce peak cut by 510 kW which is an annual electricity generation of 2,307,240 kWh/year and cost saving of 4,038,008 baht/year. Rate fuel consumption 574,548 liter/year and expenses fuel consumption of 4,883,658 baht/year (Natural gas fuel price 8.5 baht/liter) investment costs this project are 5,000,000 baht expenses maintenance of 100,000 baht/year and payback period is 1.21 year. The period project is 10 year and net present value of 18,811,540 baht.

Keywords: Natural Gas Generator, Electricity Generation

1. คำนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตและประกอบธุรกิจต่าง ๆ ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามภาวะการขยายตัวของเศรษฐกิจ โรงไฟฟ้าเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าเฉพาะช่วงเวลาที่ความต้องการสูงสุดมีต้นทุนสูง จึงได้กำหนดแนวทางการจัดการกับความต้องการใช้ไฟฟ้ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุนและสนองต่อความต้องการใช้ไฟฟ้า โครงการลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Cut) จึงเป็นทางเลือกที่ได้รับการพิจารณานำมาดำเนินงานตอบสนองในเรื่องการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ และถือเป็นหนึ่งในมาตรการเพื่อตัดทอนความต้องการใช้ไฟฟ้าจากระบบในช่วงที่มีความต้องการสูงสุด โครงการนี้มีเป้าหมายที่จะลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดให้ได้ 510 kW อัตราค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้คิดจากอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ ประเภท4.2 กิจการขนาดใหญ่ (Time of Use Rate : TOU) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค บริษัท โอกิดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จ.พระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่ผลิตเครื่องพิมพ์ ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี และมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW ได้ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส แสดงได้จากรูปที่ 1 โดยใช้โปรแกรม SCADA ที่สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าทุกๆ 15 นาทีได้ ซึ่งจะทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี แล้วดูแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานของระบบต่าง ๆแสดงได้จากตารางที่ 1 วันที่เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของเดือนต่าง ๆในปี พ.ศ. 2553 จากการศึกษาโครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด สามารถผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เองและลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้ 510 kW ซึ่งจะเป็นแนวทางในการลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ



รูปที่ 1 แผนผังการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของตู้ Main Distribution Board

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆของปี พ.ศ. 2553

ระบบเครื่องจักร	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า		รวม	%
	โรงงาน	การผลิต		
แสงสว่าง	1,236,987.5		1,236,987.5	14.00
เครื่องปรับอากาศ	5,078,265.43	113,627.34	5,191,892.77	58.77
อุปกรณ์สำนักงาน	417,275.97		417,275.97	4.72
อัติโนมัติ	126,039.64		126,039.64	1.43
น้ำดีและน้ำเสีย	124,417.5	252,677.52	377,095.02	4.27
อื่นๆ	10,265.6		10,265.6	0.12
ดูดอากาศ	76,515.46		76,515.46	0.87
เครื่องอัดอากศ		328,206.9	328,206.9	3.72
การป้องกันฝุ่น		80,771.15	80,771.15	0.91
สูญญากาศ		109,560	109,560	1.24
เครื่องจักรใช้ในการผลิต		427,607.1	427,607.1	4.84
คอมพิวเตอร์ใช้ในการผลิต		451,521.28	451,521.28	5.11
	7,069,767.1	1,763,971.29	8,833,738.39	

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราค่าไฟฟ้า

บริษัทโอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จัดเป็นประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าที่ 4.2 กิจการขนาดใหญ่ [2] มีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในช่วงเวลา On-Peak คือช่วงระหว่างเวลา 9:00 น. - 22:00 น. ของวันธรรมดา (จันทร์ – ศุกร์) จากสมการต่อไปนี้

$$CE = (D \times DC)+(E_{peak} \times EC_{peak})+(E_{off\text{-}peak} \times EC_{off\text{-}peak}) \quad (1)$$

เมื่อ CE : ค่าไฟฟ้า ; บาท/เดือน

D : ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน ; กิโลวัตต์

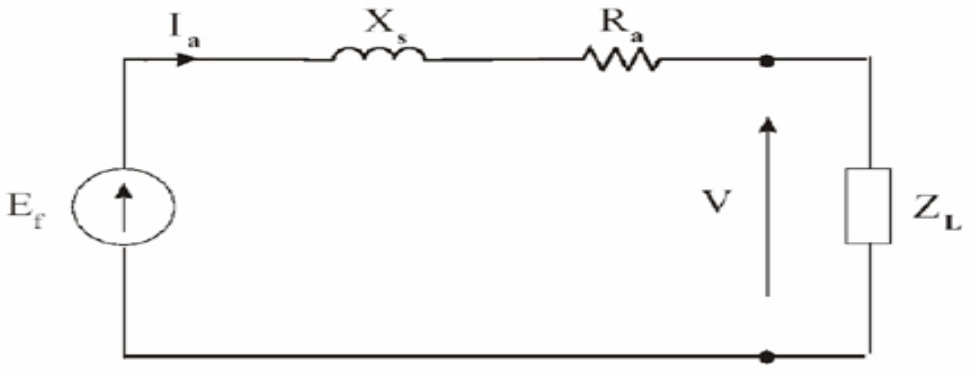
DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า ; บาท/กิโลวัตต์

E : หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในรอบเดือน ; กิโลวัตต์ชั่วโมง

EC : ราคาหน่วยไฟฟ้า ; บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส (Synchronous Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กคือการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กหรือการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น โดยทั่วไปเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส มีส่วนประกอบหลักอยู่ 2 ส่วนดังนี้ ส่วนที่เคลื่อนที่ได้คือโรเตอร์ ซึ่งจะมีขดลวดกระตุ้นสนามแม่เหล็กและส่วนที่อยู่ที่อยู่กับที่คือ สเตเตอร์ ซึ่งจะเป็นขดลวดอาร์เมเจอร์ 3 เฟส ถ้าป้อนกำลังงานกลเข้าที่เพลาละจ่ายกระแสไฟฟ้ากระตุ้น(Field current) เข้าไปยังขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของเครื่องกลไฟฟ้าซิงโครนัสเพื่อผลิตไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายไปยังผู้ใช้งาน



รูปที่ 2 วงจรสมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส

จากวงจรสมมูลรูปที่ 2 จะได้ตัวแปรต่างๆดังสมการนี้

$$V = E_f - I_a (R_a + X_s) \quad (2)$$

เมื่อ V : แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

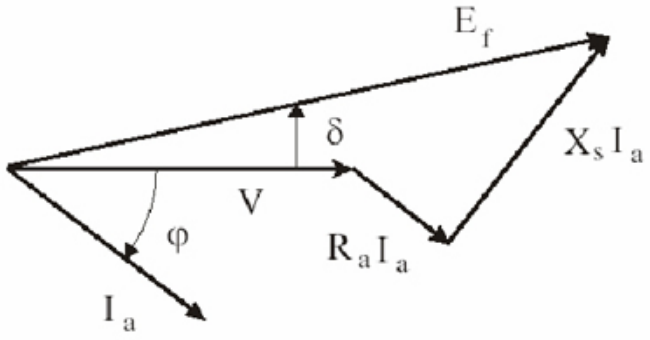
E_f : แรงดันสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

I_a : กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดอยู่กับที่

X_s : ค่าความต้านทานรีแอกแตนซ์ของขดลวดอยู่กับที่

R_a : ค่าความต้านทานรีซิสแตนซ์ของขดลวดอยู่กับที่

เมื่อนำตัวแปรต่าง ๆ ของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส[1] มาพิจารณาเป็น เฟสเซอร์ไดอะแกรมจะแสดงได้ดังรูปที่ 3 โดยกำหนดให้ Terminal Voltage (V) เป็นแกนอ้างอิง จะเห็นว่ามุมระหว่าง V และ E_f ก็คือ Power Angle (δ) ซึ่งจะมีค่าเป็นบวกเมื่อเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Rotor Flux (Φ_f) จะเหนี่ยวนำให้เกิด Stator Flux (Φ_a) แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ Stator Flux (Φ_a) จะทำให้เกิดแรงบิดหมุนโรเตอร์ หรือกล่าวได้ว่าสนามแม่เหล็กหมุนของขดลวดอยู่กับที่ดึง (Pulling) ให้สนามแม่เหล็กบนโรเตอร์หมุนตาม ทำให้ค่า Power Angle (δ) มีค่าเป็นลบ



