

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม
การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

นายปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ISBN 974-19-0809-1
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า
สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัย
อาจารย์เสมอ เรืองนันท์
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ คู่มือวิทยากร เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม และแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม โดยนำไปทดลองจัดฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 โรงงาน ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานระดับผู้บริหาร ผู้จัดการ หัวหน้างาน และพนักงานระดับปฏิบัติงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในพื้นที่ของโรงงาน เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกอบรมจบในแต่ละบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังบทเรียน และเมื่อได้รับการฝึกอบรมครบทุกบทเรียนแล้ว จึงทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรม จากนั้นนำผลจากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ผลจากการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกอบรมชุดนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.29/82.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นนี้ มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 191 หน้า)

Name : Mr.Pinpong Yodsakun
Thesis Title : Design and Efficiency of Electrical Energy Conservation Training Course for
SMEs
Major Field : Electrical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr. Siripun Thongchai
Mr.Samer Roenganan
Academic Year : 2006

Abstract

The main purpose of this research is to design an effective training package—a training course in electrical energy conservation for Small and Medium Enterprises (SMEs.)

The training package consists of a user's manual, an instructor's manual, a set of Power Point presentations, and test sheets. A pilot course was organized by 21 participants in 2 factories responsible for each section. Once the sample participants finished each lesson, they had to take the post-test. After they completed all lessons, they have to take the final test with evaluation. The data was collected for further analytical summary.

In conclusion, the result of this study shows that the efficiency of this training package was 80.29/82.86, which was higher than the average point of post-test by the average point of final test, which define at 80/80. This tends to be an appropriate standard to leverage the working capability of SMEs employ.

(Total 191 pages)

Chairperson

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.ศิริพรรณ ชงชัย และอาจารย์เสมอ เรืองนันต์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ประทับประคอง รวมถึงให้คำปรึกษาแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านทั้งสองเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณธัญรพษ์ เมืองแก่น คุณอนุศักดิ์ มิตรภักดี คุณจรัญ บุญยะคงรัตน์ อาจารย์สุชาติ โพธิ์ศรี และคุณชาตรา ชมพัฒน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้บริหาร ผู้รับผิดชอบพลังงาน รวมทั้งหัวหน้างาน และตัวแทนของโรงงานต่างๆ ท่าน ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย ทำแบบทดสอบ และตัวแทนของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการเข้ารับการฝึกอบรม

ขอขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัว และคุณเปรมหทัย อมาตยกุล ผู้เป็นกำลังใจและผลักดันให้ดำเนินการวิจัยจนสำเร็จ รวมถึงผู้ที่มีส่วนในการสนับสนุนในงานวิจัยชิ้นนี้ทุกท่าน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ

ท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยใคร่ขออุทิศความดีให้ บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

ปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของผลการวิจัย	4
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความหมายของการฝึกอบรม	5
2.2 ขั้นตอนของการจัดการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ	6
2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	11
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัย	15
3.1 การกำหนดแบบแผนการวิจัย	15
3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง	15
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	16
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	32
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4. ผลของการวิจัย	35
4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน	35
4.2 การวิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรม	36
4.3 การวิเคราะห์ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม	36
บทที่ 5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	37
5.1 สรุปผลการวิจัย	37
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	37
5.3 ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก ก	45
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม	46
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรม	47
ภาคผนวก ข	53
แบบสอบถามหาความจำเป็นในการฝึกอบรม	54
แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกอบรม	61
ภาคผนวก ค	87
การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและการกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	88
ภาคผนวก ง	105
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น	106
ภาคผนวก จ	115
การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามเนื้อหา	116
การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	118
การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามเนื้อหา	121
การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	123
ภาคผนวก ฉ	127
ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม	128

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ช	131
โครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรม ขนาดกลางและขนาดย่อม	132
ภาคผนวก ซ	151
ตัวอย่างเอกสารประกอบการฝึกอบรม	152
ตัวอย่างแผนการฝึกอบรม	165
ตัวอย่างแบบทดสอบหลังบทเรียนพร้อมเฉลย	178
ตัวอย่างแบบทดสอบหลังฝึกอบรมพร้อมเฉลย	181
ภาคผนวก ฌ	187
ผลการติดตามการอนุรักษ์พลังงานหลังการฝึกอบรม	188
ประวัติผู้วิจัย	191

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าและศักยภาพในการประหยัดไฟฟ้า	1
3-1 แสดงจำนวนข้อแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย	23
3-2 แสดงจำนวนข้อแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก	24
3-3 แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	24
3-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบ หน่วยเรียนที่ 1 เรื่องการบริหารจัดการพลังงาน ของผู้เชี่ยวชาญ	28
3-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบ หน่วยเรียนที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า ของผู้เชี่ยวชาญ	29
3-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบ หน่วยเรียนที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของผู้เชี่ยวชาญ	29
3-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบ หน่วยเรียนที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์ไฟฟ้าของผู้เชี่ยวชาญ	30
3-8 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบ หน่วยเรียนที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด ของผู้เชี่ยวชาญ	30
3-9 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบ หน่วยเรียนที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ ของผู้เชี่ยวชาญ	31
3-10 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรบทั้งชุด	31
4-1 ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของคะแนนการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน	35
4-2 ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของคะแนนการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรบ	36
4-3 ค่าร้อยละของการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรบ	36
ก-1 แสดงรายนามผู้เชี่ยวชาญ	46
ข-1 ข้อเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรบ	55
ข-2 ผลการเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรบจากผู้เชี่ยวชาญ	58
ข-3 ตัวอย่างการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกอบรบ	62
ข-4 ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรบ	63
ข-5 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรบ	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-1 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงาน	88
ค-2 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการบริหารจัดการพลังงาน	89
ค-3 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการบริหารจัดการพลังงาน	90
ค-4 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	91
ค-5 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	92
ค-6 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	93
ค-7 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	94
ค-8 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	95
ค-9 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	96
ค-10 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์	97
ค-11 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์	98
ค-12 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์	99
ค-13 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด	98
ค-14 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด	100
ค-15 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด	101
ค-16 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	102
ค-17 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	103
ค-18 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็น และปรับอากาศ	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ-1 การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามเนื้อหา	116
จ-2 การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	118
จ-3 การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามเนื้อหา	121
จ-4 การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	123
ฉ-1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม	128
ฉ-1 รายงานติดตามผลการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าหลังการฝึกอบรม บริษัท มั่นยิ่ง จำกัด	189
ฉ-2 รายงานติดตามผลการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าหลังการฝึกอบรม บริษัท เชียงแสงเท็กซไทล์ อินดัสตรีส์ จำกัด	190

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ขั้นตอนการจัดการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ	6
3-1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย	16
3-2 ตัวอย่างสไลด์ประกอบการฝึกอบรม	22
3-3 แสดงชุดฝึกอบรม	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการที่ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตอย่างก้าวกระโดดของเศรษฐกิจและสังคมในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา ระหว่างปี พ.ศ. 2520-2540 นั้น ทำให้ภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ภาคการผลิต และการบริการขยายตัวสูงขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 10-15 ต่อปี แม้ว่าจะประสบภาวะวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2543 แต่ก็สามารถฟื้นตัวได้อย่างช้าๆ โดยค่า GDP (Gross Domestic Product) หรือค่าผลิตภัณฑ์ในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.1 ในปี พ.ศ. 2544 และเติบโตอย่างต่อเนื่องร้อยละ 1.8 ในปี พ.ศ. 2545 และคาดว่าจะเติบโตถึงร้อยละ 4 ในปี พ.ศ. 2546 ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เพื่อเป็นการเสริมสร้างและพัฒนาการเจริญเติบโตในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ภาคการผลิตและการบริการ อัตราการใช้พลังงานทั้งในภาครัฐและเอกชนมีอัตราการใช้พลังงานของประเทศมากขึ้นเป็นเงาตามตัว โดยจากการสำรวจประสิทธิภาพการใช้พลังงานพบว่า ประเทศไทยยังคงมีการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยอยู่จำนวนมาก (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546: 1)

จากการประเมินของสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพบว่า ศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้านั้น ภาคอุตสาหกรรมจะมีศักยภาพสูงสุดที่ประมาณร้อยละ 54 รองลงมา คือภาคธุรกิจที่ร้อยละ 30 และที่พักอาศัยที่ร้อยละ 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 1-1 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าและศักยภาพในการประหยัดไฟฟ้า

ผู้ใช้พลังงานไฟฟ้า	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้า (ร้อยละ)	ศักยภาพในการประหยัด (ร้อยละ)
ภาคที่อยู่อาศัย	25	16
ภาคธุรกิจ	32	30
ภาคอุตสาหกรรม	43	54

(กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546: 3)

จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานเฉพาะส่วนการใช้ไฟฟ้า ภาคอุตสาหกรรมมีส่วนการใช้ไฟฟ้าสูงสุด และยังมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานสูงสุดอีกด้วย ดังนั้นการสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมจึงมีความสำคัญยิ่ง

ในธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises, SMEs) ซึ่งเป็นฐานกำลังเศรษฐกิจของประเทศที่สำคัญที่สุดและส่วนใหญ่ไม่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมตามนิยามที่กำหนดไว้ในกฎหมายพลังงาน ดังนั้นโรงงานเหล่านี้ไม่มีกฎหมายบังคับในเรื่องการดำเนินการด้านการประหยัดพลังงานที่เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน ไม่มีการดำเนินการตรวจวินิจฉัยการใช้พลังงานเพื่อหาความสูญเสียและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น อีกทั้งโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อมมักประสบปัญหาด้านเงินทุน เทคโนโลยี บุคลากร รวมทั้งการจัดการที่ดี ทำให้ความสูญเสียและความสูญเปล่าต่างๆ ถูกมองข้ามไป อันเป็นผลให้เกิดความสูญเสียและความสูญเปล่าด้านพลังงานในที่สุด

ความสูญเสียและความสูญเปล่าต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้านพลังงานสามารถค้นพบและแก้ไขได้โดย “คน” การสร้างและพัฒนาบุคลากรขององค์กรนั้นๆ ให้มีความรู้ในการค้นหาปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้นั้นเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน การสร้างองค์ความรู้ให้คนขององค์กรรู้จักการวิเคราะห์ค้นพบปัญหา ความสูญเสีย และความสูญเปล่าต่างๆ รวมทั้งด้านพลังงานได้อย่างครอบคลุมซึ่งในบางครั้งการลดค่าพลังงานสามารถกระทำได้ทันที โดยไม่ต้องลงทุนสูง

การจัดอบรมเป็นวิธีที่ให้ผลอย่างมากต่อการรณรงค์ส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหลักสูตรควรออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ปัจจุบันหลายองค์กรได้นำเอาหลักสูตรการอบรมด้านพลังงานรวมเข้ากับการอบรมเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ไปขององค์กร ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการส่งข่าวสารให้แก่ผู้ที่เข้ามาทำงานใหม่ (เอกสารเผยแพร่ ชุดที่ 2 การจัดองค์กรการอนุรักษ์พลังงาน, 21)

จึงเป็นเหตุผลให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะสร้างชุดฝึกอบรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 หัวข้อเรื่องที่ใช้ในการอบรมเพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมมาจากการวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรม

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหารระดับกลางถึงระดับล่างจากสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมจำนวน 2 แห่ง จำนวน 21 คน

1.4.3 การประเมินผลการฝึกอบรมจะใช้วิธีการติดตามผลหลังจากการฝึกอบรม 1 เดือน โดยพิจารณาจากการจัดระบบการจัดการด้านพลังงาน

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกอบรมที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบ

1.5.2 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยในชุดฝึกอบรมที่คาดหวังของผู้วิจัยที่กำหนดขึ้น

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบ

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบ

1.5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม หมายถึง คะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบภายหลังฝึกอบรมได้ถูกต้อง โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.5.4 ผู้เข้ารับการฝึกอบรม หมายถึง ผู้บริหาร ผู้จัดการ หัวหน้างาน หรือตัวแทนในแต่ละฝ่ายหรือแผนกที่รับผิดชอบการทำงานในพื้นที่ที่เป็นโรงงาน โดยคำนึงถึงวุฒิการศึกษาและประสบการณ์การทำงาน ดังนี้ ระดับ ปวช. ทำงานมาไม่น้อยกว่า 6 ปี ระดับ ปวส. ทำงานไม่น้อยกว่า 3 ปี และระดับปริญญาตรีทำงานมาไม่น้อยกว่า 1 ปี

1.5.5 สถานประกอบกลางขนาดกลางและขนาดย่อมที่กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวง-อุตสาหกรรม ได้กำหนดการเข้าข่ายเป็นสถานประกอบกลางขนาดกลางและขนาดย่อม ดังนี้

1.5.9.1 สถานประกอบการขนาดเล็ก มีจำนวนคนงานไม่เกิน 50 คน จำนวนเงินลงทุนไม่เกิน 20 ล้านบาท

1.5.9.2 สถานประกอบการขนาดกลาง มีจำนวนคนงานระหว่าง 50 คน ถึง 200 คน จำนวนเงินลงทุนระหว่าง 20 ล้านบาทถึง 100 ล้านบาท

1.6 ประโยชน์ของผลการวิจัย

1.6.1 ชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม สามารถนำไปฝึกอบรมบุคลากรในสถานประกอบการอื่นๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่ถูกต้อง

1.6.2 บุคลากรของสถานประกอบการที่ได้รับการฝึกอบรมมีความรู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นพร้อมที่จะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และทำให้เกิดการจัดการด้านอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในสถานประกอบการอย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. **การจัดองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **การวางแผนอนุรักษ์พลังงาน**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **ระบบอัดอากาศ**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **ระบบทำความเย็น**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **ระบบแสงสว่าง**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **มอเตอร์**. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐั'รักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- _____. **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม**. เอกสารประกอบการสัมมนา กิจกรรมอนุรักษ์พลังงานในนิคมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กรม, 2547
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. **คู่มือการฝึกอบรมด้านการจัดการพลังงาน**. กรุงเทพฯ : กรม
- _____. **มาตรการประหยัดพลังงาน มาตรฐานแผ่นสะท้อนแสงและคอมฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง**. การประยุกต์ใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2543
- _____. **มาตรการประหยัดพลังงานมาตรฐาน บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูงสำหรับคอมฟลูออเรสเซนต์**. การประยุกต์ใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2543
- _____. **มาตรการประหยัดพลังงานมาตรฐาน มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง**. การประยุกต์ใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรม, 2543

บรรณานุกรม (ต่อ)

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. แนวทางใหม่ในการบริหารจัดการพลังงาน

ในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการ
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2546

ไกลกังวล นิละไพจิตร. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมช่างซ่อมบำรุง หลักสูตร
การซ่อมบำรุงเครื่องตรวจวัดความเป็นกรด – ด่าง และอิเล็กทรอนิกส์ในเลือด.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546
กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, สำนักคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ.

การจัดระบบการจัดการพลังงาน. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอุดมศึกษา, 2545

_____. การประหยัดพลังงานและผลกระทบของการใช้พลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อม. โครงการ
ประชาสัมพันธ์ รวมพลังหารสอง. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอุดมศึกษา, 2545

_____. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงและการปรับความเร็วมอเตอร์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด
อุดมศึกษา, 2545

_____. วิศวกรรมคุณค่า (VE) เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด
อุดมศึกษา, 2545

_____. การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอุดมศึกษา,
2545

_____. การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอุดมศึกษา, 2545.

กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. การใช้
มอเตอร์ไฟฟ้าและตัวขับเคลื่อนอย่างประหยัดพลังงาน. เอกสารเผยแพร่ แนวทาง
การปฏิบัติงานที่ดี. หมายเลข 14. กรุงเทพฯ : กอง, 2546.

_____. อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ตามภาระการใช้งาน. เอกสารเผยแพร่ กรณีศึกษา. หมายเลข
011. กรุงเทพฯ : กอง, 2547.

_____. การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์กับเครื่องสูบน้ำ. เอกสารเผยแพร่ กรณีศึกษา.
หมายเลข 020. กรุงเทพฯ : กอง, 2546.

จกกลนี ชุติมาเทวินทร์. การฝึกอบรมเชิงพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พี เอ ลีฟวิ่ง, 2542.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ชูชัย สมितिไกร. การฝึกอบรมบุคลากรในองค์การ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ไชยะ แซ่มซ้อย. คู่มือการลดค่าไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนอี, 2544.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา ลีนสุกล. ระบบสื่อสารสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

ชยุตย์ ภิรมย์สมบัติ. โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ (Simple Items Analysis, SIA). Available from:

[Http://www.thaiware.com/Software/Education Software/Teaching Tools/SIA.ZIP](http://www.thaiware.com/Software/Education Software/Teaching Tools/SIA.ZIP)

[3 พ.ค. 2545]

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ชอบ ดายทอง. กรณีตัวอย่างการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม. [โสตทัศนประเภทสไลด์ประกอบการบรรยาย เพาเวอร์พอย. ม.ป.ป.

นพเก้า อ่วมกระทุ่ม. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมสำหรับช่างเทคนิคและวิศวกรผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรระบบสื่อสารสัญญาณเบื้องต้น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

บริษัทไทยพัฒนกิจ หม้อแปลงไฟฟ้าจำกัด. การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า. สมุทรปราการ: ม.ป.ท., ม.ป.ป. (อัดสำเนา)

บริษัท เพาเวอร์กริด คอนซัลแทนท์ จำกัด. การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป. (อัดสำเนา)

ปวีณา อินวกุล. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน หลักสูตร ความรู้พื้นฐานด้านช่างโทรคมนาคม ส่วนการฝึกอบรม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

พัฒนา สุขประเสริฐ. กลยุทธ์ในการฝึกอบรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พรทวี มีมา. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องระบบสื่อสารสัญญาณความเร็วสูง เอสดีเอช (Synchronous Digital Hierarchy) หลักสูตรการพัฒนาพนักงานในสายงาน อาชีพด้านโทรคมนาคม การสื่อสารแห่งประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ อดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย). **ทฤษฎีไฟฟ้าแสงสว่าง**. ม.ป.ท., ม.ป.ป. (อัคราณา)
- แมคคาร์เคิล และเกร์ อี. เอช. **การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรม**. แปลโดย วุฒิพงษ์ ยศลา-สุโรดม. กรุงเทพฯ : ปีโปรท์บุ๊คส์, 2546.
- รัตนา ศิริพานิช. **หลักการสร้างแบบสอวัดทางจิตวิทยาและทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2535.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.
- วิจิตร อาวะกุล. **การฝึกอบรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- วัชร มั่งวิฑิตกุล. **กระบวนการและเทคนิค การลดค่าใช้จ่ายพลังงาน สำหรับอาคารและโรงงาน อดสาหกรรม**. ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท อินเตอร์ พรีนติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด, 2544.
- วรวิทย์ อิงภากรณ์. **คู่มือบำรุงรักษาตู้ลูกปืน เอส เค เอฟ**. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2535.
- เวทิน บุญศิริชัย. “การพัฒนาชุดฝึกอบรมช่างซ่อมเครื่องยูนิตทำฟีน.” วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตร์อดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- วิเวทย์ คำจันทร์วงศ์. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา ทฤษฎีเครื่องมือวัดไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนจำอาภาส.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- ศิริพรรณ ธงชัย. **การจัดองค์การอนุรักษ์พลังงาน**. [เอกสารประกอบการบรรยาย], ม.ป.ป.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศิริพรรณ ธงชัย. การใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพ. [เอกสารประกอบการบรรยาย], ม.ป.ป.
- _____. การประหยัดพลังงานด้านแสงสว่าง (Illumination Energy Saving). [โสตทัศนประกอบการบรรยายเพาเวอร์พอย], 2536.
- _____. การประหยัดพลังงานระบบทำความเย็น. [เอกสารประกอบการบรรยาย], ม.ป.ป.
- _____. การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า. [เอกสารประกอบการบรรยาย], ม.ป.ป.
- _____. การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม. [โสตทัศนประกอบการบรรยายเพาเวอร์พอย แดงผลโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม], 2547.
- _____. พลังงานของเรา. [เอกสารประกอบการบรรยาย], ม.ป.ป.
- ศิริพรรณ ธงชัย และพิชัย อัยภูมิภค. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (กรณีศึกษาด้านพลังงานไฟฟ้า). การประชุมวิชาการทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและหุ่นยนต์ หน้า112-119, 16-17. กรุงเทพฯ, 2548.
- ศิริวัฒน์ โปธิเวชกุล. ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง” ระบบไฟฟ้ากำลัง เล่ม 2. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป.
- ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย. การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมโรงงานน้ำแข็ง. เอกสารฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2547.
- _____. ร่างตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผชพ.) PRE อาวุโสด้านไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2548.
- _____. ร่างตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบพลังงาน (ผชพ) PRE สามัญ. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2548.
- _____. ร่างตำราฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานภาคปฏิบัติ (Mini Plant) ด้านไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2548.
- _____. รายงานการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม. สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2547.
- _____. คู่มือการฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน.กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, ม.ป.ป.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สมคิด บางโม. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2545.
- สมชาติ กิจยรรยง. สูตรสำเร็จการจัดฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : เอ็มไอที คอนซัลติ้ง, 2546.
- สมพล บุญญสุวรรณโณ. “ชุดฝึกอบรม เรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย EIB.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.
- สุรศักดิ์ นิมวิสัย. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการทำงานของระบบกระตุ้นและ
รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.” วิทยานิพนธ์
ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2528.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. รายงานตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน. โครงการฝึกอบรมผู้จัดการ
พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม.
2547.
- สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม., ม.ป.ป. (อัคราณา)
_____. วิศวกรรมการพลังงาน., ม.ป.ท., ม.ป.ป. (อัคราณา)