รูปที่ 3 เฟสเซอร์ไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส

ค่ากำลังไฟฟ้า (Complex Power) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ

$$S = \frac{|V||E_f|}{|Z_s|}\sin(\varphi_s - \delta) - \frac{|V|^2}{|Z_s|}\sin\varphi_s$$

$$S = I \times V \tag{3}$$

กำลังไฟฟ้าจริง (Active Power) คือ

$$P = \frac{|V||E_f|}{|Z_s|}\sin(\varphi_s - \delta)$$

$$P = VI_a \cos(\varphi_s) \tag{4}$$

กำลังไฟฟ้าเสมือน (Reactive Power) คือ

$$Q = \frac{|V||E_f|}{|Z_s|}\cos(\delta) - \frac{|V|^2}{|Z_s|}$$

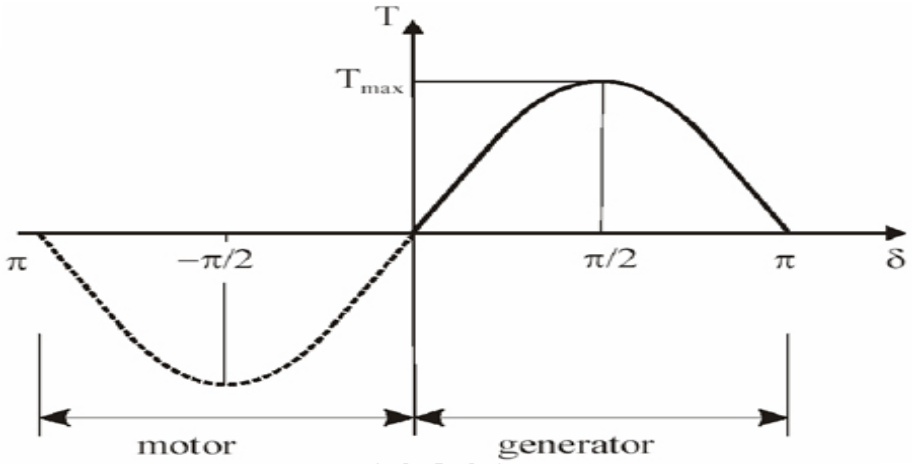
$$Q = VI_a \sin(\varphi_s) \tag{5}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าจริง(P) จะทำให้โรเตอร์เกิดแรงบิดหมุน(T) ด้วยความเร็วรอบ(ω_S) ดังสมการต่อไปนี้

$$T = \frac{VE_f}{\omega_s X_s}\sin(\delta) \tag{6}$$

พิจารณาจากความสัมพันธ์ในรูปที่ 4 จะได้ว่าค่าแรงบิดสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ Power Angle(δ) มีค่าเท่ากับ $\pi/2$ แต่ถ้าค่า Power Angle(δ) มากกว่า $\pi/2$ แรงบิดหมุนจะเริ่มลดลงนั่นคือโรเตอร์จะหมุนตามสนามแม่เหล็กหมุน

ไม่ทัน ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสเกิดการสูญเสียสภาพซิงโครไนซ์(Loss Synchronism)จุดที่เกิดแรงบิดสูงสุดเรียกว่า Pull Out Torque



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของ Torque(T) และ Power Angle(δ)

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นั้นหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$hp = kW / 745.7\ Watt \quad (7)$$

เมื่อ 1 hp = 745.7 Watt

เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นสามารถหาขนาด kVA ได้จากสมการต่อไปนี้

$$kVA = kW / PF \quad (8)$$

ในส่วนอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณโหลดที่ใช้ โดยปกติเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA จะใช้เชื้อเพลิงประมาณ 200 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่องที่ 100% แต่ถ้าเดินโหลดที่ 50% (500 kVA) อัตราการใช้เชื้อเพลิงก็จะประมาณ 100 ลิตร/ชั่วโมง เช่นเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 500 kVA ถ้าเดินโหลดที่ 100% ก็จะใช้เชื้อเพลิง 100 ลิตรหรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าจ่ายโหลด 10 kVA จะใช้เชื้อเพลิง 2 ลิตร/ชั่วโมง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกยี่ห้อจะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกัน ดังสมการนี้ต่อไปนี้

$$Fuel\ consumption = kVA / 5\ Liter \quad (9)$$

เมื่อ Fuel consumption : อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ; ลิตร/ชั่วโมง

2.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสะอาดประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ เป็นเชื้อเพลิงมี 2 สถานะอันได้แก่ สถานะก๊าซซึ่งเป็นการนำก๊าซธรรมชาติไปอัดเพิ่มความดันประมาณ 3,000 – 3,600 ปอนด์/ตารางนิ้ว ก๊าซธรรมชาตินั้นเบากว่าอากาศดังนั้นหากมีการรั่วไหลจะลอยสูงขึ้นฟุ้งกระจายไปในอากาศทันทีจึงนับว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีความปลอดภัยสูง นอกจากสถานะก๊าซแล้วหากนำมาลดอุณหภูมิให้ต่ำลงถึงระดับ – 160 ° C จะอยู่ในสถานะของเหลวที่เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติเหลว (Liquefied Natural Gas) ซึ่งสามารถที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้เหมือนกัน ก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- มีสถานะเป็นก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น ซึ่งจะคงสถานะก๊าซได้ภายใต้ความดันสูง

- มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว
- มีขีดจำกัดการติดไฟหมายถึงสัดส่วนไอเชื้อเพลิงในอากาศที่จะลุกไหม้ได้เมื่อมีประกายไฟ ประมาณร้อยละ 5 – 15 ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ
- มีอุณหภูมิจุดติดไฟประมาณ 650 ° C ซึ่งสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น

จากกคุณสมบัติที่กล่าวมาทำให้เห็นว่าก๊าซธรรมชาติ(NGV) เป็นก๊าซที่มีความปลอดภัยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ส่วนการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์นั้น ก๊าซธรรมชาติจะถูกอัดจนมีความดันสูงประมาณ 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว เก็บไว้ในถังที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษบางครั้งจึงเรียกว่า ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas)

2.4 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การเลือกระบบทางวิศวกรรมส่วนใหญ่จะใช้วิธีการทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ โดยพิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าเสียค่าใช้จ่ายน้อยหรือระบบที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีที่ง่ายดังนี้

2.4.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุนสำหรับโครงการประหยัดพลังงานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 5 ปี อย่างไรก็ตามต้องขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการ ถ้าโครงการมีขนาดใหญ่เงินลงทุนสูงอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ระยะเวลาคืนทุนที่ยอมรับได้อาจจะมากกว่า 5 ปี ดังนั้นจากสมการต่อไปนี้

$$PB = C_T / S_C \qquad (10)$$

เมื่อ PB : ระยะเวลาคืนทุน ; ปี

CT : เงินลงทุน ; บาท

SC : ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด ; บาท

2.4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุน พลังงาน จากมาตรการ ในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (discount rate) หรือค่าของทุน (cost of capital) ดังนั้นจากสมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \qquad (11)$$

เมื่อ n : อายุของโครงการ(ปี)

ES_t : ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_o : เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ(total investment)

i : อัตราลดค่า (discount rate)

2.4.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

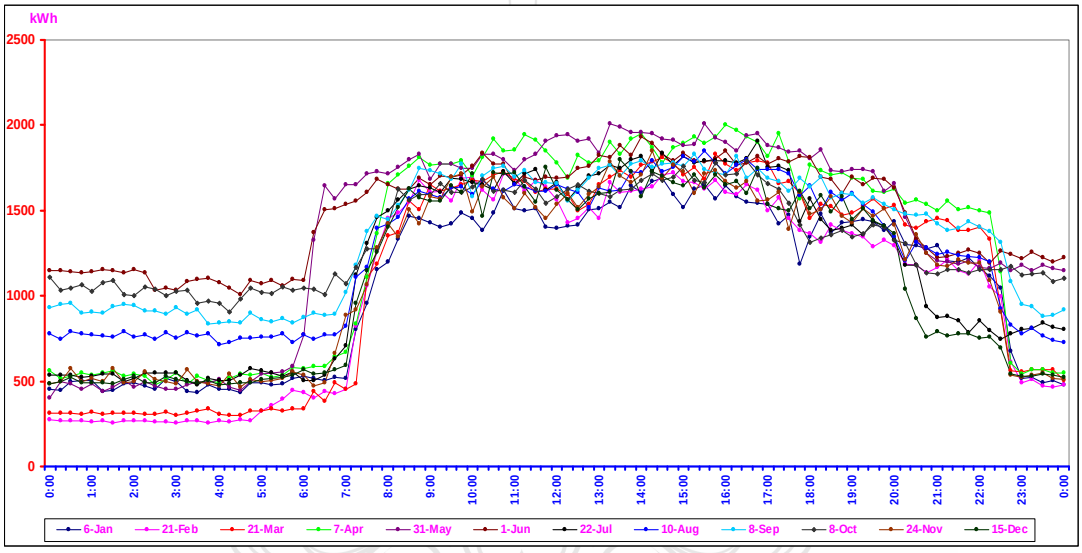
คือ อัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน ของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแส เงินสดที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการประหยัดพลังงานตลอดอายุ ของโครงการ ดังนั้นจากสมการต่อไปนี้

$$-I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \qquad (12)$$

เมื่อ IRR : อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return)

3. การทดสอบและวิเคราะห์ผล

ค่าไฟฟ้าที่ใช้คำนวณในงานวิจัยนี้ใช้ ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าที่ 4.2 กิจการขนาดใหญ่ (Time of Use Rate : TOU) การตรวจวัดช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ 3 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. - 12:00 น. และ 13:00 น. – 17:45 น. และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. - 22:30 น. ซึ่งช่วงเวลาทั้ง 3 ช่วงนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอ จากกราฟรูปที่ 5 แสดงวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือนกับเวลาที่ใช้งานของปี พ.ศ. 2553



รูปที่ 5 กราฟโหลดแสดงวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของ พ.ศ. 2553

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จะใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ยี่ห้อ CATERPILLAR รุ่น 508GE01 DM0536 50 Hz 1500rpm 400Volts PF 0.8 ขนาด 8 สูบ กำลังการผลิตไฟฟ้า 510 kW (637 kVA) แรงม้าสูงสุด 684 แรงม้าที่ 1500รอบ/นาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น.–22:30 น.ทำงาน 26 วัน/เดือน สามารถลดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 510 kW/เดือน ผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,307,240 kWh/ปี สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี ราคาเชื้อเพลิงประมาณ 4,883,658 บาท/ปี(ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.5 บาท/ลิตร) คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4,038,008 บาท/ปี งบประมาณในการลงทุนประมาณ 5,000,000 ค่าบำรุงรักษา 100,000 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.24 ปี และอายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 18,811,540 บาท

กำลังแรงม้าของเครื่องกล(Machine) ที่จะนำมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นหาได้จากสมการ(7)ต่อไปนี้

$$hp = kW / 745.7$$

$$= 510\ kW / 745.7\ W$$

$$= 684\ hp$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 510 kW นั้นสามารถหาขนาด kVA ได้จากสมการ(8)ต่อไปนี้

kVA = kW / PF

= 510 kW / 0.8

= 637 kVA

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกยี่ห้อ จะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงใกล้เคียงกันหาจากสมการ(9)ต่อไปนี้

Fuel consumption = kVA / 5

= 637kVA / 5ลิตร

= 127 ลิตร/ชั่วโมง

การผลิตพลังงานไฟฟ้า = 510kW x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน

= 2,307,240 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)

= -0.06บาท x 2,307,240 kWh/ปี

= -138,434 บาท/ปี

CE = (510kW x 12เดือน x 132.93) + (510kW x 13ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 3.7731) + (510kW x 1.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน x 2.2695)

= 9,160,100 บาท/ปี

M_{save} = 9,160,100 + (-138,434)

= 9,021,666 บาท/ปี

สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง = 127ลิตร x 14.5ชั่วโมง x 26วัน x 12เดือน

= 574,548 ลิตร/ปี

ค่าเชื้อเพลิง = 574,548 ลิตร/ปี x 8.5บาท

= 4,883,658 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 100,000 บาท/ปี

ผลประหยัด = 9,021,666 – 4,883,658 – 100,000

= 4,038,008 บาท/ปี

เงินลงทุน 5,000,000 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 5,000,000 / 4,038,008

= 1.24 ปี (15 เดือน)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	5,000,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	4,038,008	บาท
ค่าบำรุงรักษา	100,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 4,038,008 x (P/A , 10% , 10)

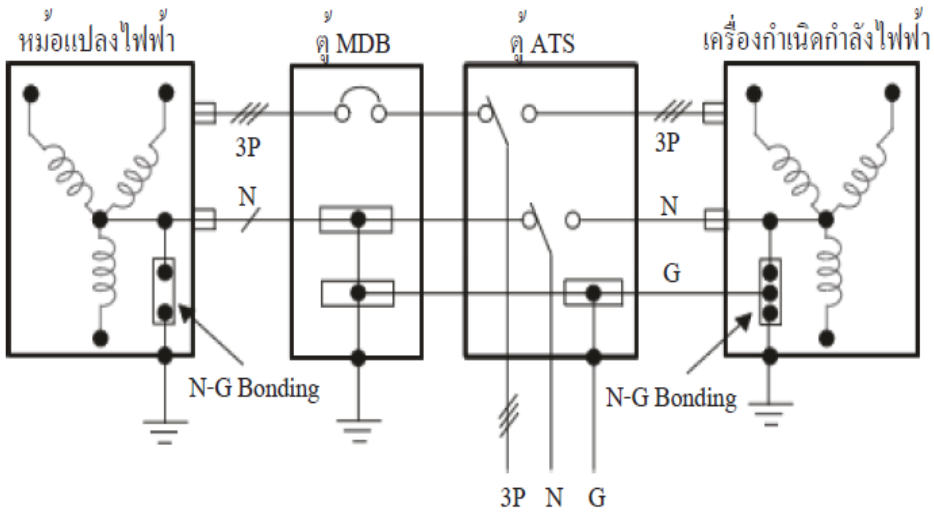
= 4,038,008 x 6.1445

= 24,811,540 บาท

NPV = - 5,000,000 – 1,000,000 + 24,811,540

= 18,811,540 บาท

ในส่วนของการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้านั้นจะเลือกติดตั้งแบบแยกนิวทรัล[3] ดังแสดงในรูปที่ 6 เพราะสามารถแก้ปัญหาการต่อถึงกันระหว่างกราวด์กับนิวทรัลที่เครื่องกำเนิดหรือที่โหลดจะทำให้เกิดกระแสสเตรย์ (Stray Neutral Current) จะก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่ระบบกราวด์หรือเรียกว่า Ground Potential Rise จะกลายเป็นสัญญาณรบกวนการทำงานของระบบงานอิเล็กทรอนิกส์ความไวสูง ในกรณีที่เกิดกราวด์ฟอลต์ในช่วงที่ระบบงานกำลังรับกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก(จากหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) จะส่งผลให้เบรกเกอร์หรือฟิวส์ซึ่งทำหน้าที่ในการป้องกันการเกิดกราวด์ฟอลต์ไม่สามารถทำงานได้ อาจจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผู้ปฏิบัติงานละระบบงานระดับความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับระดับการเกิดฟอลต์โดยตรง และในกรณีเกิดฟอลต์ในช่วงที่ระบบงานรับกำลังไฟฟ้ามาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่สามารถควบคุมทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไหลลงกราวด์ในช่วงที่เกิดฟอลต์ได้ ส่วนข้อควรระวังการโอนย้าย (Transfer) ระหว่างแหล่งจ่ายจากระบบไฟฟ้าหลักกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ ATS (Auto Transfer Switch) หน้าสัมผัสของนิวทรัลจะต้องมีการต่อถึงกันก่อนหน้าสัมผัสของเฟสจะต่อถึงกัน หรือในกรณีที่เกิดฟอลต์ทางด้านระบบไฟฟ้าหลักจะมีกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไหลลงสู่ระบบกราวด์ผ่านจุดที่เกิดกราวด์ฟอลต์ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไปขับโหลดไม่พออาจจะทำให้เราคิดว่าไฟตก เว้นแต่จะมีการติดตั้งระบบตรวจสอบเรื่องกราวด์ฟอลต์ (Ground Fault Current Sensing)