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกอบรม

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของชุดฝึกอบรม ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

ตารางที่ ก-1 แสดงรายนามผู้เชี่ยวชาญ

ที่	ชื่อ – สกุล	ตำแหน่ง
1	นายชาตรา ชมพัฒน์	ผู้จัดการแผนกวิชาการ ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย
2	นายรัชชพรพงษ์ เมืองแก่น	หัวหน้าหมวดวิศวกรรมด้านการใช้พลังงาน หน่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ฝ่ายปฏิบัติการด้านการใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
3	นายอนุศักดิ์ มิตรภักดี	รองผู้อำนวยการโครงการบริหารจัดการพลังงาน การไฟฟ้านครหลวงแห่งประเทศไทย
4	นายจรัญ บุญยะคงรัตน์	หัวหน้าแผนกพัฒนาการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า กองพัฒนาระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าภูมิภาคแห่งประเทศไทย
5	นายสุชาติ โพธิ์ศรี	อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ 0525.3(2)/64



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

18 สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม

เรียน นายชาตรา ชมพัฒน์

ด้วยนายปิ่นพงษ์ ยอดสะกุล นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์เสมอ เริงอนันต์ เป็นกรรมการ ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จร อินวัญ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

หนังสือแต่งตั้งผู้ช่วยชาญ (ต่อ)

ที่ ศร 0525.3(2)/ 48



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 อ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

18 กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม

เรียน นายธวัชพงษ์ เมืองแก่น

ด้วยนายปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตร
ฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยมีคณะกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์เสมอ เริงอนันต์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของ
เนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ไชย อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

ที่ ศธ 0525.3(2)/ 48



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 จ.พินิจสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

18 กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม

เรียน นายอนุศักดิ์ มิตรภักดี

ด้วยนายปิ่นพงษ์ ยอดตะถัน นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์เสมอ เรืองนันต์ เป็นกรรมการ ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ชจร อินวัญ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

ที่ ศธ 0525.3(2)/ 48



คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

18 กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม

เรียน นายเจริญ บุญยะภรณ์

ด้วยนายปิ่นพงษ์ ยอดตะถัน นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตรอุดมศึกษา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตร
ฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยมีคณะกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์เสมอ เริงอนันต์ เป็นกรรมการ
ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของ
เนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ไชย อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทร. 3203

ที่ คท /2548

วันที่ 18 กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์สุชาติ โพธิ์ศรี

ด้วยนายปิ่นพงษ์ ยอดตะถัน นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์เสมอ เรืองนันต์ เป็นกรรมการ ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ประเมินให้น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.ชน อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามหาความจำเป็นในการฝึกอบรม

ตารางแสดงคะแนนเฉลี่ยแบบสอบถามหาความจำเป็นในการฝึกอบรม

แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกอบรม

ตารางแสดงคะแนนเฉลี่ยแบบประเมินชุดฝึกอบรม

- #### 4. ผลงานด้านพลังงานที่ผ่านมา

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตรงตามความเห็นของท่าน และบันทึกข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ลงในตารางที่ท่านเห็นสมควร

ข้อเสนอแนะ

ท่านมีความเห็นต่อหัวข้อเรื่องที่จะใช้ในการให้ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมมีความเหมาะสมเพียงใด

หมายเลข 1 หมายถึง หัวข้อนี้ไม่มีความจำเป็นในการฝึกอบรม

หมายเลข 2 หมายถึง หัวข้อนี้ควรจะมีในหลักสูตร

หมายเลข 3 หมายถึง หัวข้อนี้มีความจำเป็นในการฝึกอบรม ขาดหัวข้อนี้ไม่ได้

ตารางที่ ข-1 ข้อเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	3	2	1
1	การบริหารจัดการพลังงาน (แบบมีส่วนร่วม)			
	- หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน			
	- บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน			
	- วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม			
	- บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน			
	- วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน			
	- ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม			
2	ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า			
	- การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า			
	- ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า			
	- หม้อแปลงไฟฟ้า			
	- ตัวประกอบโหลด			
	- แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า			
	- การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด			
	- การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า			

ตารางที่ ข-1 (ต่อ) ข้อเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	3	2	1
3	การประหยัดพลังงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ			
	- หลักการทำงานระบบทำความเย็น			
	- ส่วนประกอบระบบทำความเย็น			
	- สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of Performance: COP)			
	- ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency Ratio: EER)			
	- การปฏิบัติการเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงาน ที่ใช้ระบบทำความเย็น			
	- การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ			
	- มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม			
	- ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการ อนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ			
4	การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง			
	- หน่วยวัดแสง			
	- อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง			
	- แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
	- ตัวอย่างการคำนวณ			
5	การอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์			
	- โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์			
	- ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์			
	- ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ในการประหยัดพลังงาน			
	- มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง			
	- การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า			

ตารางที่ ข-1 ข้อเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	3	2	1
6	การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด			
	- ส่วนประกอบของระบบอากาศอัด			
	- ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ			
	- แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ			
	- การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ			

ความคิดเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ท่านให้ข้อมูลในการร่างเสนอหลักสูตร
นายปิ่นพงษ์ ยอดตะคุณ

**ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะหาความจำเป็นในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ
หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม**

ผลข้อเสนอแนะหัวข้อหลักสูตรการฝึกอบรมสรุปได้ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานวิชาการ และการฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ประสบการณ์การทำงานอยู่ในช่วง 6-10 ปี

ตารางที่ ข-2 ผลการเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญการทำงานจำนวน 5 ท่าน

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	3	2	1
1	การบริหารการจัดการพลังงาน (แบบมีส่วนร่วม)			
	- หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	2	3	
	- บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กร ในการอนุรักษ์พลังงาน	5		
	- วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	5		
	- บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน	4	1	
	- วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	3	2	
	- ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	2	3	
2	ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า			
	- การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า	1	4	
	- ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า	1	3	1
	- หม้อแปลงไฟฟ้า	2	3	
	- ตัวประกอบโหลด	2	3	
	- แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า	5		
	- การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	5		
	- การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	2	3	

ตารางที่ ข-2 (ต่อ) ผลการเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	3	2	1
3	การประหยัดพลังงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ			
	- หลักการทำงานระบบทำความเย็น	1	4	
	- ส่วนประกอบระบบทำความเย็น		4	1
	- คัมประสิทธิภาพของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of Performance: COP)	1	4	
	- ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency Ratio: EER)	3	2	
	- การปฏิบัติการเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงาน ที่ใช้ระบบทำความเย็น	3		2
	- การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	4	1	
	- มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม	3	2	
	- ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการ อนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	4	1	
4	การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง			
	- หน่วยวัดแสง	1	4	
	- อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	2	3	
	- แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	5		
	- ตัวอย่างการคำนวณ	4	1	
5	การอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์			
	- โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์		4	1
	- ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์	4	1	
	- ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ในการประหยัดพลังงาน	3	2	
	- มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	4	1	
	- การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า	5		

ตารางที่ ข-2 (ต่อ) ผลการเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	3	2	1
6	การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด			
	- ส่วนประกอบของระบบอากาศอัด		5	
	- ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	3	2	
	- แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ	5		
	- การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	4	1	

หมายเลข 1 หมายถึง หัวข้อนี้ไม่มีความจำเป็นในการฝึกอบรม

หมายเลข 2 หมายถึง หัวข้อนี้ควรจะมีในหลักสูตร

หมายเลข 3 หมายถึง หัวข้อนี้มีความจำเป็นในการฝึกอบรม ขาดหัวข้อนี้ไม่ได้

จากตาราง ข-2 ผลการเสนอแนะหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ทุกหัวข้อมีความจำเป็นในหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม และในบางหัวข้อไม่จำเป็นต้องให้เนื้อหาละเอียดมากนัก แต่ควรที่จะคงไว้

แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกอบรม

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานะภาพของผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 การประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วย เอกสารประกอบการฝึกอบรม สไลด์ประกอบการฝึกอบรม

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบประเมิน

กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บหน้าข้อความที่ตรงกับความจริง

1. ระดับการศึกษา
 - () ปริญญาเอก หรือเทียบเท่า
 - () ปริญญาโท หรือเทียบเท่า
 - () ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า
 - () อื่น ๆ
2. ประสบการณ์ในการทำงาน
 - () 5 – 10 ปี
 - () 11 – 15 ปี
 - () มากกว่า 15 ปี
3. ด้านการทำงานเกี่ยวกับ
 - () วิชาการไฟฟ้าและระบบควบคุม
 - () บำรุงรักษาไฟฟ้าและระบบควบคุม
 - () อื่น ๆ

ตอนที่ 2 การประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกอบรม

กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยมีระดับความคิดเห็นดังนี้

- หมายเลข 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- หมายเลข 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- หมายเลข 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- หมายเลข 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- หมายเลข 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด/ไม่เหมาะสม

ตารางที่ ข-3 ตัวอย่างการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหาถูกต้อง	✓				
2	สื่อประกอบการฝึกอบรมครอบคลุมวัตถุประสงค์		✓			
3	ความชัดเจนของตัวอักษร			✓		
4	ดึงดูดความสนใจต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม				✓	

ข้อที่ 1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าเนื้อหาถูกต้องเหมาะสมมากที่สุด

ข้อที่ 2 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าสื่อประกอบการฝึกอบรมครอบคลุมวัตถุประสงค์มาก

ข้อที่ 3 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวอักษรมีความชัดเจนปานกลาง

ข้อที่ 4 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าชุดสาธิตใช้งานค่อนข้างยาก ควรปรับปรุง

ตารางที่ ข-4 ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 1 เรื่องการบริหารจัดการพลังงาน

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความถูกต้อง					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน					
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
	ด้านแผนการฝึกอบรม					
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม					
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม					
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้เข้ารับการฝึกอบรม					
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม					
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน					
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน					
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ					
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย					
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านแผนการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม

.....

.....

ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความถูกต้อง					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน					
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
	ด้านแผนการฝึกอบรม					
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม					
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม					
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม					
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม					
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน					
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน					
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ					
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย					
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านแผนการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม

.....

.....

ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความถูกต้อง					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน					
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
	ด้านแผนการฝึกอบรม					
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม					
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม					
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม					
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม					
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน					
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน					
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ					
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย					
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านแผนการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม

.....

.....

ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความถูกต้อง					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน					
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
	ด้านแผนการฝึกอบรม					
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม					
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม					
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม					
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม					
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน					
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน					
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ					
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย					
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านแผนการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม

.....

.....

ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความถูกต้อง					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน					
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
	ด้านแผนการฝึกอบรม					
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม					
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม					
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม					
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม					
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน					
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน					
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ					
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย					
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านแผนการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม

.....

.....

ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความถูกต้อง					
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ					
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย					
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน					
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย					
	ด้านแผนการฝึกอบรม					
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม					
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม					
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม					
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้เข้ารับการฝึกอบรม					
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม					
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน					
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน					
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม					
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ					
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย					
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านแผนการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม

.....

.....

ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตารางที่ ข-5 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 1 เรื่องการบริหารจัดการพลังงาน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	2	4	5	4	4	3.80
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	3	4	4	4	4	3.80
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	3	4	5	4	4	4.00
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	4	4	5	4	4	4.20
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน	3	4	4	4	4	3.80
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	3	4	4	4	4	3.80
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.93
	ด้านแผนการฝึกอบรม						
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม	3	4	4	5	4	4.00
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4	4	5	5	4	4.40
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม	4	4	3	5	4	4.00
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม	2	3	3	5	3	3.20
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม	3	3	4	5	3	3.60
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.84
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม						
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	4	3	3	5	5	4.00
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	3	4	3	5	4	3.80
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม	3	3	3	4	4	3.40
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	4	4	5	4	4.20
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4	4	4	5	4	4.20
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.92

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านแบบทดสอบ						
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	4	4	4	4.00
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย	4	4	4	4	4	4.00
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4	4	4	4	3	3.80
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	3	4	5	4	4	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.95

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแผนการฝึกอบรม :	
- มีความเหมาะสมค่อนข้างดีมากแต่ระยะเวลาในการอบรมในแต่ละหัวข้อควรปรับได้ตามความเหมาะสม	1
- เหมาะสมดี	1
ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม :	
- ค่อนข้างสมบูรณ์ดีมาก แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการจัดทำ	1
ด้านแบบทดสอบ :	
- มีความเหมาะสมดีมาก	1
- มีจำนวนข้อแบบทดสอบค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์	1
ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม :	
- ภาพบางภาพเล็กไป มองเห็นไม่ชัดเจน	1

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	4	5	5	5	4.60
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	4	4	4	4	4	4.00
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	4	4	4	4	4	4.00
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	3	4	5	4	4	4.00
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	4	4	5	4	5	4.40
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน	4	4	4	4	4	4.00
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย	3	4	4	4	4	3.80
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.10
	ด้านแผนการฝึกอบรม						
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม	3	4	4	5	3	3.80
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4	4	5	5	4	4.40
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม	2	4	4	5	4	3.80
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม	2	3	3	5	3	3.20
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม	3	4	3	5	3	3.60
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.76
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม						
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	5	4	3	5	4	4.20
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	5	4	3	5	4	4.20
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม	4	4	3	4	4	3.80
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	3	4	4	5	4	4.00
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4	4	4	5	4	4.20
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.08

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านแบบทดสอบ						
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	4	5	4	4.20
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย	3	4	4	5	4	4.00
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4	4	4	5	4	4.20
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	3	5	5	4	4.20
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.15

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแผนการฝึกอบรม : - เหมาะสมดี - หัวข้อพื้นฐานที่จำเป็น "ไฟฟ้าเบื้องต้น" ควรระบุระดับการศึกษา หรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ เพราะช่างที่ปฏิบัติงานบางคนไม่ได้จบสาขาไฟฟ้า	1 1
ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม : - เหมาะสมดี	1
ด้านแบบทดสอบ : - มีความสมบูรณ์ในเนื้อหาครอบคลุมทุกด้านทุกมุมมองของปัญหาและอุปสรรคที่อยู่ในระดับประสบการณ์จริง - มีจำนวนข้อแบบทดสอบน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์	1 1
ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม : - เหมาะสมดี	1

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	5	4	4	4.40
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	4	4	4	5	4	4.20
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	5	3	4	5	4	4.20
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	3	3	5	4	4	3.80
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน	4	4	4	4	4	4.00
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.08
	ด้านแผนการฝึกอบรม						
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม	2	4	4	5	3	3.60
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4	4	5	5	4	4.40
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม	2	4	4	5	4	3.80
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม	2	3	4	5	3	3.40
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม	3	4	5	5	3	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.84
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม						
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม	4	4	4	5	4	4.20
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และ วัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	4	4	5	4	4.20
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4	4	5	5	4	4.40
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.32

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านแบบทดสอบ						
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	5	5	4	4.40
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย	4	4	4	5	4	4.20
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4	4	4	5	4	4.20
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	3	5	5	5	4.40
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.30

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแผนการฝึกอบรม : - เหมาะสมดี	1
ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม : - เหมาะสมดีแต่ควรเน้นการนำมาตรการหรือนั้นการนำกรณีศึกษามาแนะนำให้มากกว่านี้	1
ด้านแบบทดสอบ : - เหมาะสมดี แต่ยังเน้นสำหรับใช้ในการเรียน-การสอบในสถานศึกษา เพราะมีตัวลงไว้พอสมควร - มีจำนวนข้อน้อยเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์	1 1
ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม : - เหมาะสมดี	1

**ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์**

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	4	4	5	4	4.20
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	4	4	3	5	4	4.00
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	3	4	3	5	4	3.80
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	3	4	4	5	5	4.20
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	3	4	4	5	5	4.20
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน	3	4	3	5	4	3.80
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	3	4	3	5	4	3.80
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย	3	4	3	5	4	3.80
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.98
	ด้านแผนการฝึกอบรม						
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม	4	4	3	5	4	4.00
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4	4	3	5	4	4.00
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม	3	4	3	5	4	3.80
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม	3	3	3	5	3	3.40
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม	3	4	3	5	3	3.60
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.72
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม						
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	5	4	3	5	4	4.20
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	2	4	3	5	4	3.60
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม	3	3	3	4	4	3.40
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	3	4	3	5	4	3.80
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี	3	4	3	4	4	3.60
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.72

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านแบบทดสอบ						
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	3	4	3	5	5	4.00
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย	4	4	3	5	4	4.00
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	3	4	3	5	4	3.80
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	3	4	5	4	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.95

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแผนการฝึกอบรม :	
- เหมาะสมดี	1
ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม :	
- เหมาะสมดี	1
- น่าจะมีกรณีศึกษาเพิ่มอีก	1
ด้านแบบทดสอบ :	
- เหมาะสมดี	1
- มีจำนวนข้อน้อยเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์	1
ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม :	
- เหมาะสมดี	1
- บางสไลด์ใช้ตัวอักษรมากเกินไป	1

**ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอาคาร**

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	4	3	4	4	3.80
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	4	4	4	4	4	4.00
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	5	3	4	4	4	4.00
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4	4	3	3	4	3.60
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	4	4	4	4	4	4.00
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	3	4	4	4	4	3.80
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย	3	4	4	4	5	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.95
	ด้านแผนการฝึกอบรม						
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม	3	4	4	5	4	4.00
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4	4	4	5	4	4.20
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม	3	4	3	5	4	3.80
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม	2	3	4	5	3	3.40
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม	3	4	5	5	3	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.88
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม						
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	3	4	3	5	4	3.80
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม	3	4	5	4	4	4.00
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	3	4	5	5	4	4.20
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี	3	4	4	5	4	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.08

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านแบบทดสอบ						
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	3	4	4	5	4	4.00
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย	3	4	3	5	4	3.80
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4	4	3	5	4	4.00
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	3	3	5	4	3.80
	ค่าเฉลี่ยรวม						3.90

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
<u>ด้านแผนการฝึกอบรม :</u> - เหมาะสมดี	1
<u>ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม :</u> - เหมาะสมดี - น่าจะมีกรณีศึกษาเพิ่มอีก	1 1
<u>ด้านแบบทดสอบ :</u> - เหมาะสมดี	1
<u>ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม :</u> - เหมาะสมดี - บางสไลด์ใช้ตัวอักษรมากเกินไป	1 1