รูปที่ 6 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าแบบแยกนิวทรัล

4. สรุปผล

ในปัจจุบันปริมาณน้ำมันดิบที่เหลือน้อยลงปัญหาของโลกที่ร้อนขึ้น สภาวะเรือนกระจกที่เกิดจากสารคาร์บอนมอนออกไซด์ อันเป็นผลมาจากการเผาไหม้ แนวคิดที่จะอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการคิดค้นหาพลังงานทดแทนที่ “ถูกและดี” และที่สำคัญไปกว่านั้นคือในปัจจุบันค่าไฟฟ้ามีราคาที่สูงขึ้นเรื่อยๆ บทความนี้จึงนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยเป็นกรณีศึกษาโครงการ

ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติเพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในส่วนของระบบการติดตั้งนั้นจะเลือกการติดตั้งแบบแยกนิวทรัลเพื่อแก้ปัญหากรณีเกิดกราวด์ฟอลต์ ส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีขนาด 510 kW (637kVA) มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 127 ลิตร/ชั่วโมง เดินเครื่อง 14.5 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 22:30 น.ทำงาน 26 วัน/เดือน สามารถลดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 510 kW/เดือน ผลิตพลังงานไฟฟ้า 2,307,240 kWh/ปี สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 574,548 ลิตร/ปี ราคาเชื้อเพลิงประมาณ 4,883,658 บาท/ปี(ราคาก๊าซธรรมชาติ 8.5 บาท/ลิตร) คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 4,038,008 บาท/ปี งบประมาณในการลงทุนประมาณ 5,000,000 บาท ค่าบำรุงรักษา 100,000 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.24 และอายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 18,811,540 บาท

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายโอซามุ โยชิดะ นายมาซาฮิโร่ มูนากาตะ นายเรียวจิ คาวะซึ นายทวิต อาจชนะ นายธาตรี ฉิมพาลี นายชนะ วันดาคุณ นายเดชชนะ ขันทองและคณะผู้บริหารของบริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่านที่สนับสนุนสถานที่ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] สุชาติ ปรีชาธร, “การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม”, 2553.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.“ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบพลังงานอาวุโสด้านไฟฟ้า”, 2547.

[3] วัฒนา สุนทรานุรักษ์, “กราวด์ระบบไฟฟ้ากับแหล่งกำลังไฟฟ้าสำรองอย่างเหมาะสม”, 2548.

ประวัติผู้เขียนบทความ

นายโชคทวี นนท์ไพวัลย์ ปัจจุบันเป็นวิศวกรบริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และกำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายบุญยัง ปลั่งกลาง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก Dr.-Ing. (Electrotechnik) Kassel University Germany ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พล.ต.ศ. วินัย คำทวี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท M.S.E.E. GIT USA. , M.S.E. (System) University of Penn. USA. ปัจจุบันดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

NETWORK 2011 @ RMUTT
ie
รวมบทคัดย่อ
การประชุมวิชาการข่ายงาน
วิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554
IE NETWORK CONFERENCE 2011
20 - 21 ตุลาคม 2554
โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาบทความ
การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554

รศ.ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร. ปารเมศ ชุติมา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. ดาริชา สุธีวงศ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. ประมวล สุธีจารุวัฒน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. สมหมาย พัวจินดาเนตร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. ปฏิภาณ จุ้ยเจิม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. ปุณณมี สัจจกมล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. สุดารัตน์ วงศ์กีรเกียรติ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. สวิชภรณ์ วิชกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. ชัยวัฒน์ นุ่มทอง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ดร. เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ดร. ศิริรัตน์ หมื่นวณิชกูล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ดร. สิรางค์ กลั่นคำสอน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
อ. จันจิรา คงชื่นใจ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ผศ. ชานนท์ มูลวรรณ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร. ศักดิ์ชัย รักการ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
อ. ประภาพรรณ เกษราพงศ์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
อ. จักรินทร์ กลั่นเงิน	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
รศ.ดร. พรเทพ ขอขจายเกียรติ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร. ศุภชัย ปทุมนากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร. ชาญณรงค์ สายแก้ว	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผศ.ดร. ดนัยพงศ์ เชษฐโชติศักดิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร. วีรพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร. ธนา ราษฎร์ภักดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร. ปาพจน์ เจริญอภิปาล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร. วิชัย ฉัตรทินวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร. วิมลิน เหล่าศิริถาวร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. คมกฤต เล็กสกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. วัสสนัย วรรธนัจฉริยา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. สรรฐติชัย ชีวสุทธิศิลป์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. อภิชาต โสภาแดง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร. อรรถพล สมุทคุปติ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร. กรฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร. ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร. วสวัชร นาคเขียว	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร. อนิรุท ไชยจารุวณิช	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ. คมสัน จิระภัทรศิลป	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. บวรโชค ผู้พัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ. สันติรัฐ นันสะอาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. เจริญชัย โขมพัตรภรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. พจมาน เตียวัฒนรัฐติกาล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. ช่อแก้ว จตุรานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. วิศิษฏ์ศรี วิยะรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. อิศรทัต พึ่งอ้น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
อ. ปรัชาญา เพียสุระ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ. วันชัย แหลมหลักสกุล	มหาวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร. กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร. กรรณชัย กัลยาศิริ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. ฤดี มาสุจันท์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร. สกนธ์ คล่องบุญจิต	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร. สิทธิพร พิมพ์สกุล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร. พิชญ์วดี กิตติปัญญางาม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร. ชุมพล ยวงใย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ. พิชัย จันทร์มณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผศ. วิชาญ ช่วยพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผศ. ณัฐศักดิ์ พรพุฒิศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล
ดร. นเรศ อินต๊ะวงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร. บรรเจิด แสงจันทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร. ภาคภูมิ จารุภูมิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ. มนวิภา อาวิพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รศ. สุชาติ เย็นวิเศษ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ. เดช เหมือนขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ. สุรสิทธ์ ระวังวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ.ดร. พรศิริ จงกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ดร. พงษ์ชัย จิตตะมัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ดร. ปภาพร สุนานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ดร. ปวีร์ ศิริรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อ. นรา สมัตถภาพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รศ.ดร. จิรรัตน์ ธีระวราพฤกษ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ.ดร. จริศิริรพงศ์ เจริญภัณฑารักษ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร. วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร. วรารัตน์ กังสัมฤทธิ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร. สวัสดิ์ ภาระราช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร. เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ. ศิษฎา สิมารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. ขวัญนิธิ คำเมือง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. สมลักษณ์ วรรณฤมล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. ภาณุ บูรณจารุกร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
อ. ธณิกานต์ ธงชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
อ. ศรีสัจจา วิทยศักดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. ภาสพิรุฬห์ ศรีสำเริง	มหาวิทยาลัยปทุมธานี
ผศ.ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. สุดสาคร อินธิเดช	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร. บพิธ บุปผโชติ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. อรอุมา ลาสุนนท์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. นิดา ชัยมูล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร. ดวงพรรณ ศฤงคารินทร์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร. วเรศรา วีระวัฒน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร. จิรพรรณ เลี่ยงโรคาพาธ	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ. ศุภชัย นาทะพันธ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร. ธนวรรณ อัศวไพบูลย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ.ดร. เพียงจันทร์ จริงจิตร	มหาวิทยาลัยรังสิต