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม
บทเรียนที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านเนื้อหาชุดฝึกอบรม						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4	4	4	4	4	4.00
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	4	4	4	4	4	4.00
3	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	4	3	5	4	5	4.20
4	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4	4	5	4	4	4.20
5	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	4	4	5	4	4	4.20
6	คำอธิบายละเอียดชัดเจน	3	4	5	4	4	4.00
7	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	3	4	5	4	4	4.00
8	อ่านทำความเข้าใจง่าย	3	4	4	4	4	3.80
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.05
	ด้านแผนการฝึกอบรม						
1	เวลาเหมาะสมกับเนื้อหาชุดฝึกอบรม	2	4	5	5	4	4.00
2	ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4	4	4	5	4	4.20
3	วิธีดำเนินการฝึกอบรม	4	4	4	5	4	4.20
4	กิจกรรมระหว่างวิทยากรกับผู้รับการฝึกอบรม	2	3	5	5	3	3.60
5	ตรวจปรับความเข้าใจผู้รับการฝึกอบรม	3	4	5	5	3	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.00
	ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม						
1	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40
2	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	2	4	5	5	3	3.80
3	การใช้สีสันทันเหมาะสม	3	4	4	4	4	3.80
4	นำไปใช้ฝึกอบรมได้สะดวก เหมาะสมกับเนื้อหาและ วัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	4	4	5	4	4.20
5	ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4	4	4	5	4	4.20
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.08

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
	ด้านแบบทดสอบ						
1	แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	4	5	4	4.20
2	สามารถตรวจหาคำตอบได้ง่าย	4	4	5	5	4	4.40
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	3	4	5	5	4	4.20
4	แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4	3	4	5	4	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม						4.20

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
ด้านแผนการฝึกอบรม :	
- เหมาะสมดี	1
ด้านใบเนื้อหาชุดฝึกอบรม :	
- เหมาะสมดี	1
- น่าจะมีกรณีศึกษาเพิ่มอีกและระบบปรับอากาศต้องพิจารณาเรื่องความชื้นด้วย	1
ด้านแบบทดสอบ :	
- เหมาะสมดี	1
ด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม :	
- เหมาะสมดี	1
- บางสไลด์ใช้ตัวอักษรมากเกินไป	1

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทเรียนที่ 1 เรื่องการบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงาน

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกหลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้..... (ความจำ)
2. อธิบายบทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงานได้....(ความเข้าใจ)
3. บอกหน้าที่ของบุคลากรในองค์กรเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้..... (ความจำ)
4. อธิบายหลักการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้.....(ความเข้าใจ)
5. บอกปัญหาในการจัดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้..... (ความจำ)
6. สามารถเลือกวิธีในการจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้...(ประยุกต์ใช้)
7. บอกวิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้..... (ความจำ)

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-1 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงาน

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	
1. หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	1	-	-	1
2. บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน	3	2	-	2
3. วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	5	4	6	3
4. บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน	3	-	-	1
5. วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	7	-	-	1
6. ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	-	-	-	-
รวม	5	2	1	8

ตารางที่ ค-2 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการบริหารจัดการ
อนุรักษ์พลังงาน

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	1	-	-	1	3
2. บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน	1	1	-	2	2
3. วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	1	1	1	3	1
4. บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน	1	-	-	1	4
	1	-	-	1	5
5. วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
6. ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม					
รวม	5	2	1	8	

จากตารางที่ ค-2 แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาเรื่องวิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมมีความสำคัญมากที่สุดเพราะต้องออกข้อสอบ 3 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ เนื้อหาที่มีความสำคัญรองลงมาคือเรื่องบทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงานเพราะต้องออกข้อสอบ 2 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ และเนื้อหาเรื่องหลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องบทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน เรื่องวิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดให้มีความสำคัญลดลงมาตามลำดับเพราะต้องออกข้อสอบ 1 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ

การคำนวณเพื่อสร้างข้อสอบ 10 ข้อ

เดิม 8 ข้อ เปลี่ยนเป็น 10 ข้อ

เดิม 1 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{1 \times 10}{8} = 1.25$ ข้อ

ตารางที่ ค-3 การออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงาน

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	1*	-	-	1	3
2. บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน	1*	1*	-	2	2
3. วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	2*	2*	1*	5	1
4. บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน	1*	-	-	1	4
	1*	-	-	1	5
5. วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
6. ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม					
รวม	6	3	1	10	

หมายเหตุ เครื่องหมาย (*) หมายถึง มีการขีดหุ่นระหว่างข้อในช่องนั้นๆ เพื่อให้ผลรวมของข้อสอบออกมาเท่ากับ 10 ข้อ โดยการพิเศษให้เป็นจำนวนเต็ม

บทเรียนที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกสาเหตุความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้.....(ความจำ)
2. บอกวิธีการลดความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้.....(ความจำ)
3. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้.....(ความจำ)
4. เลือกวิธีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้.....(ประยุกต์ใช้)
5. เลือกวิธีในการลดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าได้.....(ประยุกต์ใช้)
6. บอกวิธีการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้.....(ความจำ)
7. บอกประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังได้.....(ความจำ)
8. อธิบายวิธีที่ทำให้ค่าตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้นได้.....(ความเข้าใจ)

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-4 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	
1. การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า	1	-	-	1
2. ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า	2	-	-	1
3. หม้อแปลงไฟฟ้า	3	-	4	2
4. ตัวประกอบโหลด	-	-	-	-
5. แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า	-	-	5	1
6. การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	6	-	-	1
7. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	8	7	-	2
รวม	5	1	2	8

ตารางที่ ค-5 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องประสิทธิภาพ และการควบคุมระบบไฟฟ้า

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า	1	-	-	1	-
2. ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า	1	-	-	1	3
3. หม้อแปลงไฟฟ้า	1	-	1	2	1
4. ตัวประกอบโหลด	-	-	-	-	-
5. แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า	-	-	1	1	4
6. การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้า	1	-	-	1	5
สูงสุด	1	1	-	2	2
7. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า					
รวม	5	1	2	8	

จากตารางที่ ค-5 กำหนดให้เนื้อหาเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้ามีความสำคัญมากที่สุด และเนื้อหาที่มีความสำคัญรองลงมา คือ เรื่องการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเพราะต้องออกข้อสอบ 2 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ และเนื้อหาเรื่องความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า เรื่องแนวทางในการลดค่าไฟฟ้า เรื่องการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด กำหนดให้มีความสำคัญลดลงตามลำดับเพราะต้องออกข้อสอบ 1 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ

การคำนวณเพื่อสร้างข้อสอบ 10 ข้อ

เดิม 8 ข้อ เปลี่ยนเป็น 10 ข้อ

เดิม 1 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{1 \times 10}{8} = 1.25$ ข้อ

เดิม 2 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{2 \times 10}{8} = 2.50$ ข้อ

ตารางที่ ค-6 แนวการออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า	1*	-	-	1	-
2. ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า	1*	-	-	1	3
3. หม้อแปลงไฟฟ้า	1*	-	2*	3	1
4. ตัวประกอบโหลด	-	-	-	-	-
5. แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า	-	-	1*	1	4
6. การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	1*	-	-	1	5
7. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	1*	2*	-	3	2
รวม	5	2	3	10	

หมายเหตุ เครื่องหมาย (*) หมายถึง มีการขีดหุ่นระหว่างข้อในช่องนั้นๆ เพื่อให้ผลรวมของข้อสอบออกมาเท่ากับ 10 ข้อ โดยการปิดเศษให้เป็นจำนวนเต็ม

บทเรียนที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกนิยามหน่วยวัดแสงได้.....(ความจำ)
2. บอกคุณสมบัติอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้.....(ความจำ)
3. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้.....(ประยุกต์ใช้)
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้.....(ความจำ)

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-7 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	
1. หน่วยวัดแสง	1	-	-	1
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	2	-	3	2
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	4	-	3	2
4. ตัวอย่างการคำนวณ	-	-	-	-
รวม	3	-	2	5

ตารางที่ ค-8 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. หน่วยวัดแสง	1	-	-	1	3
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	1	-	1	2	2
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1	-	1	2	1
4. ตัวอย่างการคำนวณ	-	-	-	-	-
รวม	3	-	2	5	

จากตารางที่ ค-8 กำหนดให้เนื้อหาเรื่องแนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีความสำคัญมากที่สุด และเนื้อหาที่มีความสำคัญรองลงมา คือ เรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง เพราะต้องออกข้อสอบ 2 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 5 ข้อ และเนื้อหาเรื่องหน่วยวัดแสงกำหนดให้มีความสำคัญลดลงมาตามลำดับ เพราะต้องออกข้อสอบ 1 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 5 ข้อ

การคำนวณเพื่อสร้างข้อสอบ 10 ข้อ

เดิม 5 ข้อ เปลี่ยนเป็น 10 ข้อ

เดิม 1 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{1 \times 10}{5} = 2$ ข้อ

ตารางที่ ค-9 แนวการออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. หน่วยวัดแสง	2	-	-	2	3
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	2	-	2	4	2
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	2	-	2	4	1
4. ตัวอย่างการคำนวณ	-	-	-	-	-
รวม	6	-	4	10	

บทเรียนที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้(ความจำ)
2. บอกสาเหตุความสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์ไฟฟ้าได้(ความเข้าใจ)
3. บอกวิธีการใช้มอเตอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้(ความจำ)
4. อธิบายเกี่ยวกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้(ความเข้าใจ)
5. สามารถเลือกใช้งานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้(ประยุกต์ใช้)
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ได้(ความจำ)
7. อธิบายหลักการใช้งานมอเตอร์ให้เกิดการประหยัดพลังงานได้(ความเข้าใจ)

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-10 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	
1. โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์	1	-	-	1
2. ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์	3	2	-	2
3. ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเดิมในการประหยัดพลังงาน	6	7	-	2
4. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	-	4	5	2
5. การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-	-
รวม	3	3	1	7

ตารางที่ ค-11 การกำหนดน้ำหนักเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน
มอเตอร์ไฟฟ้า

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์	1	-	-	1	4
2. ประสิทธิภาพและความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์	1	1	-	2	2
3. ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้ มอเตอร์ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงาน	1	1	-	2	1
4. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	-	1	1	2	3
5. การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-	-	-
รวม	3	3	1	7	

จากตารางที่ ค-11 กำหนดให้เนื้อหาเรื่องราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงานมีความสำคัญมากที่สุด เนื้อหาที่มีความสำคัญรองลงมา คือ เรื่องประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์ และเนื้อหาเรื่องมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงตามลำดับ เพราะต้องออกข้อสอบ 2 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 7 ข้อ เรื่องโครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์ กำหนดให้มีความสำคัญลดลงมา เพราะต้องออกข้อสอบ 1 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 7 ข้อ

การคำนวณเพื่อสร้างข้อสอบ 10 ข้อ

เดิม 7 ข้อ เปลี่ยนเป็น 10 ข้อ

เดิม 1 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{1 \times 10}{7} = 1.42$ ข้อ

เดิม 2 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{2 \times 10}{7} = 2.87$ ข้อ

ตารางที่ ค-12 แนวการออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์	1*	-	-	1	4
2. ประสิทธิภาพและความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์	1*	1*	-	2	2
3. ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงาน	1*	4*	-	5	1
4. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	-	1*	1*	2	3
5. การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-	-	-
รวม	3	6	1	10	

หมายเหตุ เครื่องหมาย (*) หมายถึง มีการยึดหยุ่นระหว่างข้อในช่องนั้นๆ เพื่อให้ผลรวม
ของข้อสอบออกมาเท่ากับ 10 ข้อ โดยการปิดเศษให้เป็นจำนวนเต็ม

บทเรียนที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบบอากาศอัด

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบบอากาศอัด เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกวิธีการเลือกใช้เครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับภาระได้.....(ความจำ)
2. อธิบายการใช้งานอุปกรณ์ในระบบบอากาศอัดเพื่อประหยัดพลังงานได้.....(ความเข้าใจ)
3. บอกหน้าที่การทำงานส่วนประกอบของระบบบอากาศอัดได้.....(ความจำ)
4. อธิบายการใช้งานระบบบอากาศอัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้.....(ความเข้าใจ)
5. อธิบายการใช้งานระบบบอากาศอัดให้เกิดประหยัดพลังงานได้.....(ความเข้าใจ)
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้เครื่องอัดอากาศได้.....(ความจำ)
7. ระบุวิธีการประหยัดพลังงานในการใช้งานระบบบอากาศอัดได้.....(ประยุกต์ใช้งาน)

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-13 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบบอากาศอัด

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	
1. ส่วนประกอบของระบบบอากาศอัด	1, 3	-	-	2
2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	-	4	-	1
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ	6	2, 5	7	4
4. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	-	-	-	-
รวม	3	3	1	7

ตารางที่ ค-14 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศยาน

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. ส่วนประกอบของระบบอากาศยาน	2	-	-	2	2
2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	-	1	-	1	3
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ	1	2	1	4	1
4. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	-	-	-	-	-
รวม	3	3	1	7	

จากตารางที่ ค-14 กำหนดให้เนื้อหาเรื่องแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ มีความสำคัญมากที่สุด และเนื้อหาที่มีความสำคัญรองลงมา คือ เรื่องส่วนประกอบของระบบอากาศยาน และเนื้อหาเรื่องประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ กำหนดให้มีความสำคัญลดลงมาเพราะต้องออกข้อสอบ 4 ข้อ 2 ข้อ และ 1 ข้อตามลำดับ จากข้อสอบทั้งหมด 7 ข้อ

การคำนวณเพื่อสร้างข้อสอบ 10 ข้อ

เดิม 7 ข้อ เปลี่ยนเป็น 10 ข้อ

เดิม 1 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{1 \times 10}{7} = 1.42$ ข้อ

เดิม 2 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{2 \times 10}{7} = 2.87$ ข้อ

ตารางที่ ค-15 แนวการออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. ส่วนประกอบของระบบอากาศอัด	2*	-	-	2	2
2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	-	1*	-	1	3
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ	1*	4*	2*	7	1
4. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	-	-	-	-	-
รวม	3	5	2	10	

หมายเหตุ เครื่องหมาย (*) หมายถึง มีการขีดหุ่นระหว่างข้อในช่องนั้นๆ เพื่อให้ผลรวมของข้อสอบออกมาเท่ากับ 10 ข้อ โดยการปิดเศษให้เป็นจำนวนเต็ม

บทเรียนที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกหลักการระบบทำความเย็นได้.....(ความจำ)
2. บอกหน้าที่ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทำความเย็นได้.....(ความจำ)
3. อธิบายวิธีการประหยัดพลังงานจากส่วนประกอบระบบทำความเย็นได้.....(เข้าใจ)
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบทำความเย็นได้.....(ความจำ)
5. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบปรับอากาศได้.....(ความจำ)
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานตู้ลิ่งทาวเวอร์ได้.....(ความจำ)

การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-16 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	
1. หลักการทำงานระบบทำความเย็น	1	-	-	1
2. ส่วนประกอบระบบทำความเย็น	2	3	-	2
3. การปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น	4	-	-	1
4. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	5	-	-	1
5. มาตรการอนุรักษ์พลังงานในตู้ลิ่งทาวเวอร์	6	-	-	1
6. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-
รวม	5	1	-	6

ตารางที่ ค-17 การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. หลักการทำงานของระบบทำความเย็น	1	-	-	1	5
2. ส่วนประกอบระบบทำความเย็น	1	1	-	2	1
3. การปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงาน ในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น	1	-	-	1	2
4. การประหยัดพลังงานในระบบ ปรับอากาศ	1	-	-	1	3
5. มาตรการอนุรักษ์พลังงาน ในอุตสาหกรรม	1	-	-	1	4
6. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทาง ในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
รวม	5	1	-	6	

จากตารางที่ ค-17 แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาเรื่องส่วนประกอบระบบทำความเย็นมีความสำคัญมากที่สุดเพราะต้องออกข้อสอบ 2 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 6 ข้อ เนื้อหาเรื่องการปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น เรื่องการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ เรื่องมาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม และเรื่องหลักการทำงานของระบบทำความเย็น กำหนดให้มีความสำคัญลดลงมาตามลำดับ เพราะต้องออกข้อสอบ 1 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 6 ข้อ

การคำนวณเพื่อสร้างข้อสอบ 10 ข้อ

เดิม 6 ข้อ เปลี่ยนเป็น 6 ข้อ

เดิม 1 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{1 \times 10}{6} = 1.67$ ข้อ

เดิม 2 ข้อ เปลี่ยนเป็น $\frac{2 \times 10}{6} = 3.34$ ข้อ

ตารางที่ ค-18 แนวการออกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็น
และปรับอากาศ

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม			รวม	อันดับ ความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. หลักการทำงานของระบบทำความเย็น	1*	-	-	1	5
2. ส่วนประกอบระบบทำความเย็น	3*	1*	-	4	1
3. การปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงานใน โรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น	2*	-	-	2	2
4. การประหยัดพลังงานในระบบ ปรับอากาศ	2*	-	-	2	3
5. มาตรการอนุรักษ์พลังงาน ในอุตสาหกรรม	1*	-	-	1	4
6. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทาง ในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-	-	-
รวม	5	1	-	10	

หมายเหตุ เครื่องหมาย (*) หมายถึง มีการยึดหยุ่นระหว่างข้อในช่องนั้นๆ เพื่อให้ผลรวม
ของข้อสอบออกมาเท่ากับ 10 ข้อ โดยการปิดเศษให้เป็นจำนวนเต็ม

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (KR.-20)

โดยใช้โปรแกรม SIA (Simple Items Analysis) for Windows

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่อง การบริหารจัดการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

ข้อสอบจำนวน 31 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเที่ยง (สูตร KR.20) = 0.602

ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 2	0.80	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 3	0.95	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 4	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 5	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 6	0.20	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 7	0.45	-0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 8	0.60	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 9	0.70	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 10	0.90	-0.20	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 11	0.80	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 12	0.80	0.60	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 13	0.60	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 14	0.40	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 15	0.35	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 16	0.20	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 17	0.40	-0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 18	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 19	0.80	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 20	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 21	0.75	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 22	0.90	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 23	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 24	0.65	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 25	0.55	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 26	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 27	0.40	0.80	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 28	0.25	0.60	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 30	0.70	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 31	0.25	0.80	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 24, 26, 27, 28, 31

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมไฟฟ้า

ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเที่ยง (สูตร KR.20) = 0.817

ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.10	0.00	ยากมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 2	0.85	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 3	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 4	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 5	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 6	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 7	0.45	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 8	0.25	0.80	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 9	0.30	0.80	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 10	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 11	0.80	0.60	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 12	0.85	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 13	0.20	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 14	0.20	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 15	0.45	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 16	0.65	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 17	0.60	-0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 18	0.55	0.80	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 19	0.20	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 20	0.45	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 21	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 22	0.60	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 23	0.80	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 24	0.40	-0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 25	0.30	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 26	0.50	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 27	0.80	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 28	0.40	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 30	0.10	0.40	ยากมาก	จำแนกดีมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเที่ยง (สูตร KR.20) = 0.617

ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.30	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 2	0.45	-0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 3	0.45	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 4	0.60	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 5	0.50	-0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 6	0.90	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 7	0.55	0.80	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 8	0.95	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 9	0.50	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 10	0.75	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 11	0.60	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 12	0.25	-0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 13	0.40	0.80	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 14	0.35	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 15	0.80	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 16	0.30	0.80	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 17	0.50	-0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 18	0.70	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 19	0.85	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 20	0.45	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 21	0.45	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 22	0.40	-0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 23	0.45	-0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 24	0.15	0.20	ยากมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 25	0.30	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 26	0.80	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 27	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 28	0.80	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 30	0.85	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 31	0.45	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 32	0.40	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 33	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก

ข้อ 34	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 35	0.40	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 36	0.55	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 37	0.20	-0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 38	0.10	0.20	ยากมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 39	0.35	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 40	0.25	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1, 4, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 33, 35, 40

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์ไฟฟ้า

ข้อสอบจำนวน 38 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเที่ยง (สูตร KR.20) = 0.805

ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 2	0.60	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 3	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 4	0.65	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 5	0.50	0.80	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 6	0.45	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 7	0.10	-0.40	ยากมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 8	0.15	0.60	ยากมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 9	0.85	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 10	0.30	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 11	0.45	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 12	0.25	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 13	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 14	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 15	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 16	0.60	0.80	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 17	0.25	-0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 18	0.80	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 19	0.85	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 20	0.60	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 21	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 22	0.50	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 23	0.75	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 24	0.60	-0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 25	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 26	0.15	-0.20	ยากมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 27	0.35	0.80	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 28	0.65	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.75	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 30	0.20	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 31	0.30	0.60	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 32	0.30	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 33	0.65	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก

ข้อ 34	0.45	-0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 35	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 36	0.80	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 37	0.65	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 38	0.75	-0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1, 3, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด

ข้อสอบจำนวน 29 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเที่ยง (สูตร KR20) = 0.675

ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.30	0.60	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 2	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 3	0.70	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 4	0.55	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 5	0.45	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 6	0.30	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 7	0.80	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 8	0.05	0.00	ยากมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 9	0.30	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 10	0.10	0.40	ยากมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 11	0.35	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 12	0.20	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 13	0.20	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 14	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 15	0.85	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 16	0.40	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 17	0.35	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 18	0.70	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 19	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 20	0.55	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 21	0.35	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 22	0.95	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 23	0.80	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 24	0.70	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 25	0.50	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 26	0.65	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 27	0.70	-0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 28	0.50	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1, 2, 4, 5, 6, 9, 11, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 29

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

ข้อสอบจำนวน 33 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเที่ยง (สูตร KR.20) = 0.637

ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.85	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 2	0.45	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 3	0.85	0.40	ง่ายมาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 4	0.55	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 5	0.60	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 6	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 7	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 8	0.75	0.80	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 9	0.65	0.60	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 10	0.35	0.40	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 11	0.65	-0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 12	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 13	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 14	0.30	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 15	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 16	0.90	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 17	0.55	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 18	0.95	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 19	0.90	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 20	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 21	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 22	0.45	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 23	0.85	0.20	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 24	0.35	0.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 25	0.50	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 26	0.40	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 27	0.85	-0.40	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 28	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.35	-0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 30	0.20	-0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 31	0.25	-0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 32	0.80	0.00	ง่ายมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 33	0.65	-0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 25, 26, 28

ภาคผนวก จ

การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามเนื้อหา

การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามเนื้อหา

การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ จ-1 การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามเนื้อหา

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 1 เรื่องการบริหารการจัดการพลังงาน			
1. หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	1	-	-
2. บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน	3	4	-
3. วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	7, 8	5, 6	9
4. บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน	2	-	-
5. วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	10	-	-
6. ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	-	-	-
บทที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า			
1. การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า	2	-	-
2. ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า	1	-	-
3. หม้อแปลงไฟฟ้า	3	-	4
4. ตัวประกอบโหลด	-	-	-
5. แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า	-	-	5, 7, 9
6. การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	5	-	-
7. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	8	10	-
บทที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
1. หน่วยวัดแสง	1, 2	-	-
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	3, 4	5, 6	-
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	7, 9	8, 10	-
4. ตัวอย่างการคำนวณ	-	-	-

ตารางที่ จ-1 (ต่อ) การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามเนื้อหา

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์			
1. โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์	1	-	-
2. ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์	10	2	-
3. ค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงาน	9	5, 6, 7, 8	-
4. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	-	3	4
5. การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-
บทที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอาคารอัด			
1. ส่วนประกอบของระบบอาคารอัด	1, 2, 4	-	-
2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	-	3	
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ	9	6, 10	5, 7, 8
4. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	-	-	-
บทที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ			
1. หลักการทำงานของระบบทำความเย็น	2	-	-
2. ส่วนประกอบระบบทำความเย็น	1, 3	6	-
3. การปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น	4, 7	-	-
4. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	5, 9	-	-
5. มาตรการอนุรักษ์พลังงานในคลังสินค้า	8, 10	-	-
6. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-

ตาราง จ-2 การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 1 เรื่องการบริหารการจัดการพลังงาน			
1. บอกหลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	1	-	-
2. อธิบายบทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงานได้	-	4	-
3. บอกหน้าที่ของบุคลากรในองค์กรเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	3, 2	-	-
4. อธิบายหลักการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้	-	5, 6	-
5. บอกปัญหาในการจัดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้	7, 8	-	-
6. สามารถเลือกวิธีในการจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้	-	-	9
7. บอกวิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	10	-	-
บทที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า			
1. บอกสาเหตุความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้	2	-	-
2. บอกวิธีการลดความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้	-	-	1
3. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้	3	-	-
4. เลือกวิธีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	-	-	4
5. เลือกวิธีในการลดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าได้	-	-	6, 7, 9
6. บอกวิธีการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้	5	-	-
7. บอกประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังได้	-	10	-
8. อธิบายวิธีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้นได้	8	-	-

ตาราง จ-2 (ต่อ) การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
1. บอกนิยามหน่วยวัดแสงได้	1, 2	-	-
2. บอกคุณสมบัติอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้	3, 4	-	-
3. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	-	-	5, 6, 8, 10
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้	7,9	-	-
บทที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์			
1. บอกหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้	1	-	-
2. บอกสาเหตุความสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์ไฟฟ้าได้	-	2	-
3. บอกวิธีการใช้มอเตอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	10	-	-
4. อธิบายเกี่ยวกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้	-	3	-
5. สามารถเลือกใช้งานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้	-	-	4
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ได้	9	-	-
7. อธิบายหลักการใช้งานมอเตอร์ให้เกิดการประหยัดพลังงานได้	-	5, 6, 7, 8	-
บทที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ			
1. บอกวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ปรับอากาศให้เหมาะสมกับภาระได้	1, 4	-	-
2. อธิบายการใช้งานอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงานได้	-	10	-
3. บอกหน้าที่การทำงานส่วนประกอบของระบบปรับอากาศได้	2	-	-
4. อธิบายการใช้งานระบบปรับอากาศให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	-	3	-
5. อธิบายการใช้งานระบบปรับอากาศให้เกิดประหยัดพลังงานได้	-	6	-
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศได้	9	-	-
7. ระบุวิธีการประหยัดพลังงานในการใช้งานระบบปรับอากาศได้	-	-	5, 7, 8

ตาราง จ-2 (ต่อ) การจำแนกแบบทดสอบหลังบทเรียนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ			
1. บอกหลักการระบบทำความเย็นได้	2	-	-
2. บอกหน้าที่ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทำความเย็นได้	1, 3	-	-
3. อธิบายวิธีประหยัดพลังงานจากส่วนประกอบระบบทำความเย็นได้	-	6	-
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบทำความเย็นได้	4, 7	-	-
5. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบปรับอากาศได้	5, 9	-	-
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องปรับอากาศได้	8, 10	-	-

ตารางที่ จ-3 การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามเนื้อหา

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 1 เรื่องการบริหารการจัดการพลังงาน			
1. หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	1	-	-
2. บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน	3	2	-
3. วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	4, 9	6, 7	8
4. บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน	5	-	-
5. วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน	10	-	-
6. ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	-	-	-
บทที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า			
1. การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า	11	-	-
2. ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า	-	-	12
3. หม้อแปลงไฟฟ้า	13	-	14, 15
4. ตัวประกอบโหลด	-	-	-
5. แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า	-	-	16
6. การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	17	-	-
7. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	19	18, 20	-
บทที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
1. หน่วยวัดแสง	31, 32	-	-
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	34, 37	-	35, 36
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	39, 33	-	38, 40
4. ตัวอย่างการคำนวณ	-	-	-

ตารางที่ จ-3 (ต่อ) การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามเนื้อหา

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์			
1. โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์	41	-	-
2. ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์	48	45	-
3. ค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงาน	49	43, 44, 46, 50	-
4. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	-	42	47
5. การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-
บทที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอาคารอัด			
1. ส่วนประกอบของระบบอาคารอัด	51, 52	-	-
2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	-	56	-
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ	57	53, 54, 58, 60	55, 59
4. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	-	-	-
บทที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ			
1. หลักการทำงานของระบบทำความเย็น	20	-	-
2. ส่วนประกอบระบบทำความเย็น	22, 23, 24	25	-
3. การปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น	26, 27	-	-
4. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ	28, 29	-	-
5. มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม	30	-	-
6. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน	-	-	-

ตาราง จ-4 การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 1 เรื่องการบริหารการจัดการพลังงาน			
1. บอกหลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	1	-	-
2. อธิบายบทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงานได้	-	2	-
3. บอกหน้าที่ของบุคลากรในองค์กรเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	3, 5	-	-
4. อธิบายหลักการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้	-	6, 7	-
5. บอกปัญหาในการจัดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้	4, 9	-	-
6. สามารถเลือกวิธีในการจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้	-	-	8
7. บอกวิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	10	-	-
บทที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า			
1. บอกสาเหตุความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้	11	-	-
2. บอกวิธีการลดความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้	-	-	12
3. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้	13	-	-
4. เลือกวิธีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	-	-	14, 15
5. เลือกวิธีในการลดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าได้	-	-	16
6. บอกวิธีการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้	17	-	-
7. บอกประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังได้	-	18, 20	-
8. อธิบายวิธีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้นได้	19	-	-

ตาราง จ-4 (ต่อ) การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
1. บอกนิยามหน่วยวัดแสงได้	1, 2	-	-
2. บอกคุณสมบัติอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้	3, 4	-	-
3. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้	-	-	5, 9, 8, 10
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้	7, 9	-	-
บทที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์			
1. บอกหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้	41	-	-
2. บอกสาเหตุความสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์ไฟฟ้าได้	-	45	-
3. บอกวิธีการใช้มอเตอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	48	-	-
4. อธิบายเกี่ยวกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้	-	42	-
5. สามารถเลือกใช้งานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้	-	-	47
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ได้	49	-	-
7. อธิบายหลักการใช้งานมอเตอร์ให้เกิดการประหยัดพลังงานได้	-	43, 44, 46, 50	-
บทที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด			
1. บอกวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์อัดอากาศให้เหมาะสมกับภาระได้	51	-	-
2. อธิบายการใช้งานอุปกรณ์ในระบบอากาศอัดเพื่อประหยัดพลังงานได้	-	58, 60	-
3. บอกหน้าที่การทำงานส่วนประกอบของระบบอากาศอัดได้	52	-	-
4. อธิบายการใช้งานระบบอากาศอัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	-	56	-
5. อธิบายการใช้งานระบบอากาศอัดให้เกิดประหยัดพลังงานได้	-	53, 54	-
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้เครื่องอัดอากาศได้	57	-	-
7. ระบุวิธีการประหยัดพลังงานในการใช้งานระบบอากาศอัดได้	-	-	-

ตาราง จ-4 (ต่อ) การจำแนกแบบทดสอบหลังฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	หมายเลขข้อแบบทดสอบ		
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้
บทที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ			
1. บอกหลักการระบบทำความเย็นได้	20	-	-
2. บอกหน้าที่ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทำความเย็นได้	22, 23, 24	-	-
3. อธิบายวิธีประหยัดพลังงานจากส่วนประกอบระบบทำความเย็นได้	-	25	-
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบทำความเย็นได้	26, 27	-	-
5. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบปรับอากาศได้	28, 29	-	-
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องปรับอากาศได้	30	-	-

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม

ตาราง จ-1 ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม

คนที่	ผลคะแนนหลังบทเรียน (80 ตัวแรก)					ผลคะแนนหลังอบรม (80 ตัวหลัง)
	บทที่ 2 เต็ม 10	บทที่ 3 เต็ม 10	บทที่ 4 เต็ม 10	บทที่ 5 เต็ม 10	บทที่ 6 เต็ม 10	แบบทดสอบหลังฝึกอบรม เต็ม 50
1	7	7	8	6	9	38
2	7	5	8	8	8	37
3	10	9	9	10	9	40
4	10	9	9	10	9	41
5	8	7	9	10	9	48
6	8	10	9	10	9	46
7	6	6	8	8	8	34
8	9	9	7	8	9	35
9	7	6	7	7	9	45
10	5	7	6	7	7	42
11	8	10	9	4	8	44
12	9	8	10	10	10	45
13	6	9	7	8	7	42
14	7	9	7	8	9	47
15	6	9	8	8	8	44
16	9	5	9	8	9	38
17	7	7	8	9	8	43
18	9	7	8	10	8	43
19	9	8	8	9	10	41
20	6	9	9	10	7	42
21	5	7	5	7	9	35
รวม	152	161	165	175	178	870
	(E ₁) 80.29					(E ₂) 82.86

หมายเหตุ : บทที่ 1 เป็นหัวเรื่องที่ใช้ในการอบรมโดยไม่หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม

จากตาราง จ-1 นำผลคะแนนที่ได้มาหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมได้ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N} \times 100}{A} \%$$

$$E_1 = \frac{\frac{843}{21} \times 100}{50} \%$$

$$E_1 = 80.29 \%$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N} \times 100}{B} \%$$

$$E_2 = \frac{\frac{870}{21} \times 100}{50} \%$$

$$E_2 = 82.86 \%$$

เมื่อ	E_1	=	ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน
	E_2	=	ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม
	$\sum x$	=	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน
	$\sum Y$	=	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม
	N	=	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด
	A	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	B	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม

ภาคผนวก ข

โครงสร้างหลักสูตร ชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม
ขนาดกลางและขนาดย่อม

โครงร่างหลักสูตร

ชุดฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับโรงงาน
อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
1. โครงร่างหลักสูตร	
1.1 หลักการและเหตุผล	3
1.2 แนวความคิดของหลักสูตร	3
1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร	3
1.4 คุณสมบัติผู้เข้ารับการฝึกอบรม	
1.5 หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ขนาดกลางและขนาดย่อม	4
1.6 ระยะเวลาอบรม	5
1.7 ตารางการฝึกอบรม	6
2. หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม	
2.1 การอบรมวันที่ 1	
2.1.1 การบริหารจัดการพลังงาน	7
2.1.2 ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	8
2.1.3 การอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	9
2.1.4 การอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์	10
2.2 การอบรมวันที่ 2	
2.2.1 การอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด	11
2.2.2 การอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	12

หมายเหตุ : การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (ด้านความร้อน) และการทำกิจกรรมกลุ่ม
 ความพร้อมในการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมไม่ได้บรรจุอยู่ในขอบเขต
 ในการทำหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม
 ขนาดกลางและขนาดย่อม

บทนำ

จากการที่ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตอย่างก้าวกระโดดของเศรษฐกิจและสังคมในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา ระหว่างปี พ.ศ.2520-2540 นั้น ทำให้ภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ภาคการผลิต และการบริการขยายตัวสูงขึ้น ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยจากการสำรวจประสิทธิภาพการใช้พลังงานพบว่า ประเทศไทยยังคงมีการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยอยู่จำนวนมาก (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2542 :1)

จากการประเมินของสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพบว่า สักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้านั้น ภาคอุตสาหกรรมจะมีศักยภาพสูงสุดที่ประมาณร้อยละ 54 รองลงมา คือ ภาคธุรกิจที่ร้อยละ 30 และที่อยู่อาศัยที่ร้อยละ 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าและศักยภาพในการประหยัดไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้า (ร้อยละ)	ศักยภาพในการประหยัด (ร้อยละ)
ภาคที่อยู่อาศัย	25	16
ภาคธุรกิจ	32	30
ภาคอุตสาหกรรม	43	54

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546

จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานเฉพาะส่วนการใช้ไฟฟ้า ภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าสูงสุด และยังมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานสูงสุดอีกด้วย ดังนั้นการสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมจึงมีความสำคัญยิ่ง

ในธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งเป็นฐานกำลังเศรษฐกิจของประเทศที่สำคัญที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่โรงงานเหล่านี้ไม่มีการดำเนินการด้านการประหยัดพลังงานที่เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน การใช้พลังงานเพื่อหาความสูญเสียและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น อีกทั้งโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อมมักประสบปัญหาด้านเงินทุน เทคโนโลยี บุคลากร รวมทั้งการจัดการที่ดี ทำให้ความสูญเสียและความสูญเปล่าต่างๆ ถูกละเลยไป อันเป็นผลให้เกิดความสูญเสียและความสูญเปล่าด้านพลังงานในที่สุด

ความสูญเสียและความสูญเปล่าต่างๆ ที่เกิดขึ้นสามารถค้นพบและแก้ไขได้โดย “คน” การสร้างและพัฒนาบุคลากรขององค์กรนั้นๆ ให้มีความรู้ในการค้นหาปัญหาและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองได้นั้นเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน การสร้างองค์ความรู้ให้คนขององค์กรนั้นรู้จักการวิเคราะห์ ค้นพบปัญหาความสูญเสียและความสูญเปล่าต่างๆ รวมทั้งด้านพลังงานได้อย่างครอบคลุม ซึ่งในบางครั้งการลดค่าพลังงานสามารถกระทำได้ทันทีโดยไม่ต้องลงทุนสูง

การจัดอบรมเป็นวิธีที่ให้ผลอย่างมากต่อการณรงค์ส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหลักสูตรควรออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ปัจจุบันหลายองค์กรได้นำเอาหลักสูตรการอบรมด้านพลังงานรวมเข้ากับการอบรมเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ไปขององค์กร ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการส่งข่าวสารให้แก่ผู้ที่เข้ามาทำงานใหม่ (เอกสารเผยแพร่ ชุดที่ 2 การจัดองค์กรการอนุรักษ์พลังงาน, 21)

จึงเป็นเหตุผลที่จะสร้างชุดฝึกอบรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม ขนาดกลางและขนาดย่อม

ชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม นี้ได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อเป็นงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม และเพื่อทดลองใช้สำหรับพัฒนาบุคลากรของโรงงานให้เห็นความสำคัญของพลังงาน และสามารถเป็นกำลังส่วนหนึ่งในการอนุรักษ์พลังงานให้แก่สถานประกอบการ

1 โครงร่างหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากสถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศได้เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะที่จะให้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมมีการดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาคุณภาพของบุคลากรและสร้างทีมอนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการให้สามารถร่วมกันอนุรักษ์พลังงาน จึงได้จัดทำชุดฝึกอบรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมขึ้น เนื้อหาของชุดฝึกอบรมประกอบด้วยหลักการทำงาน ตลอดจนวิธีการวิเคราะห์และการคำนวณ นอกจากนี้ยังมีแนวทางสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้และตัวอย่างการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างดี

1.2 แนวความคิดของหลักสูตร

เนื่องจากชุดฝึกอบรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ด้านอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ดังนั้นจึงได้เน้นให้มีความรู้ทางทฤษฎีและมีตัวอย่างกรณีศึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าให้ด้วย เพื่อเป็นการเพิ่มความเข้าใจให้ผู้เข้ารับการอบรม โดยชุดฝึกอบรมแต่ละด้านจะประกอบไปด้วยวิชาหลักดังนี้

1. การบริหารจัดการพลังงาน
2. ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า
3. การอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
4. การอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์
5. การอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด
6. การอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรม

- 1.3.1 มีความเข้าใจระบบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ตลอดจนวิธีการใช้งาน และการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพ
- 1.3.2 มีความสามารถในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อวางแผนมาตรการอนุรักษ์พลังงานและวิเคราะห์การลงทุนในโครงการอนุรักษ์พลังงาน

1.3.3 มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการพลังงานโดยภาพรวม เช่น การจัดทำแผน
การสร้างทีมและการติดตามประเมินผลโครงการอนุรักษ์พลังงาน

1.3.4 สามารถถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับผู้ร่วมงานได้

1.4 ชุดฝึกอบรมเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม

1. การบริหารการจัดการพลังงาน
 - 1.1 หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
 - 1.2 บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน
 - 1.3 วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม
 - 1.4 บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน
 - 1.5 วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
 - 1.6 ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม
2. ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า
 - 2.1 การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า
 - 2.2 ความสำคัญของผู้ควบคุมไฟฟ้า
 - 2.3 หม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.4 ตัวประกอบโหลด
 - 2.5 แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า
 - 2.6 การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
 - 2.6 การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
3. การอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
 - 3.1 หน่วยวัดแสง
 - 3.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง
 - 3.3 คุณสมบัติด้านพลังงานและการใช้งานของอุปกรณ์แสงสว่างมาตรฐาน
 - 3.4 คุณสมบัติด้านพลังงานและการใช้งานของอุปกรณ์แสงสว่างประหยัดพลังงาน
 - 3.5 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
 - 3.5 ตัวอย่างการคำนวณ

4. การอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์
 - 4.1 โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์
 - 4.2 ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์
 - 4.3 ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงาน
 - 4.4 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
 - 4.5 การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า
5. การอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด
 - 5.1 ส่วนประกอบของระบบอากาศอัด
 - 5.2 ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ
 - 5.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ
 - 5.4 การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ
6. การอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ
 - 6.1 หลักการทำงานของระบบทำความเย็น
 - 6.2 ส่วนประกอบระบบทำความเย็น
 - 6.3 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of Performance: COP)
 - 6.4 ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency Ratio: EER)
 - 6.5 การปฏิบัติการเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น
 - 6.6 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ
 - 6.7 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรม
 - 6.8 ตัวอย่างการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

1.5 คุณสมบัติผู้เข้ารับการอบรม บุคลากรที่เป็นตัวแทนของแผนกต่างๆ ที่ทำงานหรือมีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนที่เป็นโรงงาน โดยเป็นระดับบริหารหรือหัวหน้างานและมีคุณวุฒิการศึกษาในระดับต่างๆ ดังนี้

- ระดับ ปวช. มีอายุการทำงาน 6 ปีขึ้นไป
- ระดับ ปวส. มีอายุการทำงาน 3 ปีขึ้นไป
- ระดับปริญญาตรี มีอายุการทำงานตั้งแต่ 1 ปี ขึ้นไป

1.6 ระยะเวลาอบรม ใช้เวลาในการอบรม 2 วัน

2 หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

กำหนดการจัดอบรม

เวลา	หัวข้อการฝึกอบรม	ห้องฝึกอบรม
วันที่ 1		
08.30-08.50	ลงทะเบียน	
08.50-09.00	เปิดการฝึกอบรม	
09.00-10.30	การบริหารการจัดการพลังงาน	
10.30-10.45	พักช่วงเช้า	
10.45-12.00	ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	
12.00-13.00	พักกลางวัน	
13.00-14.15	การอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
14.15-14.30	พักช่วงบ่าย	
14.30-16.00	การอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์	
วันที่ 2		
09.00-10.30	การอนุรักษ์พลังงานระบบอากาศอัด	
10.30-10.45	พักช่วงเช้า	
10.45-12.00	การอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	
12.00-13.00	พักกลางวัน	
13.00-14.15	บรรยายเรื่องการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (ด้านความร้อน)	
14.15-14.30	พักช่วงบ่าย	
14.30-15.40	กิจกรรมกลุ่ม ความพร้อมในการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	
15.40-16.00	ปิดการฝึกอบรม	
	วิทยากร(ด้านไฟฟ้า) : ดร. ศิริพรรณ ธงชัย	
	วิทยากร(ด้านความร้อน) :	

หมายเหตุ : การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (ด้านความร้อน) และการทำกิจกรรมกลุ่ม ความพร้อมในการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม ไม่ได้บรรจุอยู่ในขอบเขตในการทำชุดฝึกอบรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

บทเรียนที่ 1 เรื่องการบริหารการจัดการพลังงาน

กล่าวถึงการบริหารจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในโรงงานอุตสาหกรรม บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน การสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและตัวอย่างการดำเนินการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการบริหารจัดการพลังงาน เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกหลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้
2. อธิบายบทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงานได้
3. บอกหน้าที่ของบุคลากรในองค์กรเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้
4. อธิบายหลักการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้
5. บอกปัญหาในการจัดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้
6. สามารถเลือกวิธีในการจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมได้
7. บอกวิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้

พื้นฐานที่จำเป็น การทำงานเป็นทีมในสถานประกอบการ

ระยะเวลาอบรม 1 ชั่วโมง 30 นาที

เนื้อหาหัวข้อวิชา

1. หลักการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
2. บทบาทการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน
3. วิธีการจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม
4. บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน
5. วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
6. ตัวอย่างการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

วิธีการอบรม

เทคนิคการถ่ายทอดจะเป็นการบรรยายเพื่อสร้างความตระหนักเห็นความสำคัญของพลังงาน เข้าใจหลักการบริหารจัดการองค์กรและบทบาทหน้าที่บุคลากรในองค์กรเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีส่วนร่วม รวมถึงบทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบพลังงาน วิธีการสร้างแรงจูงใจและ ตัวอย่างการดำเนินการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วย สไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านเครื่องฉาย (Projector) ตลอดจนตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

การอบรมในหัวข้อนี้จะใช้แนวข้อสอบสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย

บทเรียนที่ 2 เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

กล่าวถึงการอนุรักษ์พลังงานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์รับและจ่ายไฟฟ้าในอาคาร/โรงงาน ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้าและตู้ควบคุมไฟฟ้า การสูญเสียที่เกิดในสายส่งไฟฟ้าและการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง การควบคุมค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกสาเหตุความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้
2. บอกวิธีการลดความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้
3. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
4. เลือกวิธีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้
5. เลือกวิธีในการลดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าได้
6. บอกวิธีการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้
7. บอกประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังได้
8. อธิบายวิธีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้นได้

พื้นฐานที่จำเป็น ไฟฟ้าเบื้องต้น

ระยะเวลาอบรม 1 ชั่วโมง 15 นาที

เนื้อหาหัวข้อวิชา

1. การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า
2. ความสำคัญของตู้ควบคุมไฟฟ้า
3. หม้อแปลงไฟฟ้า
4. ตัวประกอบโหลด
5. แนวทางในการลดค่าไฟฟ้า
6. การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
7. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

วิธีการอบรม

เทคนิคการถ่ายทอดจะเป็นการบรรยายเพื่อสร้างความเข้าใจในการสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบการจ่ายและควบคุมไฟฟ้า การให้เห็นความสำคัญเรื่องการบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า รวมถึงวิธีการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วยสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านเครื่องฉาย (Projector) ตลอดจนตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

การอบรมในหัวข้อนี้จะใช้แนวข้อสอบสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย

บทเรียนที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

กล่าวถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างมาตรฐานทั่วไปและอุปกรณ์แสงสว่างประสิทธิภาพสูง เพื่อประหยัดพลังงาน แนวทางการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างประหยัดพลังงาน รวมถึงตัวอย่างการคำนวณ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เมื่อผู้เข้าอบรม เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกนิยามหน่วยวัดแสงได้
2. บอกคุณสมบัติอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้
3. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้

พื้นฐานที่จำเป็น ไฟฟ้าเบื้องต้น

ระยะเวลาอบรม 1 ชั่วโมง 15 นาที

เนื้อหาหัวข้อวิชา

1. หน่วยวัดแสง
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
4. ตัวอย่างการคำนวณ

วิธีการอบรม

เทคนิคการถ่ายทอดจะเป็นการบรรยายเพื่อให้รู้จักอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างมาตรฐานทั่วไป และอุปกรณ์แสงสว่างประหยัดพลังงาน แนวทางการใช้งานพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างอย่างประหยัดพลังงาน รวมถึงตัวอย่างการปรับปรุงและการคำนวณผลที่ได้จากการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วยสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านเครื่องฉาย (Projector) ตลอดจนตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

การอบรมในหัวข้อนี้จะใช้แนวข้อสอบสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย

บทเรียนที่ 4 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์

กล่าวถึงการส่วนประกอบการทำงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์ การหาประสิทธิภาพ วิธีใช้งานมอเตอร์อย่างประหยัดพลังงาน มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง และข้อพิจารณาในการซื้อมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมาใช้งาน รวมถึงวิธีการบำรุงดูแลรักษามอเตอร์ เพื่อการประหยัดพลังงาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ เมื่อผู้เข้าอบรมเรียนจบ บทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้
2. บอกสาเหตุความสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์ไฟฟ้าได้
3. บอกวิธีการใช้มอเตอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้
4. อธิบายเกี่ยวกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้
5. สามารถเลือกใช้งานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ได้
7. อธิบายหลักการใช้งานมอเตอร์ให้เกิดการประหยัดพลังงานได้

พื้นฐานที่จำเป็น ไฟฟ้าเบื้องต้น

ระยะเวลาอบรม 1 ชั่วโมง 30 นาที

เนื้อหาหัวข้อวิชา

1. โครงสร้างและการทำงานของมอเตอร์
2. ประสิทธิภาพและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์
3. ราคาและค่าใช้จ่ายในการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการประหยัดพลังงาน
4. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
5. การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า

วิธีการอบรม

เทคนิคการถ่ายทอดจะเป็นการบรรยายเพื่อสร้างความเข้าใจหลักการทำงานและการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์ แนวทางการใช้งานมอเตอร์อย่างประหยัดพลังงาน การใช้งานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วยสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านเครื่องฉาย (Projector) ตลอดจนตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

การอบรมในหัวข้อนี้จะใช้แนวข้อสอบสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย

บทเรียนที่ 5 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด

กล่าวถึงการส่วนประกอบของระบบอากาศอัด การทำงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องอัดอากาศ แนวทางการใช้เครื่องอัดอากาศอย่างประหยัดพลังงาน รวมถึงวิธีการบำรุงดูแลรักษามอเตอร์เพื่อการประหยัดพลังงาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด เมื่อผู้เข้าอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกวิธีการเลือกใช้เครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับภาระได้
2. อธิบายการใช้งานอุปกรณ์ในระบบอากาศอัดเพื่อประหยัดพลังงานได้
3. บอกหน้าที่การทำงานส่วนประกอบของระบบอากาศอัดได้
4. อธิบายการใช้งานระบบอากาศอัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้
5. อธิบายการใช้งานระบบอากาศอัดให้เกิดประหยัดพลังงานได้
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้เครื่องอัดอากาศได้
7. ระบุวิธีการประหยัดพลังงานในการใช้งานระบบอากาศอัดได้

พื้นฐานที่จำเป็น ไฟฟ้าเบื้องต้น

ระยะเวลาอบรม 1 ชั่วโมง 30 นาที

เนื้อหาหัวข้อวิชา

1. ส่วนประกอบของระบบอากาศอัด
2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ
3. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานเครื่องอัดอากาศ
4. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

วิธีการอบรม

เทคนิคการถ่ายทอดจะเป็นการบรรยายเพื่อสร้างความเข้าใจหลักการทำงานและการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องอัดอากาศ วิธีการเลือกใช้งานชนิดเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับงาน แนวทางการใช้งานเครื่องอัดอากาศอย่างประหยัดพลังงาน โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วยสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยต์ ผ่านเครื่องฉาย (Projector) ตลอดจนตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

การอบรมในหัวข้อนี้จะใช้แนวข้อสอบสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย

บทเรียนที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

กล่าวถึงการส่วนประกอบของระบบทำความเย็นและปรับอากาศ การทำงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ แนวทางการใช้ระบบทำความเย็นและปรับอากาศอย่างประหยัดพลังงาน รวมถึงวิธีการบำรุงดูแลรักษาระบบทำความเย็นและปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ เมื่อผู้เข้าอบรมเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ต้องสามารถ

1. บอกหลักการระบบทำความเย็นได้
2. บอกหน้าที่ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบทำความเย็นได้
3. อธิบายวิธีการประหยัดพลังงานจากส่วนประกอบระบบทำความเย็นได้
4. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบทำความเย็นได้
5. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้ระบบปรับอากาศได้
6. บอกแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานคลุ่ลิ่งทาวเวอร์ได้

พื้นฐานที่จำเป็น ไฟฟ้าเบื้องต้น

ระยะเวลาอบรม 1 ชั่วโมง 15 นาที

เนื้อหาหัวข้อวิชา

1. หลักการทำงานของระบบทำความเย็น
2. ส่วนประกอบระบบทำความเย็น
3. สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of Performance: COP)
4. ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency Ratio: EER)
5. การปฏิบัติการเพื่อประหยัดพลังงานในโรงงานที่ใช้ระบบทำความเย็น
6. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ
7. มาตรการอนุรักษ์พลังงานในคลุ่ลิ่งทาวเวอร์
8. ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

วิธีการอบรม

เทคนิคการถ่ายทอดจะเป็นการบรรยายเพื่อสร้างความเข้าใจหลักการทำงานและการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบทำความเย็นและปรับอากาศ วิธีการเลือกใช้งานชนิดระบบทำความเย็นและปรับอากาศ ให้เหมาะสมกับงาน แนวทางการใช้งานระบบทำความเย็นและปรับอากาศอย่างประหยัดพลังงาน โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วยสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ ผ่านเครื่องฉาย (Projector) ตลอดจนตัวอย่างโรงงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

การอบรมในหัวข้อนี้จะใช้แนวข้อสอบสำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างเอกสารประกอบการฝึกอบรม

ตัวอย่างแผนการฝึกอบรม

แบบทดสอบหลังบทเรียนพร้อมเฉลย

แบบทดสอบหลังฝึกอบรมพร้อมเฉลย

ตัวอย่างเอกสารประกอบการอบรมสำหรับผู้เข้าอบรม

บทเรียนที่ 2

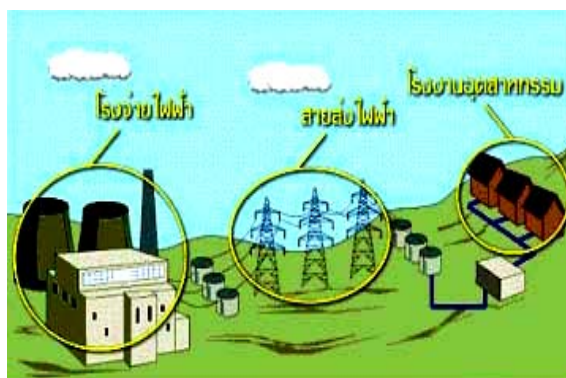
ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

บทนำ

การควบคุมการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถทำได้โดยควบคุมให้ค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังงานสูงสุด (Peak demand) และค่าความต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุด (Reactive power) ให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพระบบไฟฟ้ามีอยู่หลายตัว การเลือกใช้ดัชนีตัวใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละสถานประกอบการ ได้แก่ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย ค่าตัวประกอบกำลัง ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต มูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต เป็นต้น

2.1 การประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้า

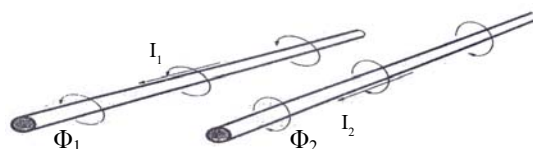
ระบบการส่งจ่ายไฟฟ้านั้นจะประกอบด้วยระบบการผลิตไฟฟ้า การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าและภาวทางไฟฟ้า แต่ในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามายังผู้ใช้งานจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในระบบ ซึ่ง ณ ที่นี้จะขอกกล่าวถึงการสูญเสียพลังงานในสามส่วนหลักๆ ได้แก่ การสูญเสียพลังงานที่เกิดในสายส่งไฟฟ้า ในหม้อแปลงไฟฟ้าและตู้ควบคุมไฟฟ้า ตลอดจนการตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยและการอนุรักษ์พลังงาน



ภาพที่ 2.1 ระบบการจ่ายไฟฟ้า

2.2 การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า

ในสายส่งไฟฟ้า เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้มีค่าตัวประกอบทางไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้านั้นคือค่าความต้านทาน (Resistance, R) ในสายตัวนำซึ่งจะต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าจนทำให้เกิดความร้อนในสายส่งไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำจะสร้างสนามแม่เหล็ก (Flux) รอบตัวนำซึ่งเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเป็นตัวสร้างค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance, L) หรือค่ารีแอคแตนซ์ (Reactance, X_L) ในสายตัวนำเป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมากในสายตัวนำและเป็นค่าความสูญเสียพลังงานในระบบไฟฟ้า



ภาพที่ 2.2 การเกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำ

ค่าความต้านทาน (R) จะมีค่าแปรตามความยาวของสายตัวนำและจะมีค่าแปรผกผันกับขนาดสายส่งไฟฟ้า

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

เมื่อ ρ คือ ความต้านทานจำเพาะของสายตัวนำ

l คือ ความยาวของสายตัวนำ

A คือ พื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำ

ถ้าสายตัวนำมีความยาวมากๆ (ถ้าอยู่ไกลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาก) ค่าความต้านทาน (R) ของสายตัวนำจะมีค่ามากกว่าสายตัวนำที่มีความยาวน้อยกว่า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในสายตัวนำมีค่าสูงตามไปด้วย หรือถ้าสายตัวนำมีขนาดเล็กเกินไป ความต้านทาน (R) ในสายตัวนำก็จะมีค่ามากกว่าสายตัวนำที่มีขนาดใหญ่กว่า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมากในสายตัวนำที่มีขนาดเล็กกว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายตัวนำเท่ากัน

ค่ารีแอกแตนซ์ (X_L) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายส่ง ไฟฟ้ากระแสสลับจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กเกี่ยวค้ำล้อมรอบตัวนำ ผลจากการที่กระแสไฟฟ้ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อเวลาจะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้มีการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้น นอกจากนั้นคุณสมบัติของสารตัวนำและลักษณะของการวางระบบสายส่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ารีแอกแตนซ์ด้วย

การลดการสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า

เมื่อมีการขยายโรงงานขนาดสายไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้อย่างเหมาะสมเมื่อเริ่มแรกอาจจะมีขนาดเล็กไปเมื่อมีการเพิ่มขึ้นและต้องมาใช้ไฟฟ้าจากสายไฟฟ้านั้น การที่สายไฟฟ้าเล็กเป็นการเพิ่มภาระความต้านทานให้แก่วงจรไฟฟ้าเหมือนกับกรณีที่ขั้วต่อไฟฟ้าต่างๆไม่ดี ค่าใช้จ่ายในการที่จะเปลี่ยนสายไฟฟ้าเหล่านี้อาจจะสูงเกินไปเมื่อพิจารณาถึงพลังงานที่ประหยัดได้ แต่สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กเกินไปอาจทำให้สายไฟฟ้าร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นการสูญเสียพลังงานในสายไฟฟ้า และถ้าร้อนจัดอาจทำให้สายไฟฟ้าละลายหรือทำให้เครื่องควบคุมวงจรนั้นเสียหายได้ และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอัคคีภัย ดังนั้นจึงต้องคำนวณขนาดสายไฟฟ้าใหม่เพื่อพิจารณาว่าสายไฟฟ้าที่ติดตั้งเดิมนั้นสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยหรือไม่

ตารางที่ 2.1 ค่า R และ X_L ของสายตัวนำมาตรฐาน มอก. 11-2531 (THW)

ขนาดสาย (sq.mm)	R 70 °C (m Ω /m)	X_L (m Ω /m) เดินในอากาศหรือท่อโลหะ	X_L (m Ω /m) เดินในท่อโลหะ
0.5	42.8976	0.1423	0.1778
1.0	21.5680	0.1266	0.1583
1.5	14.4184	0.1195	0.1494
2.5	8.8297	0.1101	0.1377
4	5.4933	0.1069	0.1336
6	3.6701	0.1027	0.1284
10	2.1806	0.0998	0.1249
16	1.3703	0.0951	0.1189
25	0.8664	0.0946	0.1183
35	0.6250	0.0872	0.1083
50	0.4620	0.0867	0.1090
70	0.3209	0.0843	0.1054
95	0.2323	0.0835	0.1043

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ค่า R และ X_L ของสายตัวนำมาตรฐาน มอก. 11-2531 (THW)

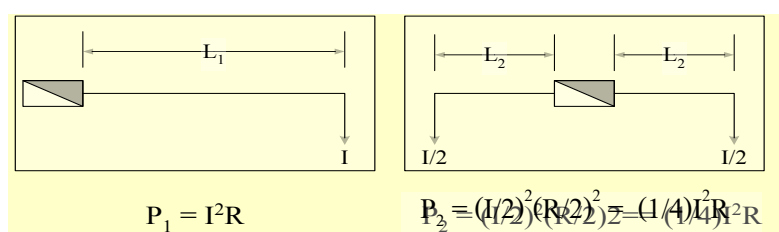
ขนาดสาย (sq.mm)	R 70 °C (mΩ/m)	X_L (mΩ/m) เดินในอากาศหรือท่อโลหะ	X_L (mΩ/m) เดินในท่อโลหะ
120	0.1853	0.0800	0.1000
150	0.1514	0.0797	0.0996
185	0.1226	0.0795	0.0994
240	0.0956	0.0779	0.0974
300	0.0775	0.0774	0.0967
400	0.0645	0.0772	0.0965
500	0.538	0.0766	0.0957