ผศ. สินี สุขกรมใส	มหาวิทยาลัยรังสิต
ดร. พิษณุ มนัสปิติ	มหาวิทยาลัยรังสิต
อ. ศิลปชัย วัฒนเสย	มหาวิทยาลัยรังสิต
อ. ต่อศักดิ์ อุทัยไขฟ้า	มหาวิทยาลัยรังสิต
อ. พรรคพงษ์ แก่นณรงค์	มหาวิทยาลัยรังสิต
อ. สายสุนีย์ พงษ์พัฒนศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ.ดร. กฤษดา พิศัลยบุตร	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ดร. เลิศเลขา ธนะชัยขันธ์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
อ. นุกูล อุบลบาล	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
อ. นันทวรรณ อ่ำเอียม	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
รศ. ธนรัตน์ แต้วัฒนา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร. ทศพล เกียรติเจริญผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร. นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. สิริเดช ชาตินิยม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. พงษ์เพ็ญ จันทนะ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ. พัฒนพงศ์ อริยสิทธิ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร. ธริณี มณีศรี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ. จักร์พันธ์ กัณหา	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ. ชวลิต มณีศรี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ. ธนิน ศรีวะรมย์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ. พิสุทธิ์ รัตนแสนวงษ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ. วรพจน์ พันธ์คง	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ. สุพัฒตรา เกษราพงศ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผศ.ดร. ประจวบ กล่อมจิตร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ. จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์	มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผศ. ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ. วันชัย ลีลากวีวงศ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ. สุขุม โฆษิตชัยมงคล	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ. สุวัฒน์ เณรโต	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร. กัญจนา ทองสนิท	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร. ณัฐพล ศิริสว่าง	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร. สิทธิชัย แซ่แหล่ม	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รศ.ดร. นิกร ศิริวงศ์ไพศาล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ. วนิดา รัตนมณี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ. สมชาย ชูโสม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. กลางเดือน โพชนา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. เจษฎา วรรณสินธุ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. ธเนศ รัตนวิไล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. นภิสพร มีมงคล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. ประภาส เมืองจันทร์บุรี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. นภิสพร มีมงคล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. รัญชนา สินธวาลัย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร. องุ่น สังขพงศ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ. เจริญ เจตวิจิตร	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ. พิเชฐ ตระการชัยศิริ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผส. ยอดดวง พันธ์นรา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ. สงวน ตั้งโพธิธรรม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อ. จิตลดา ซื้มเจริญ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
อ. นิศากร สมสุข	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อ. วรลักษณ์ เสถียรรังสฤษฎ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
อ. อัญชลี สุพิทักษ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
อ. อรอุมา กอสนาน	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ผศ.ดร. คณิศร ภูนิคม	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. นลิน เพียรทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. นุชสรา เกรียงกรกฎ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. ปรีชา ปรัชา เกรียงกรกฎ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. ระพีพันธ์ ปิตาคะโส	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. สมบัติ สินธุเชาวน์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร. สุขอังคณา ลี	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร. ธารชุดา พันธ์นิกุล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร. จริยาภรณ์ อุ่นวงษ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร. สัณณ์ โอพาพิริยะกุล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิณ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ชัยพฤกษ์ อาภาเวท	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผศ. ประยูร สุรินทร์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
อ.เจษฎา วงศ์อ่อน	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
รศ. ดร. ชัยยุทธ ช่างสาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ. มานพ ตันตระบัณฑิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. กิตติพงษ์ กิมะพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. จตุรงค์ ลังกาพินธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. ณฐา คุปตัษเฐียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. วารุณี อริยวิริยะนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. ศิวกร อ่างทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร. ศิริชัย ต่อสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผศ.ดร. สมหมาย ผิวสะอาด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. ชวลิต แสงสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. กุลชาติ จุลเพ็ญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. ชัยยะ ปราณีตพลกรัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. ณรงค์ชัย โอเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. ระพี กาญจนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. สรพงษ์ ภวสุปรีย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร. สุมนมาลย์ เนียมหลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ. สุรัตน์ ตรัยวนพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา : บริษัท โอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

Energy Conservation Electronics Industrial Case Study : Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited

โชคทวี นนท์ไพวัลย์[1] บุญยัง ปลั่งกลาง[1]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ : 0-2549-3400
E-mail: Nonprivun@hotmail.com , pboonyang2005@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกรณีศึกษาการอนุรักษ์พลังงานของ บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ แสงสว่าง 14% ระบบปรับอากาศ 58.77% อุปกรณ์สำนักงาน 4.72% ระบบอัตโนมัติ 1.43% ระบบน้ำดีและน้ำเสีย 4.27% ระบบอื่นๆ 0.12% ระบบระบายอากาศ 0.87% ระบบอัดอากาศ 3.72% ระบบการป้องกันฝุ่น 0.91% ระบบสูญญากาศ 1.24% ระบบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 4.84% ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิต 5.11%ช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 1 วัน คือระหว่างเวลา 8:00 น.–22:30 น. และมีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW จึงมีแนวทางการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าใน ระบบแสงสว่างสามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 100 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 452,400 kWh/ปี คิดเป็นเงินไทยที่ประหยัดได้ 1,768,953 บาท/ปี เงินลงทุน 2,514,497 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.42 ปี รวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 8,054,834 บาท ระบบปรับอากาศสามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 104 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 476,901kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,066,723 บาท/ปี เงินลงทุน 2,506,006 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.21ปีรวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 8,517,346 บาท

คำสำคัญ: การอนุรักษ์พลังงาน

Abstract

This paper presents a case study energy conservation in Oki Data Manufacturing (Thailand) Company Limited. The company has electric consumption of 8,8,33,738 kWh/year in 2010. The electric consumption ratios are as follows: lighting system 14%, air condition system 58.77%, office accessory system 4.72%, automation system 1.43%, water & waste water system 4.27%, ventilation system 0.87%, air compressor system 3.72%, dust protection system 0.91%, vacuum system 1.24%, machine process system 4.84%, and computer process system 5.11%, respectively. The maximum electric consumption and power demand was between 8 AM. – 22.30 PM. average power demand 1,850 kW. Aiming to reduce electric consumption and power demand, demand side management was implemented. The implementation of all the lighting system strategies can reduce power demand by 100 kW which is an annual energy saving of 452,400 kWh/year and a cost saving of 1,768,953 Baht/year. The investment costs of this project are 2,514,497 Baht and the payback period is 1.42 year. The net present value of 8,054,834 baht. For the air condition system, this can reduce power demand by 104 kW which is an annual energy saving of 476,901 kWh/year and cost saving of 2,066,723 Baht/year. The investment costs of this project are 2,506,006 Baht and the payback period is 1.21 year. The net present value of 8,517,346 baht

Keywords: Energy conservation

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตและประกอบธุรกิจต่างๆ ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามภาวะการขยายตัวของเศรษฐกิจ บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่ นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จ.พระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่ผลิตเครื่องพิมพ์ การคิดอัตราค่าไฟฟ้าคิดจากอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ ประเภท4.2 กิจการขนาดใหญ่ (Time of Use Rate : TOU) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในปี พ.ศ. 2553 มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 1,850 kW มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 8,833,738 kWh/ปี ซึ่งตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ.2535 จัดว่าเป็นโรงงานควบคุมและได้กำหนดให้เจ้าของโรงงานควบคุมนี้มีหน้าที่ต้องอนุรักษ์พลังงาน ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเจ้าของโรงงานได้มอบหมายให้ ผู้รับผิดชอบพลังงานได้ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดรวมทั้งจัดทำรายงานการจัดการพลังงานขึ้น โดยรายงานดังกล่าวเป็นการตรวจสอบและวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นการมุ่งเน้นในด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ดังนั้นเมื่อทำการระบุเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะสามารถหาแนวทางลดพลังงานไฟฟ้าและความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด สำหรับการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกรณีศึกษาของ บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และเป็นแนวทางสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ข้อมูลที่ได้จากรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า