2.3 การติดตั้งและบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้า

ในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารขนาดใหญ่จะต้องมีห้องรับและจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main distribution board, MDB) การออกแบบติดตั้งห้องรับและจ่ายไฟฟ้าให้เหมาะสมจะมีความสำคัญและช่วยในการประหยัดพลังงาน ในขณะเดียวกันโรงงานหรืออาคารขนาดเล็ก ห้องรับและจ่ายไฟฟ้า ก็คือตู้จ่ายไฟฟ้าที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ ของห้องทำงานที่ต้องใช้ไฟฟ้า

การสูญเสียในสายส่งแรงต่ำย่อย ให้คำนึงถึงลักษณะของห้องหรืออาคารและระยะทางจากตู้ควบคุมไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการติดตั้งควรให้อยู่บริเวณศูนย์กลางของภาระ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้

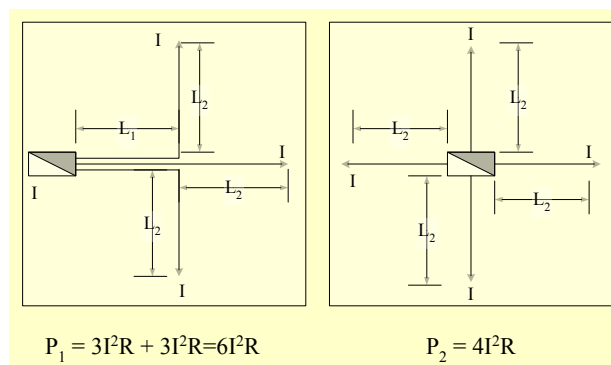
1. ห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากภาพที่ 2.3 ก จะพบว่าหากติดตั้งตู้จ่ายไฟฟ้าให้อยู่บริเวณด้านใดด้านหนึ่งเปรียบเทียบกับติดตั้งบริเวณกลางห้องหรือโรงงาน ดังภาพที่ 2.3 ข พบว่าพลังงานสูญเสียในสายไฟฟ้าจะลดลงเป็น 1/4 เท่า



ก. การติดตั้งทางด้านข้างของห้อง ข. การติดตั้งบริเวณกลางของห้อง

ภาพที่ 2.3 การติดตั้งตู้จ่ายไฟฟ้าในห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้า

2. ห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากภาพที่ 2.4 ก เป็นการติดตั้งที่บริเวณด้านข้างของห้องจะพบว่า นอกจากกำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้ามีขนาดใหญ่กว่าปกติแล้วยังมีการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้นอีก



ก. การติดตั้งทางด้านข้างของห้อง ข. การติดตั้งบริเวณกลางของห้อง

ภาพที่ 2.4 การติดตั้งตู้จ่ายไฟฟ้าในห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส

การตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตู้ควบคุมไฟฟ้า คือ อุปกรณ์รับและจ่ายไฟฟ้า โดยรับไฟฟ้าเข้ามาใช้ภายในอาคารหรือโรงงานภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าประกอบด้วย ตัวนำประธาน เครื่องปลดวงจร และเครื่องวัดไฟฟ้า หรือรีเลย์ สำหรับรีเลย์จะเป็นตัวจำกัดแรงดันไฟฟ้าตก (Under voltage) และกระแสเกิน (Over current) ส่วนเครื่องวัดไฟฟ้าจะเป็นตัวชี้บอกค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส ค่าพลังงานไฟฟ้าจะอ่านไฟฟ้าจากมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้า (kWh)



ภาพที่ 2.5 ตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตารางการตรวจสอบ

การจัดทำตารางการตรวจสอบและทำการตรวจสอบตามตารางมีข้อดีที่จะช่วยให้การตรวจสอบไม่หลงลืม สามารถวางแผนการตรวจสอบได้

ตารางที่ 2.2 การตรวจสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

ลำดับ	รายการ	สิ่งที่ตรวจ
1	สภาพสถานที่ติดตั้ง	- ตรวจสอบว่ามีสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องอยู่หรือไม่ ความสะดวกในการใช้งาน ฐานเอียงหรือทรุด การระบายอากาศ อุณหภูมิ - ตรวจสอบพื้นที่ว่างโดยรอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน
2	โครงสร้างและสภาพทั่วไปของผู้	- ตรวจสอบเสียง ควั่น กลิ่น การสั่นสะเทือน ความชื้น ความสะอาด สนิม ฟุ่่น หยดไอน้ำ และอื่นๆ ตรวจสอบประตู กุญแจ อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่
3	ขั้วต่อสาย จุดต่อสาย	- ตรวจสอบขั้วต่อสายว่าหลุดหรือหลวมหรือไม่ ตรวจสอบความร้อนว่ามีอุณหภูมิสูงหรือไม่โดยเครื่องวัดความร้อน - ตรวจสอบร่องรอยการเกิดโคโรน่า (Corona) หรือโดยการวัดด้วยเครื่องวัดคลื่นเสียง การหลุดหลวมของเทป ความสะอาด รอยร้าว การต่อลงดินของซิลล์ - ตรวจสอบการจับยึด ความร้อน การต่อกับสายและอุปกรณ์ - ตรวจสอบความสกปรก หลุด หลวม ร่องรอยชำรุด (Tracing) การเปลี่ยนสี รอยแตกบิ่น พร้อมทำความสะอาด - ตรวจสอบสภาพจุดต่อลงดินที่ตู้และที่หลักดิน วัดค่าความต้านทานของการต่อลงดิน สภาพสายดิน
4	สายไฟฟ้า	- ตรวจสอบสภาพสายไฟฟ้าและอุปกรณ์การเดินสายในตัว - วัดค่าความเป็นฉนวนของสายไฟฟ้า หรือ HV test
5	เครื่องมือวัด อุปกรณ์แสดงผล CT & PT	- ตรวจสอบรอยแตกร้าว การต่อสาย - ตรวจสอบสภาพทั่วไป การชำรุด แตกหัก และการทำงาน - ตรวจสอบหลอดไฟ (Indicator lamp) ว่ายังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ - ตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ป้องกัน (Protective relay) - ตรวจสอบสภาพสวิทช์ควบคุมต่างๆ และการทำงาน - ดึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด Draw out ออก ตรวจสอบ Draw out ว่าคล่องตัวหรือไม่ ใส่สารหล่อลื่น ตรวจสอบกลไกและหน้าสัมผัสต่างๆ
6	อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน	- ตรวจสอบการทำงานและระบบอินเตอร์ล๊อค เซอร์กิตเบรกเกอร์ ทำการทดสอบตามวิธีที่กำหนด

รายการที่ตรวจสอบและบำรุงรักษา

เพื่อให้การตรวจสอบและการบำรุงรักษาทำได้ครบถ้วนและเป็นระบบ ผู้ตรวจสอบจะต้องทำตามรายการที่ได้เตรียมไว้ก่อนแล้ว บางรายการอาจต้องดำเนินการเมื่อดับไฟฟ้าและถอดส่วนต่างๆ ออกแล้ว บางรายการสามารถตรวจได้ขณะใช้งาน ดังนั้นในรายการตรวจสอบจึงต้องแยกการตรวจสอบออกเป็นระยะสั้นและระยะยาว

โดยปกติการจัดตารางการทดสอบจะขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานและสภาพแวดล้อม ความถี่ในการทดสอบจะต้องสอดคล้องตามเงื่อนไขต่อไปนี้

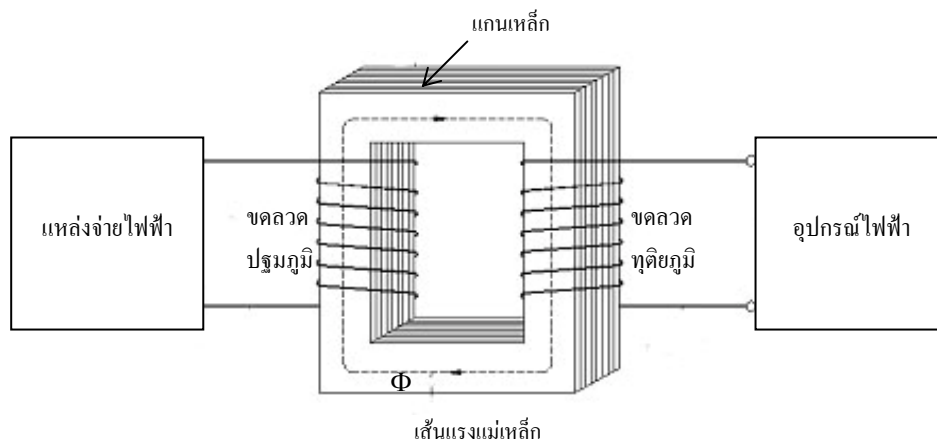
- ◆ สภาพการกีดกร่อนของอากาศ
- ◆ ฝุ่นละอองและความสกปรก
- ◆ อุณหภูมิและความชื้นสูง
- ◆ อายุการใช้งาน
- ◆ ความถี่ในการใช้งาน
- ◆ ความถี่ของการตัดกระแสผิดปกติ (Fault)

การจัดการหลังการตรวจสอบ

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการตรวจสอบ คือ การจัดการหลังการตรวจสอบและบำรุงรักษา จะต้องนำผลการตรวจวัดต่างๆ ที่บันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งทำได้หลายวิธี ทั้งการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เปรียบเทียบกับค่าในอดีต ดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง หากพบว่าอุปกรณ์บางรายการมีแนวโน้มว่าจะหมดสภาพในการใช้งาน ควรพิจารณาว่าจะปรับปรุงอะไรได้บ้าง หรือต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมหรือไม่ บางรายการอาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่ หรือบางรายการอาจยังไม่จำเป็นต้องเปลี่ยน แต่ให้คอยสังเกตการเปลี่ยนแปลงหรือตรวจสอบให้ถี่ขึ้นและที่สำคัญจะต้องมีการสรุปรายงานเสนอผู้บังคับบัญชาและเก็บเป็นประวัติไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต

2.4 การสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าตามความต้องการใช้งานโดยที่ความถี่ไฟฟ้าเท่าเดิม หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวด 2 ขด คือ “ขดลวดปฐมภูมิกับขดลวดทุติยภูมิ” พันอยู่รอบแกนเหล็ก โดยขดลวดทั้ง 2 ขดนี้ไม่ได้ต่อกันโดยตรงทางไฟฟ้า เมื่อให้แรงดันไฟฟ้ากับขดลวดปฐมภูมิทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านที่ขดลวดนี้และเกิดเส้นแรงแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า โดยมีแกนเหล็กเป็นตัวนำเส้นแรงแม่เหล็กและเกิดการเหนี่ยวนำไปยังขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ



ภาพที่ 2.6 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

กำลังสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า

♦ **กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ (No load loss)** หมายถึง กำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะที่หม้อแปลงไฟฟ้ายังไม่จ่ายภาระ กำลังสูญเสียนี้เกิดขึ้นในแกนเหล็กเรียกว่า Iron loss หรือ Core loss ซึ่งค่า Iron loss นั้นมีค่าเกือบคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กในแกนเหล็กและขึ้นอยู่กับความถี่ความหนาแน่นสูงสุดของเส้นแรงแม่เหล็กในแกนเหล็ก คุณภาพของเหล็ก ปริมาตรหรือน้ำหนักของแกนเหล็ก

♦ **กำลังสูญเสียขณะมีภาระ (Load loss)** หมายถึง กำลังไฟฟ้าสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดขณะที่หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายภาระ กำลังสูญเสียนี้เรียกว่า Copper loss

กำลังสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้า สามารถนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าได้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าขาออก}}{\text{กำลังไฟฟ้าขาออก} + \text{กำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด} + \text{กำลังสูญเสียขณะมีโหลด}}$$

ประสิทธิภาพสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ $\text{Copper loss} = \text{Iron loss}$

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้างัดกล่าวนีเป็นการพิจารณาประสิทธิภาพแบบกำลังงาน นั่นคือ คิดเฉพาะช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือการจ่ายไฟฟ้าเฉพาะค่าใดค่าหนึ่ง โดยไม่คำนึงถึงช่วงเวลาที่ ไม่ได้ใช้งาน ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าควรคำนึงถึงเวลาใช้งานตลอดทั้งวัน ด้วย เป็นการหาประสิทธิภาพแบบพลังงาน ซึ่งก็คืออัตราส่วนของพลังงานทั้งหมดที่ใช้จริงใน แต่ละวันต่อพลังงานทั้งหมดที่ได้รับในหนึ่งวันโดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพทั้งวัน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าขาออก} \times \text{ชั่วโมงที่จ่ายไฟฟ้าในแต่ละวัน}}{(\text{กำลังไฟฟ้าขาออก} \times \text{ชั่วโมงที่จ่ายไฟฟ้าในแต่ละวัน}) + (\text{กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ} \times 24) + (\text{กำลังสูญเสียขณะมีภาระ} \times \text{ชั่วโมงที่จ่ายไฟฟ้าในแต่ละวัน})}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้า

$$\text{กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ} = \text{Core loss} \times \text{จำนวนหม้อแปลง} \times \text{ชั่วโมงใน 1 ปี}$$

$$\text{กำลังสูญเสียขณะมีภาระ} = \text{Copper loss} \times \left[\frac{\text{kVA}_{\text{ใช้งาน}}}{\text{kVA}_{\text{พิกัด}}} \right]^2 \times \text{ชั่วโมงปฏิบัติงานในปี}$$

3.5 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดประสิทธิภาพสูง

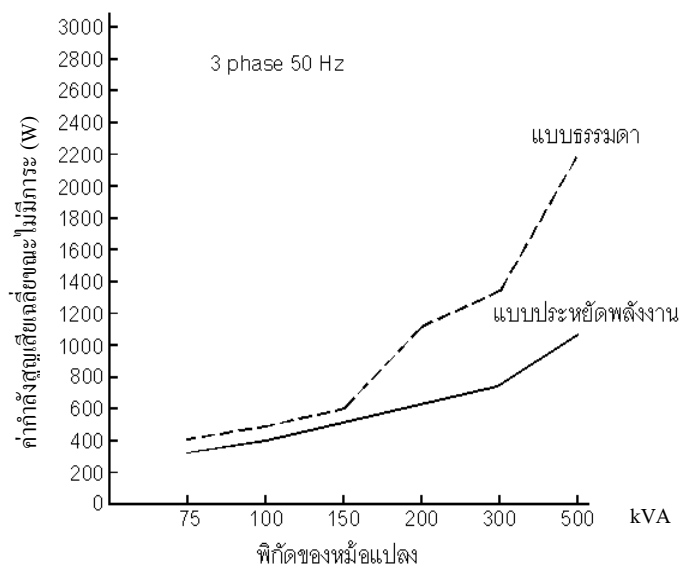
ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดประสิทธิภาพสูงซึ่งก็คือ หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีค่ากำลังสูญเสียน้อยเมื่อมีภาระต่ำ ดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ Dry type cast resin ชนิดที่มีกำลังสูญเสียปกติ และ
ชนิดประหยัดพลังงานใช้กับระบบแรงดันไฟฟ้า 22 kV/400-230 V

ขนาด (kVA)	kV/kV	ธรรมดา			ประสิทธิภาพสูง		
		สูญเสียขณะ ไม่มีภาระ (watt)	สูญเสียขณะ มีภาระ (watt)	ประสิทธิภาพ (%)	สูญเสียขณะ ไม่มีภาระ (watt)	สูญเสียขณะ มีภาระ (watt)	ประสิทธิภาพ (%)
315	22/400	900	3,900	98.47	700	3,900	98.53
400	22/400	980	4,600	98.60	850	4,600	98.63
500	22/400	1,150	5,500	98.67	1,000	5,500	98.70
630	22/400	1,350	6,500	98.75	1,200	6,500	98.77
800	22/400	1,600	11,000	98.43	1,300	11,000	98.46
1,000	22/400	1,900	13,500	98.46	1,600	13,500	98.49
1,250	22/400	2,300	16,400	98.50	1,800	16,400	98.54
1,500	22/400	2,800	19,800	98.50	2,100	19,800	98.54
2,000	22/400	3,250	24,000	98.63	2,700	24,000	98.67

ที่มา : กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน สำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม
ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย, 2544

หากโรงงานกำลังพิจารณาซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าใหม่ควรเลือกซื้อชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง
หรือเป็นแบบประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีการสูญเสียในแกนเหล็กต่ำกว่าแบบธรรมดา และควรเลือก
ขนาดที่เหมาะสมกับภาระ หากพิจารณาจากคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าจะพบว่า ประสิทธิภาพ
ของหม้อแปลงไฟฟ้าจะแปรผันตามค่าภาระ ดังนั้นการเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
จะทำให้ประหยัดพลังงานได้มาก ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 กราฟแสดงกำลังสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดากับชนิดประหยัดพลังงาน

ที่มา : เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด ฐัรรักษ์พลังงาน “การวางแผนอนุรักษ์พลังงาน”
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2546

ตัวอย่างที่ 2.1 การเลือกขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า

โรงงานแห่งหนึ่งมีความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 350 kW มีค่าตัวประกอบกำลัง 0.85 โรงงานทำงานวันละ 8 ชั่วโมง 300 วันต่อปี โดยพิจารณาหม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดาและหม้อแปลงไฟฟ้าแบบประสิทธิภาพสูงขนาด 500 630 และ 800 kVA

วิธีทำ จาก
$$\text{kVA} = \frac{\text{kW}}{\cos \Phi}$$

$$\text{kVA} = \frac{350}{0.85}$$

$$\text{kVA} = 411.76$$

ดังนั้น โรงงานต้องการกำลังไฟฟ้าปรากฏ 411.7 kVA จึงพิจารณาเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดาขนาด 500 kVA

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ} &= \text{Core loss} \times \text{จำนวนหม้อแปลง} \times \text{ชั่วโมงใน 1 ปี} \\
 &= 1.150 \times 1 \times 8,760 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 10,074 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังสูญเสียขณะมีภาระ} &= \text{Copper loss} \times \left[\frac{\text{kVA}_{\text{ใช้งาน}}}{\text{kVA}_{\text{พิกัด}}} \right]^2 \times \text{ชั่วโมงปฏิบัติงานใน 1 ปี} \\
 &= 5.500 \times \left[\frac{411.76}{500} \right]^2 \times 8 \times 300 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 8,952 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งแบบธรรมดาและแบบประสิทธิภาพสูง ที่ขนาดพิกัดต่างๆ สามารถแสดงค่าตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดา และแบบประสิทธิภาพสูง

ขนาด (kVA)	พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย หม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดา (kWh/ปี)			พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย หม้อแปลงไฟฟ้าแบบประสิทธิภาพสูง (kWh/ปี)		
	ขณะไม่มีภาระ	ขณะมีภาระ	รวม	ขณะไม่มีภาระ	ขณะมีภาระ	รวม
500	10,074	8,952.045	19,026.04	8,760	8,952.045	17,712.04
630	11,826	6,663.951	18,489.95	10,512	6,663.951	17,175.95
800	14,016	6,993.785	21,009.78	11,388	6,993.785	18,381.78

จากตารางที่ 2.4 เมื่อพิจารณาที่หม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดาจะเห็นว่าหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 800 kVA มีขนาดใหญ่เกินไปและพลังงานสูญเสียมาก หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 630 kVA มีพลังงานสูญเสียต่ำกว่าหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA แต่หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่าจะทำให้อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ป้องกันและสายไฟฟ้าจะมีขนาดใหญ่กว่าและเงินลงทุนสูงกว่าด้วย หากพิจารณาที่หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะเห็นว่า มีพลังงานไฟฟ้าสูญเสียต่ำกว่าหม้อแปลงไฟฟ้าแบบธรรมดาแต่ราคาของหม้อแปลงไฟฟ้าจะสูงกว่า ดังนั้นในการเลือกขนาดหม้อแปลงไฟฟ้านั้นนอกจากจะเลือกหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีพลังงานสูญเสียต่ำแล้วยังต้องพิจารณาเรื่องการลงทุนด้วย