นำข้อมูลของรายงานการตรวจสอบของการใช้พลังงานไฟฟ้ามาอ้างอิง เพื่อความสะดวกในการสำรวจการติดตั้งและสอบถามกิจกรรมการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและสามารถนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมจากส่วนที่ในรายงานมีอยู่แล้ว ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ ได้แก่

- แผนผังแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน
- แผนผังระบบแสงสว่างของโรงงาน และ รายการการติดตั้งระบบแสงสว่าง ชนิด ขนาดและจำนวนของหลอดไฟ
- รายการการติดตั้งระบบปรับอากาศ ขนาดทำความเย็น ประสิทธิภาพของเครื่อง จำนวนและกำลังการติดตั้งของระบบแยกส่วนและระบบจ่ายลมเย็น

2.2 การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

เพื่อทราบถึงช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและลักษณะการใช้ไฟฟ้าจึงได้ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส แสดงได้จากรูปที่ 1 โดยติดตั้งโปรแกรม SCADA ที่สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าทุกๆ 15 นาทีได้ จากตู้ Main Distribution Board (MDB) เพื่อที่จะทราบถึงช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าและช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด นำผลที่ได้มาดำเนินการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.3 การสอบถามกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

กิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในโรงงานที่มีการใช้งานในช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งจัดแบ่งลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า ออกเป็น 2 ส่วนคือ ในส่วนของสำนักงาน และ ส่วนของโรงงาน โดยจะเน้นการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของ ระบบแสงสว่าง และ ระบบปรับอากาศเท่านั้น ดังนั้นในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสอบถาม ได้แก่

- ลักษณะการเปิดปิดระบบแสงสว่าง และ ระบบปรับอากาศ ทั้งในส่วนสำนักงานและส่วนของโรงงาน
- จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ ที่เปิดใช้งานทั้งในส่วน สำนักงานและส่วนของโรงงาน
- เวลาปกติเปิดปิดการใช้งานโดยเฉลี่ย จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน จำนวนวันทำงานต่อปี ของระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศทั้งในส่วนสำนักงานและส่วนของโรงงาน

รูปที่ 1 แผนผังการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของตู้ MDB

2.4 ช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด

บริษัทโอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด จัดเป็นประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าที่ 4.2 [1] มีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในช่วงเวลา On-Peak คือ ช่วงระหว่างเวลา 9:00 น. - 22:00 น. ของวันธรรมดา (จันทร์ – ศุกร์) ดังนั้นจากสมการต่อไปนี้

$$CE = (DxDC)+(E_{peak} xEC_{peak})+(E_{off\text{-}peak} xEC_{off\text{-}peak}) \quad (1)$$

เมื่อ CE : ค่าไฟฟ้า ; บาท/เดือน

D : ค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน ; กิโลวัตต์

DC : ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า ; บาท/กิโลวัตต์

E : หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในรอบเดือน ; กิโลวัตต์ชั่วโมง

EC : ราคาหน่วยไฟฟ้า ; บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

จากการตรวจวัดช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า มีอยู่ 3 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาทำงานปกติ คือ 8:00 น. – 12:00 น. และ 13:00 น. – 17:45 น.และช่วงเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. – 22:30 น.ซึ่งช่วงเวลาทั้ง 3 ช่วงนี้มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สม่ำเสมอจึงควรนำมาใช้เพื่อการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.5 การวิเคราะห์ผลการอนุรักษ์พลังงาน

2.5.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง

1. การหาผลประหยัดของการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟ หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$P_{save} = [(P_1 \times n_1) – (P_2 \times n_2)] / 1{,}000$$

$$E_{save} = P_{save} \times US \times h \times D \quad (2)$$

เมื่อ P_{save} : กำลังไฟฟ้าที่ประหยัด ; กิโลวัตต์

P_1 : กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนติดตั้ง ; กิโลวัตต์

P_2 : กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังติดตั้ง ; กิโลวัตต์

n_1 : จำนวนหลอดก่อนติดตั้ง

n_2 : จำนวนหลอดหลังติดตั้ง

M_{save} : ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด ; บาท

E_{save} = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด ; กิโลวัตต์

US : เปอร์เซนต์การทำงานของอุปกรณ์

2.5.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศ

1. การติดตั้ง Evaporative Pre-cool (EVAP) ช่วยลดอุณหภูมิภายนอกเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ (Chiller)

การหาผลประหยัดของการติดตั้ง Evaporative Pre-cool (EVAP) ช่วยลดอุณหภูมิภายนอกเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ (Chiller) หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q_{old} = h_2 – h_1$$

$$Q_{new} = h_2 – h_3$$

$$Q_{Save} = Q_{old} – Q_{new}$$

$$P_{save} = (Q_{save} \times 100) / Q_{old}$$

$$E_{save} = P \times (P_{save} / 100) \times h \times D \times US \quad (3)$$

เมื่อ P : กำลังไฟฟ้า ; กิโลวัตต์

Q_{old} : ภาระความเย็นก่อนติดตั้ง ; Bth/lb

Q_{new} : ภาระความเย็นหลังติดตั้ง ; Bth/lb

Q_{save} : ภาระความเย็นที่ประหยัด ; Bth/lb

h_1 : เอนธาลปีอากาศภายใน ; Btu/lb

h_2 : เอนธาลปีอากาศภายนอก ; Btu/lb

h_3 : เอนธาลปีอากาศภายในเมื่อลดอุณหภูมิลง ; Btu/lb

2. การติดตั้งโปรแกรม SCADA ควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ การหาผลประหยัดของการติดตั้งโปรแกรม SCADA ควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$P_{save} = P_1 – P_2$$

$$E_{save} = (P_2 / P_1) \times P_{save} \times h \times D \times US \quad (4)$$

เมื่อ P_1 : กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนติดตั้ง ; กิโลวัตต์

P_2 : กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังติดตั้ง ; กิโลวัตต์

P_{save} : กำลังไฟฟ้าที่ประหยัด ; กิโลวัตต์

E_{save} = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด ; กิโลวัตต์

3. การติดตั้งระบบควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์

การหาผลประหยัดของการติดตั้งระบบควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$P_2 = P_1 / [(Hz_1 / Hz_2)]$$

$$P_{save} = P_1 – P_2 \quad (5)$$

เมื่อ P_1 : กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนติดตั้ง ; กิโลวัตต์

P_2 : กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังติดตั้ง ; กิโลวัตต์

Hz_1 : ความถี่ก่อนติดตั้ง

Hz_2 : ความถี่หลังติดตั้ง

P_{save} : กำลังไฟฟ้าที่ประหยัด ; กิโลวัตต์

2.6 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การเลือกระบบทางวิศวกรรมส่วนใหญ่จะใช้วิธีการทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ โดยพิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่า เสียค่าใช้จ่ายน้อย การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีที่ง่ายดังนี้

2.6.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) สำหรับโครงการประหยัดพลังงานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 5ปีอย่างไรก็ตามต้องขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการถ้าโครงการมีขนาดใหญ่เงินลงทุนสูงอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จากสมการต่อไปนี้

$$PB = C_T / S_C \quad (6)$$

เมื่อ PB : ระยะเวลาคืนทุน ; ปี

C_T : เงินลงทุน ; บาท

S_C : ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด ; บาท

2.6.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุนพลังงาน จากมาตรการ ในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของเงิน ที่จ่ายออกไป ภายใต้ โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (discount rate) หรือค่าของทุน (cost of capital) ดังนั้นจากสมการต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (7)$$