2.6 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด

- การลดกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระของหม้อแปลงไฟฟ้า
- การปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานของภาระ
- การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังในหม้อแปลงไฟฟ้า

การลดกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระของหม้อแปลงไฟฟ้า

กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระของหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นกำลังสูญเสียในแกนเหล็ก (Core loss or Iron loss) กำลังสูญเสียนี้นี้จะมีค่าเท่าเดิมตลอดไม่ว่าหม้อแปลงไฟฟ้าจะจ่ายภาระมากหรือน้อย หรือไม่ได้จ่ายภาระเลย ดังนั้นสำหรับสถานประกอบการที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ตัว เช่น ระบบการจ่ายไฟฟ้าแบบ (Secondary Selective) เวลาหยุดทำงานหรือในวันหยุดสามารถประหยัดพลังงานได้โดยการตัดหม้อแปลงไฟฟ้าตัวหนึ่งออกจากวงจรทั้งทางด้านปฐมภูมิ และด้านทุติยภูมิ ถ้าจะใช้วิธีดังกล่าวจะต้องตัดวงจรทางด้านแรงสูงบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงควรติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ เช่น Vacuum CB หรือ Gas CB เพื่อทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจร และถ้ามีการออกแบบโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานตั้งแต่แรกด้วยการแยกหม้อแปลงไฟฟ้าตัวเล็ก สำหรับใช้ในด้านความปลอดภัย (Security system) ก็จะประหยัดพลังงานได้มาก

ตัวอย่างแผนการอบรมสำหรับวิทยากร

บทเรียนที่ 2

ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

	แผนการอบรมหลักสูตร	
	การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม	
	เรื่อง ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	เวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที
ผู้บรรยาย		

วัตถุประสงค์

1. บอกสาเหตุความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้
2. บอกวิธีการลดความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าได้
3. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
4. เลือกวิธีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้
5. เลือกวิธีในการลดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าได้
6. บอกวิธีการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้
7. บอกประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังได้
8. อธิบายวิธีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้นได้

พื้นฐานที่จำเป็น ไฟฟ้าเบื้องต้น

แผนการอบรมภาคบรรยาย

ระยะเวลา (นาที)		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
วัตถุประสงค์			1	2	3	4	5	6	7	8	
บทนำ											
การให้เนื้อหา	บรรยาย										
	ถามตอบ										
	ชี้ทาง										
	สรุป										
กิจกรรม	แบบลอกเลียน										
	แบบฝึกหัด										
	แบบแก้ปัญหา										
สิ่งสนับสนุน การอบรม	กระดาน										
	สไลด์ Power point										
	แผ่นภาพ										
	ใบเนื้อหา										
	ใบงาน ใบทดสอบ										
	ของจริง แบบจำลอง										
	อุปกรณ์การทดลอง										
	เทปบันทึกภาพ										
	คอมพิวเตอร์										

อุปกรณ์และสื่อประกอบการอบรม

1. คอมพิวเตอร์และเครื่องฉาย
2. สไลด์สำหรับนำเสนอด้วย Power Point (บันทึกไว้ในแผ่นซีดี-รอม)
3. เอกสารประกอบการอบรม (สำหรับผู้เข้ารับการอบรม)

หัวข้อในการบรรยาย

วัตถุประสงค์	ใบเนื้อหา	สื่อประกอบการบรรยาย
1	(29 - 30)	Power point แผ่นที่ 2
2	(30 - 34)	Power point แผ่นที่ (3 - 4)
3	(35 - 36)	Power point แผ่นที่ (5 - 7)
4	(39 - 45)	Power point แผ่นที่ (8 - 20)
5	(48 - 50)	Power point แผ่นที่ (23 - 31)
6	(45 - 48), (51 - 52)	Power point แผ่นที่ (21 - 22)
7	(52 - 55)	Power point แผ่นที่ (37 - 39)
8	(55 - 58)	Power point แผ่นที่ (32 - 36)

คำแนะนำการสอน	ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า	จำนวนสไลด์ 41 แผ่น
การนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า การทำให้ระบบไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงขึ้นจะสามารถทำให้ค่าไฟฟ้าลดลงด้วยตามค่าความสูญเสียของระบบไฟฟ้าที่ลดลงจากการควบคุมและปรับปรุงระบบไฟฟ้า คำถามคือ...ในระบบไฟฟ้านับตั้งแต่รับไฟฟ้ามาจากการไฟฟ้าจนถึงเครื่องจักรมีการสูญเสียพลังงานตรงไหนบ้าง ? และสามารถควบคุม ปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร ? ซึ่งสามารถหาคำตอบได้จากเรื่องที่จะได้รับการบรรยายในหัวข้อต่อไปนี้		
การให้เนื้อหา		
แผ่นที่ 1/41	ระบบการส่งจ่ายไฟฟ้านั้นจะประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าและภาระทางไฟฟ้า แต่ในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามายังผู้ใช้งานจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในระบบ ณ ที่นี้จะขอกกล่าวถึงการสูญเสียพลังงานในสามส่วนหลักๆ ได้แก่การสูญเสียพลังงานที่เกิดในสายส่งไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้าและผู้ควบคุมไฟฟ้า ตลอดจนการบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยและการอนุรักษ์พลังงาน	
แผ่นที่ 2/41	ในสายส่งไฟฟ้า เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้มีค่าตัวประกอบทางไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า นั่นคือ ค่าความต้านทานในสายตัวนำซึ่งจะต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าจนทำให้เกิดความร้อนในสายส่งไฟฟ้าเป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมากในสายตัวนำและเป็นค่าความสูญเสียพลังงานในระบบไฟฟ้า	

	ถ้าสายตัวนำมีความยาวมากๆ (ภาระอยู่ไกลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาก) ค่าความต้านทานของสายตัวนำจะมีค่ามากกว่าสายตัวนำที่มีความยาวน้อยกว่า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในสายตัวนำมีค่าสูงตามไปด้วย หรือถ้าสายตัวนำมีขนาดเล็กเกินไป ความต้านทานในสายตัวนำก็จะมีค่ามากกว่าสายตัวนำที่มีขนาดใหญ่กว่า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมากในสายตัวนำที่มีขนาดเล็กกว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายตัวนำเท่ากัน เมื่อมีการขยายโรงงานขนาดสายไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้อย่างเหมาะสมเมื่อเริ่มแรกอาจจะมีขนาดเล็กไปเมื่อมีภาระเพิ่มขึ้นและต้องมาใช้ไฟฟ้าจากสายไฟฟ้านั้น การที่สายไฟฟ้าเล็กเป็นการเพิ่มภาระความต้านทานให้แก่วงจรไฟฟ้าเหมือนกับกรณีที่ขั้วต่อไฟฟ้าต่างๆ ไม่ดี ค่าใช้จ่ายในการที่จะเปลี่ยนสายไฟฟ้าเหล่านี้อาจจะสูงเกินไปเมื่อพิจารณาถึงพลังงานที่ประหยัดได้ แต่สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กเกินไปอาจทำให้สายไฟฟ้าที่ร้อนซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นการสูญเสียพลังงานในสายไฟฟ้าและถ้าร้อนจัดอาจทำให้สายไฟฟ้าละลายหรือทำให้เครื่องควบคุมวงจรนั้นเสียหายได้และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอัคคีภัย ดังนั้นจึงต้องคำนวณขนาดสายไฟฟ้าใหม่เพื่อพิจารณาว่าสายไฟฟ้าที่ติดตั้งเดิมนั้นสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยหรือไม่
--	---

แผ่นที่ 3/41	ในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารขนาดใหญ่จะต้องมีห้องรับและจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main distribution board, MDB) การออกแบบติดตั้งห้องรับและจ่ายไฟฟ้าให้เหมาะสมจะมีความสำคัญ และช่วยในการประหยัดพลังงาน ในขณะเดียวในโรงงานหรืออาคารขนาดเล็ก ห้องรับและจ่ายไฟฟ้า ก็คือตู้จ่ายไฟฟ้าที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ ของห้องทำงาน การสูญเสียในสายส่งแรงต่ำย่อย ให้คำนึงถึงลักษณะของห้องหรืออาคารและระยะทางจากตู้ควบคุมไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการติดตั้งควรให้อยู่บริเวณศูนย์กลางของภาระซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้ 1. ห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากภาพ ก จะพบว่าหากติดตั้งตู้จ่ายไฟฟ้าให้อยู่บริเวณด้านใดด้านหนึ่งเปรียบเทียบกับติดตั้งบริเวณกลางห้องหรือโรงงาน ดังภาพ ข พบว่าพลังงานสูญเสียในสายไฟฟ้าจะลดลงเป็น 1/4 เท่า 2. ห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากภาพ ก เป็นการติดตั้งที่บริเวณด้านข้างของห้องจะพบว่านอกจากกำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้ามีขนาดใหญ่กว่าปกติแล้วยังมีการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้นอีก

แผ่นที่ 4/41	เพื่อให้การตรวจสอบและการบำรุงรักษาทำได้ครบถ้วนและเป็นระบบ ผู้ตรวจสอบจะต้องทำตามรายการที่ได้เตรียมไว้ ดังนั้นในรายการตรวจสอบจึงต้องแยกการตรวจสอบออกเป็นระยะสั้นและระยะยาว โดยปกติการจัดตารางการทดสอบจะขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานและสภาพแวดล้อม ความถี่ในการทดสอบจะต้องสอดคล้องตามเงื่อนไขต่อไปนี้ - สภาพการกักความร้อนของอากาศ - ฝุ่นละอองและความสกปรก - อุณหภูมิและความชื้นสูง - อายุการใช้งาน - ความถี่ในการใช้งาน - ความถี่ของการตัดกระแสผิดปกติ
แผ่นที่ 5/41	หม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าตามความต้องการใช้งานโดยที่ความถี่ไฟฟ้าเท่าเดิม หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวด 2 ขด คือ “ขดลวดปฐมภูมิกับขดลวดทุติยภูมิ” พันอยู่รอบแกนเหล็ก โดยขดลวดทั้ง 2 ขดนี้ไม่ได้ต่อกันโดยตรงทางไฟฟ้า เมื่อให้แรงดันไฟฟ้ากับขดลวดปฐมภูมิ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านที่ขดลวดนี้และเกิดเส้นแรงแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า โดยมีแกนเหล็กเป็นตัวนำเส้นแรงแม่เหล็กและเกิดการเหนี่ยวนำไปยังขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ

	กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ หมายถึง กำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะที่หม้อแปลงไฟฟ้ายังไม่จ่ายภาระ กำลังสูญเสียนี้เกิดขึ้นในแกนเหล็ก มีค่าเกือบคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับภาระ กำลังสูญเสียขณะมีภาระ หมายถึง กำลังไฟฟ้าสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดขณะที่หม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายภาระ กำลังสูญเสียนี้เรียกว่า Copper loss
แผ่นที่ 6/41	สูตร ที่ ใช้ ในการ คำนวณ หา ค่า ความสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้า กำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ = Core loss × จำนวนหม้อแปลง × ชั่วโมงใน 1 ปี $\text{กำลังสูญเสียขณะมีภาระ} = \text{Copper loss} \times \left[\frac{\text{kVA}_{\text{ใช้งาน}}}{\text{kVA}_{\text{พิกัด}}} \right]^2 \times \text{ชั่วโมงปฏิบัติงานในปี}$
แผ่นที่ 7/41	กำลังสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้า สามารถนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าได้ $\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย} + \text{กำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด} + \text{กำลังสูญเสียขณะมีโหลด}}$ ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าดังกล่าวนี้ เป็นการพิจารณาเฉพาะช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยไม่คำนึงถึงช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้งาน ดังนั้น การหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า ควรคำนึงถึงเวลาใช้งานตลอดทั้งวันด้วย เป็นการหาประสิทธิภาพแบบพลังงาน ซึ่งก็คืออัตราส่วนของพลังงานทั้งหมดที่ใช้จริงในแต่ละวันต่อพลังงานทั้งหมดที่ได้รับในหนึ่งวัน

แผ่นที่ 8/41	การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ - การลดกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระของหม้อแปลงไฟฟ้า - การปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานของภาระ - การขนานหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดเท่ากันเข้าด้วยกัน - การปรับปรุงค่าค่าตัวประกอบกำลังในหม้อแปลงไฟฟ้า - การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
แผ่นที่ 9/41	กรณีศึกษา การลดกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระของหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นกำลังสูญเสียในแกนเหล็ก กำลังสูญเสียนี้นี้จะมีค่าเท่าเดิมตลอด ไม่ว่าหม้อแปลงไฟฟ้าจะจ่ายภาระมากหรือน้อยหรือไม่ได้จ่ายภาระเลย ดังนั้นสำหรับสถานประกอบการที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ตัว เวลาหยุดทำงานหรือในวันหยุดสามารถประหยัดพลังงานได้ โดยการตัดหม้อแปลงไฟฟ้าตัวหนึ่งออกจากวงจรทั้งทางด้านปฐมภูมิและด้านทุติยภูมิ ถ้าจะใช้วิธีดังกล่าวจะต้องตัดวงจรทางด้านแรงสูงบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงควรติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ เช่น Vacuum CB หรือ Gas CB เพื่อทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจรและถ้ามีการออกแบบโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานตั้งแต่แรกด้วยการแยกหม้อแปลงไฟฟ้าตัวเล็กสำหรับใช้ในด้านความปลอดภัย (Security system) ก็จะมี

	ประหยัดพลังงานได้มาก สำหรับการปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ 1) ใช้ไม้อัด Drop fuse ขณะหยุดปฏิบัติงาน 2) ติดตั้ง High voltage circuit breaker จากกรณีศึกษาโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่ง มีช่วงเวลาปิดหีบ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไมมีการใช้งานภาระเป็นเวลา 8 เดือน ดังนั้นสามารถตัดหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2,000 kVA ออกจากระบบไฟฟ้า ให้เหลือเฉพาะหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อรักษาความปลอดภัยของโรงงาน
แผ่นที่ 10/41	หลังจากตัดหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2,000 kVA ออกจากระบบและให้เหลือใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นเงินได้ 19,440 บาทต่อปี
แผ่นที่ 11/41	อีกตัวอย่างในการลดกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยโรงงานแห่งหนึ่งหยุดทำงานวันเสาร์-อาทิตย์ ทำให้สามารถลดการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA จำนวน 2 ตัว และให้เหลือหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA สำหรับระบบรักษาความปลอดภัย
แผ่นที่ 12/41	ผลของการดำเนินการมาตรการ ดังกล่าวทำให้สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 21,888 บาทต่อปี

แผ่นที่ 13/41	กรณีศึกษาการขนานหม้อแปลงไฟฟ้า (ขนาดเท่ากัน) หลายตัวเข้าด้วยกัน(Banking) เช่น โรงงานหรืออาคารต่างๆ มีหม้อแปลงไฟฟ้า (ขนาดเท่ากัน) หลายตัว ซึ่งอาจจะเกิดเนื่องจากการขยายกิจการหรือขยายการใช้ไฟฟ้า ทำให้มีจำนวนหม้อแปลงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยปริมาณการใช้งานรวมสูงสุดมีค่าสูงจนทำให้ไม่สามารถตัดหม้อแปลงไฟฟ้า บางตัวออกจากระบบได้ ซึ่งการขนานหม้อแปลงไฟฟ้าเข้าด้วยกันจะช่วยลดการสูญเสียโดยรวมได้ พิจารณาจากระบบไฟฟ้าในภาพพบว่า หม้อแปลงไฟฟ้าทั้งสองตัวมีการจ่ายภาระสูงสุด (ขณะทำการผลิต) ที่แตกต่างกันมาก จากสภาพการใช้งานดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ทางโรงงานมีความจำเป็นต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 2 ตัว จ่ายภาระในการผลิต ซึ่งพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 2 ตัว ทางโรงงานไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้
แผ่นที่ 14/41	พิจารณาหม้อแปลงไฟฟ้า Tr1 ก่อนที่จะขนานกับหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอื่น มีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะไม่มีภาระ 72,673.82 kWh
แผ่นที่ 15/41	พิจารณาหม้อแปลงไฟฟ้า Tr2 ก่อนที่จะขนานกับหม้อแปลงไฟฟ้าตัวอื่น มีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะไม่มีภาระ 7,946.26 kWh

	หลังจากพิจารณาปรับปรุงระบบการจ่ายไฟฟ้าโดยการขนานหม้อแปลงไฟฟ้าแล้ว หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละตัวจะรับภาระเฉลี่ยเท่าๆ กันประมาณ 779.14 kVA ผลที่ได้รับสามารถลดการใช้พลังงาน 32,062.72 kWh
แผ่นที่ 16/41	เมื่อคิดค่าการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง ทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 16,514 kWh/ปี คิดเป็นเงินได้ประมาณ 41,286.65 บาท/ปี (คิดค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.5 บาท/ kWh)
แผ่นที่ 17/41	ตัวอย่างมาตรการปรับแรงดันไฟฟ้าด้านคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมสามารถทำได้โดยการปรับ Tap ของ หม้อแปลงไฟฟ้า โดยปกติแล้วอุปกรณ์ไฟฟ้าจะกำหนดระดับแรงดันไฟฟ้าขณะใช้งานไว้ แต่ในทางปฏิบัติอุปกรณ์ดังกล่าวอาจใช้กับระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงหรือต่ำกว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมาได้ แต่อาจทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ดังกล่าวสั้นลงกว่าที่ควร ส่งผลให้กระบวนการผลิตของโรงงานได้รับความเสียหาย และก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ตัวอย่าง โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งพบว่าผลจากการวัดแรงดันไฟฟ้าด้านคุณสมบัติที่หม้อแปลงไฟฟ้า Tr_1 และ Tr_2 มีค่า 400 V และจุดที่ไกลที่สุดจากหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละตัวมีค่า 392 V

แผ่นที่ 18/41	เมื่อปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิให้เท่ากับแรงดันไฟฟ้าพิกัดของเครื่องจักรในโรงงานจะทำให้ Core loss ของหม้อแปลงไฟฟ้าลดลง ดังนั้น ผลที่ได้รับสามารถลดค่าใช้จ่ายสำหรับค่าความสูญเสีย Core loss ของ Tr_1 และ Tr_2 เท่ากับ 1,729 kWh/ปี คิดเป็นเงินได้ประมาณ 4,322.5 บาท/ปี (ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.5 บาท/ kWh)
แผ่นที่ 19/41	หากโรงงานกำลังพิจารณาซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าใหม่ควรเลือกซื้อชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง หรือเป็นแบบประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีการสูญเสียในแกนเหล็กต่ำกว่าแบบธรรมดา และควรเลือกขนาดที่เหมาะสมกับภาระ หากพิจารณาจากคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าจะพบว่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าจะแปรผันตามค่าภาระ ดังนั้นการเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะทำให้ประหยัดพลังงานได้มาก

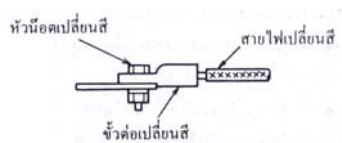
ตัวอย่างแบบทดสอบหลังบทเรียน
เรื่องประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า
หลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

จงทำเครื่องหมาย X เพื่อเลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใด ไม่ใช่ จุดที่ต้องพิจารณาในการบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้า

- ก. มีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปหรือไม่
- ข. ส่วนที่ฉนวนเคลือบไว้เปลี่ยนสีหรือไม่
- ค. อุณหภูมิของอุปกรณ์ผิดปกติหรือไม่
- ง. สีของบัสบาร์หรือสีของสายไฟที่กำกับเฟสถูกต้องหรือไม่

2. ข้อใด ไม่ใช่ ผลจากส่วนที่ฉนวนมีการเปลี่ยนสี



- ก. ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้มากขึ้น
- ข. ทำให้เกิดการสปาร์คหรือช็อตได้
- ค. ทำให้เกิดความร้อนจนเกิดเพลิงไหม้ได้
- ง. ทำให้เกิดความสูญเสียในระบบเพิ่มขึ้น