เมื่อ n : อายุของโครงการ(ปี)

ES_t : ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_o : เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ

i : อัตราลดค่า

2.6.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน ของกระแสเงินสด ที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุน เท่ากับมูลค่าปัจจุบัน ของกระแส เงินสด ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการ ประหยัดพลังงาน ตลอดอายุ ของโครงการ ดังนั้นจากสมการต่อไปนี้

$$-I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (8)$$

เมื่อ IRR : อัตราผลตอบแทนภายใน

3. การทดสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

3.1 ผลการประเมินกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการสำรวจและสอบถามกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า สามารถจัดแบ่งลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้

1. สำนักงาน เป็นห้องทำงานรวมของพนักงานที่ทำงานประจำมีเวลาทำงานที่แน่นอน เวลาทำงานคือ 8:00 น. – 17:45 น. พักเที่ยงเวลา12:00 น. – 13:00 น. ทำงานวันจันทร์ – วันศุกร์ มีการเข้าทำงานก่อนและหลังเวลาทำงานประมาณ 30 นาที มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง

2. โรงงานการผลิตทำงานวันจันทร์ – ศุกร์ มีการทำงานอยู่ 2 ส่วนคือ พื้นที่ทำการผลิตเครื่องพิมพ์มีเวลาทำงานที่ไม่แน่นอนตามยอดการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้ามีเวลาทำงานปกติคือ 8:00 น. – 17:45 น. และเวลาทำงานล่วงเวลาคือ 18:15 น. – 22:30 น. เวลาพักสองช่วงคือ 12:00 น. – 13:00 น. และ 17:45 น. – 18:15 น. และพื้นที่ทำการผลิตหัวอ่าน LED มีเวลาการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง รวมเวลาทำงานล่วงเวลา มี 2 กะ โดยกะกลางวันทำงานเวลา 8:00 น. – 20:00 น. เวลาพักสองช่วงคือ 12:00 น. – 13:00 น. และ 17:45 น. – 18:15 น. ส่วนกะกลางคืนทำงานเวลา 20:00 น. – 8:00 น. เวลาพักสองช่วงคือ 00:00 น. – 00:30 น. และ 4:00 น. – 5:00 น.

3.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการตรวจวัดและเก็บข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 8,833,738 kWh/ปี โดยแยกออก เป็นระบบต่างๆภายในโรงงานจะทำให้ทราบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีรายละเอียดต่างๆแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆของปี พ.ศ. 2553

ระบบเครื่องจักร	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า		รวม	%
	โรงงาน	การผลิต		
แสงสว่าง	1,236,987.5		1,236,987.5	14.00
เครื่องปรับอากาศ	5,078,265.43	113,627.34	5,191,892.77	58.77
อุปกรณ์สำนักงาน	417,275.97		417,275.97	4.72
อัติโนมัติ	126,039.64		126,039.64	1.43
น้ำดีและน้ำเสีย	124,417.5	252,677.52	377,095.02	4.27
อื่นๆ	10,265.6		10,265.6	0.12
ดูดอากาศ	76,515.46		76,515.46	0.87
เครื่องอัดอากศ		328,206.9	328,206.9	3.72
การป้องกันฝุ่น		80,771.15	80,771.15	0.91
สูญญากาศ		109,560	109,560	1.24
เครื่องจักรใช้ในการผลิต		427,607.1	427,607.1	4.84
คอมพิวเตอร์ใช้ในการผลิต		451,521.28	451,521.28	5.11
	7,069,767.1	1,763,971.29	8,833,738.39	

3.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงาน

การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยพิจารณาเฉพาะในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานในช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลาระหว่าง 8:00 น. – 22:30 น. โดยมีแนวทางการจัดการในระบบแสงสว่างและระบบเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

3.3.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง

1. การเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์(T5) แทน TLD(T8)

ทำการเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) ขนาด 2x28 วัตต์ใช้ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 2,900 lm แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ TLD(T8) ขนาด 2x36 วัตต์ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก มีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 2,600 lm จำนวน 5,206 หลอด เปิดใช้งานวันละ 14.5 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 22:30 น. สามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 83 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 375,492 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,468,231 บาท/ปี เงินลงทุน 1,998,975 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.36 ปี และอายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 6,822,570 บาท จากสมการ(2)สามารถหาผลประหยัดของมาตรการนี้ได้ดังนี้

P_{save} =[((36+10) x 5,206) – ((28+2) x 5,206)] / 1,000
= 83 kW

E_{save} = 83kW x (100%) x 14.5hr x 312day
= 375,492 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)
= -0.06 บาท x 375,492 kWh/ปี = - 22,530 บาท/ปี

CE = (83 x 12 x 132.93) + (83 x 13 x 26 x 12 x 3.7731) + (83 x 1.5 x 26 x 12 x 2.2695)
= 1,490,761 บาท/ปี

M_{save} = (-22,530) + 1,490,761
= 1,468,231 บาท/ปี

PB = 1,998,975 / 1,468,231 = 1.36 ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	1,998,975	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	1,468,231	บาท
ค่าบำรุงรักษา	20,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 1,468,231 x (P/A , 10% , 10)=1,468,231 x 6.1445
= 9,021,545 บาท

NPV = - 1,998,975 – 200,000 + 9,021,545
= 6,822,570 บาท

2. การเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์กันแมลง(T8) โคมไฮเบย์แทนหลอดโซเดียมความดันสูง(HID)

ทำการเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์กันแมลง(T8) โคมไฮเบย์ขนาด 4x36 วัตต์ใช้ร่วมกับบัลลาสต์Low Loss มีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 2,900 lm/หลอด Reflector ของโคมไฮเบย์ 95% จะได้ค่าประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของโคม 22,620 lm/โคม แทนหลอดโซเดียมความดันสูง (HID) ขนาด 250 วัตต์ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง18,000 lm จำนวน 131 หลอด เปิดใช้งานวันละ 14.5 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 22:30 น.สามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 15 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้า 67,860 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 300,722 บาท/ปี เงินลงทุน 515,522 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.71 ปี และอายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 1,232,264 บาท จากสมการ (2)สามารถหาผลประหยัดของมาตรการนี้ได้ดังนี้

Luminous Flux = (4x2,900lm) + [(4x2,900lm)x95%]
= 22,620 lm

จากสมการ(2)สามารถหาผลประหยัดของมาตรการได้ดังนี้

P_{save} = [((250+50) x131) – ((36+6) x 4x131)] / 1,000
= 17 kW

E_{save} = 17kW x (100%) x 14.5hr x 312day
= 76,908 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)
= -0.06บาท x 76,908 kWh/ปี = -4,615 บาท/ปี

CE = (17 x 12 x 132.93) + (17 x 13 x 26 x 12 x 3.7731) + (17 x 1.5 x 26 x 12 x 2.2695)
= 305,337 บาท/ปี

M_{save} = (-4,615) + 305,337
= 300,722 บาท/ปี

PB = 515,522 / 300,722 = 1.71 ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	515,522	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	300,722	บาท
ค่าบำรุงรักษา	10,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 300,722 x (P/A , 10% , 10) = 300,722 x 6.1445
= 1,847,786 บาท

NPV = - 515,522 – 100,000 + 1,332,318
= 1,232,264 บาท

3.3.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศ

1. การติดตั้ง Evaporative Pre-cool (EVAP) ช่วยลดอุณหภูมิภายนอกเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ (Chiller)

เครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ (Chiller) ทำงานวันละ 24 ชั่วโมง โดยทำการติดตั้ง Evaporative Pre-Cool ช่วยลดอุณหภูมิภายนอกได้ 5-8 องศาเซลเซียส รอบๆเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ (Chiller) ขนาด 150 kW จำนวน 3 เครื่อง สามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 25 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 191,633 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 605,696 บาท/ปี เงินลงทุน 1,560,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 2.57 ปี และอายุของโครงการ 5 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 686,072 บาท จากสมการ (3)สามารถหาผลประหยัดของมาตรการนี้ได้ดังนี้