3. ข้อใดคือหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้า

- ก. ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าตามความต้องการใช้งาน โดยที่กระแสไฟฟ้าเท่าเดิม
- ข. ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าตามความต้องการ
- ค. ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าตามความต้องการใช้งาน โดยที่ความถี่ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเท่าเดิม
- ง. ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าตามความต้องการใช้งาน โดยที่ความถี่ไฟฟ้าเท่าเดิม

4. ข้อใด ไม่ถูกต้อง กรณีที่ต้องซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าใหม่
 - ก. เลือกหม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
 - ข. เลือกขนาดให้มากกว่าภาระมากๆ เพื่อการขยายเพิ่มเติมในอนาคต
 - ค. เลือกที่มีค่าการสูญเสียในแกนเหล็กมีค่าต่ำๆ
 - ง. เลือกที่มีค่าการสูญเสียในขดลวดมีค่าต่ำๆ

5. การนำค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (Load factor) มาวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าเพื่อจุดประสงค์ใด
 - ก. วิเคราะห์ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (Load factor) สูงจะเสียค่าไฟฟ้าแพงขึ้น
 - ข. วิเคราะห์ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (Load factor) สูง จะเสียค่าไฟฟ้าถูกลง
 - ค. เพื่อเป็นค่าที่บ่งบอกว่าผู้ใช้รายใดใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอหรือเปลี่ยนแปลงมาก-น้อย
 - ง. เพื่อหาค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าค่าสูงสุดในช่วงเวลาที่กำหนดต่อความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่กำหนด

6. แนวทางการลดค่าไฟฟ้าตามอัตราปกตินั้นทำได้โดย
 - ก. ใช้ไฟฟ้าให้สม่ำเสมอให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ข. หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 18:30-21:30 น. ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ค. หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วง 09:00-22:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ที่ไม่ใช่วันหยุดราชการตามปกติ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ง. ถูกทุกข้อ

7. แนวทางการลดค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOD นั้นทำได้โดย
 - ก. ใช้ไฟฟ้าให้สม่ำเสมอให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ข. หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 18:30-21:30 น. ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ค. หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วง 09:00-22:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ที่ไม่ใช่วันหยุดราชการตามปกติ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ง. ถูกทุกข้อ

8. อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในข้อใดที่ทำให้เกิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) มีค่าต่ำลง
- อินดักชันมอเตอร์ ชิงโครนสมอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า
 - หม้อแปลงไฟฟ้า คาร์ปาซิเตอร์ ปั๊มน้ำ พัดลม
 - อินดักชันมอเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ พัดลม
 - คาร์ปาซิเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ อินดักชันมอเตอร์
9. แนวทางการลดค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU นั้นทำได้โดย
- หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 18:30-21:30 น. ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - หลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วง 09:00-22:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ที่ไม่ใช่วันหยุดราชการตามปกติ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ใช้ไฟฟ้าให้สม่ำเสมอให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ถูกทุกข้อ
10. การไฟฟ้าจะเรียกเก็บค่าตัวประกอบกำลังเมื่อใด
- เมื่อระบบไฟฟ้ามีค่าตัวประกอบกำลัง ต่ำกว่า 0.85
 - โรงงานต้องการกำลังไฟฟ้าจริง (kW) เฉลี่ยใน 10 นาที ต่ำกว่า 61.97 ของพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (kWh)
 - เมื่อระบบไฟฟ้ามีค่า ตัวประกอบกำลัง สูงกว่า 0.85
 - ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.

.....

เฉลยแบบทดสอบ ประสิทธิภาพและการควบคุมระบบไฟฟ้า

- | | |
|-----------|------------|
| 1. ข้อ ง. | 6. ข้อ ก. |
| 2. ข้อ ก. | 7. ข้อ ข. |
| 3. ข้อ ง. | 8. ข้อ ค. |
| 4. ข้อ ข. | 9. ข้อ ข. |
| 5. ข้อ ค. | 10. ข้อ ก. |

ตัวอย่างแบบทดสอบหลังฝึกอบรมหลักสูตร
เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

จงทำเครื่องหมาย X เพื่อเลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ขั้นตอนแรกในการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน คือข้อใด
 - ก. การออกแบบและแนวคิดที่ดี
 - ข. การดูแลและการบำรุงรักษาที่ดี
 - ค. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต
 - ง. การเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร
2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ผู้บริหารเป็นบุคคลสำคัญที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในองค์กร
 - ข. ผู้รับผิดชอบพลังงานเป็นบุคคลสำคัญที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในองค์กร
 - ค. ผู้เชี่ยวชาญเป็นบุคคลสำคัญที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในองค์กร
 - ง. ไม่มีใครคนใดคนหนึ่งสามารถอนุรักษ์พลังงานได้ด้วยตนเองทั้งองค์กร
3. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของผู้บริหารเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม
 - ก. มีความรู้ด้านวิศวกรรมพลังงาน
 - ข. ประสานงานกับฝ่ายต่างๆ ได้ดี
 - ค. กล้าตัดสินใจและกล้าลงทุน
 - ง. ก้มหน้าก้มตาบริหารงานในห้องแอร์ได้กำไรสูงสุด
4. การจัดการด้านพลังงานภายในองค์กรต้องเผชิญอุปสรรคที่สำคัญคือข้อใด
 - ก. ผู้เชี่ยวชาญใช้เวลาในการให้คำปรึกษาน้อยเกินไป
 - ข. ผู้บริหารไม่เล็งเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน
 - ค. ผู้รับผิดชอบพลังงานไม่มีความรู้ด้านวิศวกรรมพลังงาน
 - ง. ความไม่ร่วมมือจากคนในองค์กร
5. ข้อใด ไม่เป็น หน้าที่ที่ผู้รับผิดชอบพลังงานต้องทำในการสร้างการมีส่วนร่วม
 - ก. ศึกษาความรู้สึกรู้สึกของคนในองค์กรต่อปัญหาพลังงาน
 - ข. ควบคุมและสั่งการพนักงานทุกคนในองค์กร
 - ค. ให้ความรู้กับพนักงาน
 - ง. สร้างแรงกระตุ้นให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

6. ในการทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานต้องรับฟังความคิดเห็นของใครเป็นสิ่งสำคัญที่สุด
 - ก. ผู้บริหาร
 - ข. ผู้เชี่ยวชาญ
 - ค. พนักงานระดับปฏิบัติงาน
 - ง. ผู้รับผิดชอบพลังงาน
7. ขั้นตอนใดที่ถือว่าการเริ่มต้นการอนุรักษ์พลังงาน
 - ก. สร้างความตระหนักถึงความสำคัญในการอนุรักษ์พลังงาน
 - ข. กำหนดนโยบาย เป้าหมาย และมาตรการอนุรักษ์พลังงาน
 - ค. การตรวจติดตามผล
 - ง. การตั้งทีมอนุรักษ์พลังงาน
8. การตรวจวิเคราะห์ กำหนดเป้าหมาย และมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. ให้ผู้บริหารเป็นคนสำรวจการใช้พลังงานและนำเสนอมาตรการ
 - ข. ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นคนสำรวจ ตรวจสอบการใช้พลังงาน และนำเสนอมาตรการ
 - ค. ให้พนักงานผู้ปฏิบัติงานร่วมกันสำรวจการใช้พลังงาน และนำเสนอมาตรการ
 - ง. ให้ผู้รับผิดชอบพลังงานเป็นคนสำรวจใช้พลังงาน และนำเสนอมาตรการ
9. หากพบปัญหาในการดำเนินการปฏิบัติการอนุรักษ์พลังงาน ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาแก้ปัญหาและรายงานผลให้บริหารทราบ
 - ข. เชิญผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาให้คำปรึกษาและร่วมกันแก้ปัญหากับพนักงานผู้ปฏิบัติงาน
 - ค. ทำรายงานขอหยุดดำเนินการจุดที่มีปัญหาและเปลี่ยนจุดดำเนินการที่ง่ายกว่า
 - ง. หยุดดำเนินการและทำเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นตรงจุดนั้น
10. ข้อใด ไม่ควร ใช้ในการสร้างแรงจูงใจแก่พนักงาน
 - ก. ผลประโยชน์ที่สามารถจับต้องได้ เช่น เงิน ของรางวัล
 - ข. ผลประโยชน์ที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มพนักงาน
 - ค. ผลประโยชน์ที่เป็นเรื่องการประหยัดค่าใช้จ่ายให้บริษัท
 - ง. ผลประโยชน์ที่จับต้องไม่ได้ เช่น คำชมเชย สิทธิพิเศษ

11. หากมีการขยายโรงงานหรือมีเครื่องจักรจำนวนมากต่อกับสายไฟฟ้าขนาดเล็ก ข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ก. สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กเป็นการเพิ่มภาระความต้านทานให้แก่วงจรไฟฟ้า
 - ข. การที่สายไฟฟ้ามีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นเรื่องปกติ และมีความปลอดภัยในการใช้งานได้ต่อไป
 - ค. เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอัคคีภัย
 - ง. เป็นการเพิ่มค่าความสูญเสียพลังงานในสายไฟ

12. การติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าลักษณะใด สามารถลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าได้
 - ก. ติดตั้งมุมใดมุมหนึ่งของอาคาร
 - ข. ติดตั้งให้ไกลจากการะการใช้งาน
 - ค. ติดตั้งให้อยู่กึ่งกลางของภาระที่ใช้งาน
 - ง. ไม่มีข้อถูก เนื่องจากตำแหน่งที่ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าไม่มีผลกับการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าแรงดันต่ำ

13. กำลังไฟฟ้าสูญเสียในข้อใดที่เกิดขึ้นตลอดเวลาที่จ่ายไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าด้านขดลวดปฐมภูมิ (Primary)
 - ก. กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการะการใช้งาน
 - ข. กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในแกนเหล็ก (Core loss) ของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ค. กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความต้านทานของขดลวด (Copper loss) ในหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

14. การลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นที่แกนเหล็ก (Core loss) ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ดีที่สุดคือข้อใด
 - ก. ปลดภาระที่ไม่ใช้งานออกจากหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ข. ใช้ภาระขนาดน้อยๆ ต่อใช้งานกับหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ค. ไม่ควรเปิดใช้งานภาระที่เดียวหลายๆ ตัว
 - ง. ปลดระบบการจ่ายไฟฟ้าออกจากด้านปฐมภูมิ (Primary) ของหม้อแปลงไฟฟ้า

15. ข้อใด ไม่ใช่ เทคนิคการประหยัดไฟฟ้าในการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ก. เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง
 - ข. ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ค. ปลดแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าไม่ได้ต่อภาระใช้งาน
 - ง. เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสมกับการะการใช้งาน
16. การควบคุมค่าไฟฟ้าโดยการลดการใช้ไฟฟ้าในเวลากลางวัน โดยเพิ่มช่วงเวลาการทำงานในวันเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดราชการ เหมาะกับอัตราค่าไฟฟ้าแบบใด
 - ก. อัตรา Interruptible
 - ข. อัตราปกติ
 - ค. อัตราตามช่วงเวลาของวัน (TOD)
 - ง. อัตราตามช่วงเวลาการใช้งาน (TOU)
17. การควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. การควบคุมปริมาณกำลังไฟฟ้าที่จะถูกใช้ในหลายๆ คาบเวลา 20 นาที
 - ข. การควบคุมปริมาณกำลังไฟฟ้าที่จะถูกใช้ในหลายๆ คาบเวลา 25 นาที
 - ค. การควบคุมปริมาณกำลังไฟฟ้าที่จะถูกใช้ในหลายๆ คาบเวลา 15 นาที
 - ง. การควบคุมปริมาณกำลังไฟฟ้าที่จะถูกใช้ในหลายๆ คาบเวลา 10 นาที
18. ข้อใด ไม่ใช่ ประโยชน์ของการใช้คาปาซิเตอร์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง
 - ก. ทำให้ค่าไฟฟ้าลดลง
 - ข. ทำให้กำลังสูญเสียของระบบไฟฟ้าลดลง
 - ค. ทำให้ระบบไฟฟ้าสามารถรับภาระได้ลดลง
 - ง. ทำให้แรงดันไฟฟ้าของระบบดีขึ้น
19. ข้อใดเป็นวิธีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้น
 - ก. ลดแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้เหมาะสม
 - ข. ใช้สายส่งไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
 - ค. ติดตั้งใช้งานมอเตอร์อินดักชันเพิ่มขึ้น
 - ง. ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่มีค่าเหมาะสมขนานกับภาระ

20. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าวิธีใดดีที่สุด
- ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า
 - ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า
 - ติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่ภาระ
 - ตำแหน่งการติดตั้งคาปาซิเตอร์ไม่มีผลต่อค่าตัวประกอบกำลังที่ดีขึ้น

.....

เฉลยแบบทดสอบหลักสูตรฝึกอบรม

เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

- | | |
|------------|--------|
| 1. ข้อ ก. | 11. ข |
| 2. ข้อ ง. | 12. ก. |
| 3. ข้อ ก. | 13. ข. |
| 4. ข้อ ง. | 14. ง. |
| 5. ข้อ ข. | 15. ก. |
| 6. ข้อ ก. | 16. ง. |
| 7. ข้อ ก. | 17. ก. |
| 8. ข้อ ก. | 18. ก. |
| 9. ข้อ ข. | 19. ง. |
| 10. ข้อ ก. | 20. ก. |

ภาคผนวก ฅ

รายงานติดตามผลการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าหลังการฝึกอบรม

รายงานติดตามผลการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าหลังการฝึกอบรม

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ศิริพรรณ ธงชัยให้นำหลักสูตรฝึกอบรมนี้ใช้ในโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม โครงการ 2 ซึ่งดำเนินการโดยสภาอุตสาหกรรมร่วมกับศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย โดยเป้าหมายของโครงการ คือ ต้องการให้โรงงานเกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม โดยจัดเป็นกิจกรรมของบุคลากรทุกคนในสถานประกอบการที่จะต้องให้ความร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง โดยไม่ปล่อยให้เป็นการหรือหน้าที่ที่ทำเฉพาะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหรือแผนกใดแผนกหนึ่ง เพื่อให้เป้าหมายของโครงการ ลุล่วงด้วยดีจึงมีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ให้ผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษาด้านพลังงานเยี่ยมชมโรงงาน เพื่อให้คำแนะนำการประหยัดพลังงานแบบมีส่วนร่วม พร้อมทั้งวางแผนในการดำเนินกิจกรรม
2. จัดฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานแก่เจ้าหน้าที่และพนักงานตามความเหมาะสมของสถานประกอบการแต่ละแห่ง
3. จัดตั้งทีมงานอนุรักษ์พลังงานโดยมีบุคลากรของสถานประกอบการเข้าร่วมดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย และมีการจัดแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมของสถานประกอบการ
4. จัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดการประชุมและการนำเสนอมาตรการ “การประหยัดพลังงาน”
5. ผู้เชี่ยวชาญร่วมตรวจสอบและให้คำแนะนำเพิ่มเติม รวมทั้งมีการประมาณการผลการอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบยั่งยืน
6. ผู้เชี่ยวชาญร่วมกับทีมงานอนุรักษ์พลังงานจัดกิจกรรมนำเสนอผลงานการอนุรักษ์พลังงาน

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลเฉพาะโรงงานที่จัดการฝึกอบรมด้านเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเท่านั้น โดยได้รับความร่วมมือจาก บริษัท มั่นยิ่ง จำกัด และบริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จำกัด ให้จัดการฝึกอบรมด้านเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และเมื่อจบการฝึกอบรมแล้วประมาณ 1-2 เดือน ผู้วิจัยได้ติดตามผลการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน สามารถสรุปแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานบริษัท มั่นยิ่ง จำกัด

โดยปัจจุบันโรงงานใช้พลังงานไฟฟ้า 2,402,000 kWh/ปี ค่าไฟฟ้ารวม 5,702,357 บาท/ปี

คิดเป็น 2.37 บาท/kWh

ตารางที่ ฅ-1 สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้า	ผลการประหยัด		เงินลงทุน (บาท)	คืนทุน (ปี)
	ไฟฟ้า (kWh/ปี)	มูลค่า (บาท/ปี)		
1. ปรับปรุงระบบแสงสว่างในแผนกเตรียมงานซ่อม	5003.48	11,858.40	600.00	0.05
2. ปรับปรุงระบบแสงสว่างบริเวณมุมอาคารแผนกออกแบบ	2,436.48	5,774.42	100.00	0.02
3. ปรับปรุงระบบแสงสว่างบริเวณเครื่องสับด้าย	108,920.25	258140.77	187,615.00	0.72
4. ลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศแยกส่วนในสำนักงาน โดยการติดตั้ง Time Switch	143,245.44	339,491.68	20,000.00	0.05
5. ลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศแยกส่วนในสำนักงาน โดยการปรับเปลี่ยนมาใช้ Electronic Thermostat	17,175.60	40,706.16	22,000.00	0.54
6. ปรับปรุงระบบแสงสว่างอาคารทอ 1 ด้วยอุปกรณ์ Light Save	71,568.00	169,616.16	216,000.00	1.08
7. ปรับเปลี่ยนจากระบบปรับอากาศเป็นระบบ Evaporative	368,784.00	874,018.08	180,000.00	0.20
8. ลดการใช้พลังงานของปั๊มน้ำที่ส่งให้ฝ่ายผลิตทอผ้า	21,715.20	51,465.02	-	-
9. ลดการใช้อากาศอัดเป่าระบายความร้อนหรือ ทำความสะอาดเครื่องจักรและตัวคน	35,268.48	83,586.19	-	-
รวมพลังงานด้านไฟฟ้า	774,116.93	1,834,656.88	626,225.00	0.34

โรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 774,116.93 kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้รวมปีละ 1,834,656.88 บาท โดยมีเงินลงทุนรวมทั้งสิ้น 626,225.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.22 ของการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า

สรุปศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานบริษัท เชียงแสงเทคฯไทล์ อินดัสตรีส์ จำกัด

โดยปัจจุบันโรงงานใช้พลังงานไฟฟ้า 2,603,888 kWh/ปี ค่าไฟฟ้ารวม 7,560,782.53 บาท/ปี คิดเป็น 2.90 บาท/kWh

ตารางที่ ฅ-2 สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้า	ผลการประหยัด		เงินลงทุน (บาท)	คืนทุน (ปี)
	ไฟฟ้า (kWh/ปี)	มูลค่า (บาท/ปี)		
1. การยกเลิกการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์	9,439.20	27,373.68	-	-
2. การปิดไฟฟ้าแสงสว่างในตอนเที่ยง	690.00	2,001.00	-	-
3. การปิดเครื่องปรับอากาศในตอนพักเที่ยง	2,100.00	6,090.00	-	-
4. การลดการรั่วไหลอากาศอัด	89,572.32	259,759.72	-	-
5. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์ปั้มน้ำเครื่องย้อม	60,540.48	175,567.39	85,000.00	0.05
รวมพลังงานด้านไฟฟ้า	162,342.00	470,791.79	85,000.00	

โรงงานสามารถค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 162,342.00 kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้รวมปีละ 470,791.79 บาท โดยมีเงินลงทุนรวมทั้งสิ้น 85,000.0 บาท คิดเป็นร้อยละ 6.23 ของการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับ
อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

- ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
- ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนมหาวชิราวุธ สงขลา
- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนวิเชียรชม สงขลา

ประวัติการทำงาน

- พ.ศ.2535 : ส่วนบริการลูกค้า สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
- พ.ศ.2536-2538 : วิศวกรโรงงาน บริษัทฟอร์นิทีฟ โพรแกซ เฟอ์นิต จำกัด
- พ.ศ.2539-2540 : อาจารย์พิเศษสอน วิทยาลัยเทคนิคจะนะ
- พ.ศ. 2542-2544 : วิศวกรโรงงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไวร์เมช อินดัสทรี
- พ.ศ. 2545-2547 : ผู้ช่วยวิจัยด้านพลังงาน ผศ. ดร.ศิริพรรณ ธงชัย
- 2548 ถึงปัจจุบัน : วิศวกรฝ่ายพลังงาน ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส

ประวัติส่วนตัว เกิดที่ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ที่อยู่เลขที่ 24/60 ถนนสงขลา-จะนะ ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000