อุณหภูมิก่อนติดตั้ง30ºC,ความชื้มสัมพัทธ์ 80%,เอนธาปี 85 Btu/lb

อุณหภูมิก่อนติดตั้ง25ºC,ความชื้มสัมพัทธ์ 55%,เอนธาปี 53 Btu/lb

Q_{old} = 85 – 53 = 32 Btu/lb

Q_{new} = 85 – 55 = 30 Btu/lb

Q_{save} = 32 – 30 = 2 Btu/lb

P_{save} = (2 Btu/lb x 100) / 32 Btu/lb = 6.25 %

E_{save} = 450kW x (6.25 %) x 24hr x 334day x (85 %)

= 191,633 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)

= -0.06บาท x 191,633 kWh/ปี

= -11,498 บาท

CE = (25 x 12 x 132.93) + (25 x 13 x 26 x 12 x 3.7731) + (25 x 11 x 26 x 12 x 2.2695)

= 617,194 บาท/ปี

M_{save} = (-11,498) + 617,194

= 605,696 บาท/ปี

PB = 1,560,000 / 605,696 = 2.57 ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	1,560,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	605,696	บาท
ค่าบำรุงรักษา	10,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	5	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 605,696 x (P/A , 10% , 5)

= 605,696 x 3.7908

= 2,296,072 บาท

NPV = - 1,560,000 – 50,000 + 2,296,072

= 686,072 บาท

2. การติดตั้งโปรแกรมSCADA ควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศทำงานวันละ 14.5 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 8:00 น. – 22:30 น. โดยอุณหภูมิเดิมอยู่ที่ 20 ºC ได้ทำการติดตั้งโปรแกรม SCADA ควบคุมอุณหภูมิที่ 24 ºC (± 3 ºC) กับเครื่องปรับอากาศขนาด 200,000 Btu จำนวน 22 เครื่อง ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิความเย็นเครื่องปรับอากาศ 2 ºC จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 14% [2] สามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 70 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 217,876 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,244,196 บาท/ปี เงินลงทุน 527,500 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.42 ปี และอายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 7,017,462 บาท จากสมการ(4)สามารถหาผลประหยัดของมาตรการนี้ได้ดังนี้

P_{save} = 506kW – (506 x 14%)kW = 436 kW

= 506kW – 436kW = 70 kW

E_{save} = (436kW / 506kW) x70kW x14.5hr x 26day x 12 x 80%

= 217,876 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)

= -0.06บาท x 217,876 kWh/ปี = -13,073 บาท/ปี

CE = (70 x 12 x 132.93) + (70 x 13 x 26 x 12 x 3.7731) + (70 x 1.5 x 26 x 12 x 2.2695)

= 1,257,269 บาท/ปี

M_{save} = (-13,073) + 1,257,269

= 1,244,196 บาท/ปี

PB = 527,500 / 1,244,196 = 0.42 ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	527,500	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	1,244,196	บาท
ค่าบำรุงรักษา	10,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 1,244,196 x (P/A,10% ,10) = 1,244,196 x 6.1445

= 7,644,962 บาท

NPV = - 527,500 – 100,000 + 7,644,962

= 7,017,462 บาท

3. การติดตั้งระบบควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์

มอเตอร์ของ Chilled Water ขนาด 22 kW จำนวน 2 ตัว ทำงานวันละ 24 ชั่วโมง โดยปรับความถี่ที่ 40 Hz จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 20% สามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 9 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 67,392 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 216,831บาท/ปี เงินลงทุน 418,506 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.93 ปี ปี และ

อายุของโครงการ 10 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 813,812 บาท จากสมการ(5)สามารถหาผลประหยัดของมาตรการนี้ได้ดังนี้

P_2 = 44kW / [(50 / 40)] = 35 kW

P_{save} = 44kW – 35kW = 9 kW

= 9kW x 24hr x 26day x 12

= 67,392 kWh/ปี

Ft = -0.06 (ก.ค. 2554)

= -0.06บาท x 67,392 kWh/ปี = 4,044 บาท

CE = (9 x 12 x 132.93) + (9 x 13 x 26 x 12 x 3.7731)

+ (9 x 11 x 26 x 12 x 2.2695)

= 220,875 บาท/ปี

M_{save} = (-4,044) + 220,875

= 216,831 บาท/ปี

PB = 418,506 / 216,831 = 1.93 ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

เงินลงทุนเริ่มต้น	418,506	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	216,831	บาท
ค่าบำรุงรักษา	10,000	บาท/ปี
อายุการใช้งาน	10	ปี
อัตราลดค่าร้อยละ	10	%

P = 216,831 x (P/A,10%,10) = 216,831 x 6.1445

= 1,332,318 บาท

NPV = - 418,506 – 100,000 + 1,332,318

= 813,812 บาท

4. สรุปผลการอนุรักษ์พลังงาน

ในปัจจุบันปริมาณน้ำมันดิบที่เหลือน้อยลงปัญหาของโลกที่ร้อนขึ้น สภาวะเรือนกระจกที่เกิดจากสารคาร์บอนมอนออกไซด์ อันเป็นผลมาจากการเผาไหม้ ประกอบกับแนวคิดที่จะอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บทความนี้จึงนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของ บริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อเป็นกรณีศึกษา จากข้อมูลนั้นปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า8,833,738 kWh/ปี เมื่อรวมทุกแนวทางของโครงการอนุรักษ์พลังงานแล้วสามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 204 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 929,301 kWh/ปี คิดเป็นเงินไทยที่ประหยัดได้ 3,835,676 บาท/ปี เงินลงทุน 5,020,503 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.31 ปี โดยสรุปโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆ ดังนี้

1. การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง สามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 100kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 452,400 kWh/ปี คิดเป็นเงินไทยที่ประหยัดได้ 1,768,953 บาท/ปี เงินลงทุน 2,514,497 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.42 ปี รวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 8,054,834 บาท

2. การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศสามารถลดความต้องการกำลังไฟฟ้าได้ 104 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 476,901kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,066,723 บาท/ปี เงินลงทุน 2,506,006 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 1.21 ปี รวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ 8,517,346 บาท

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายโอซามุ โยชิดะ นายมาซาฮิโร่ มูนากาตะ นายเรียวจิ คาวะซึ นายทวิต อาจชนะ นายชาตรี ฉิมพาลี นายชนะ วันดาคุณ นายเดชชนะ ขันทอง และคณะผู้บริหารของบริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่านที่สนับสนุนสถานที่ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า 2536-2543”,2544.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.“ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบพลังงานอาวุโสด้านไฟฟ้า”.2547.

[3] วัชระ มั่งวิทิตกุล , “กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม”,2548.

ประวัติผู้เขียนบทความ

นายโชคทวี นนท์ไพวัลย์ ปัจจุบันเป็นวิศวกรบริษัท โอกิ ดาต้าแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และกำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายบุญยัง ปลั่งกลาง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก Dr.-Ing. (Electrotechnik) Kassel University Germany ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายโชคทวี นนท์ไพวัลย์
วัน เดือน ปีเกิด	2 สิงหาคม 2519
ที่อยู่	116 หมู่ที่ 1 ตำบลงิ้วด่อน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ. 2547
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2547 – พ.ศ. 2549 วิศวกรไฟฟ้า บริษัทวิศวกรรมไฟฟ้าและประหยัดพลังงาน จำกัด พ.ศ. 2549 – พ.ศ. 2550 ครู แผนกช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีพณิชยการสกลนคร พ.ศ. 2550 – พ.ศ. 2551 วิศวกรไฟฟ้า บริษัทไออีซีเอ็ม จำกัด พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2555 วิศวกรไฟฟ้า บริษัทโอกิ ดาต้า แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน ผู้จัดการโรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัทบัวสมหมายผลิตไฟฟ้า จำกัด