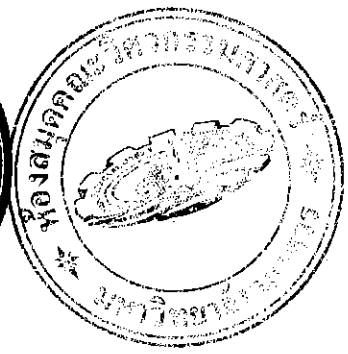


การอนุรักษ์พลังงาน
กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเส้นหมี่ในจังหวัดเพชรบูรณ์

ENERGY CONSERVATION

CASE STUDY : NOODLE FACTORY, PETCHABOON RROVINCE

นายศรายุทธ ทองอินทร์ รหัส 50381437

นายกีรติ บัวรอด รหัส 51370720

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 24 ก.ค. 2556
เลขทะเบียน 16317054
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ค167 ง
2555

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษาโรงงานผลิตเส้นหมี่ จังหวัดเพชรบูรณ์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายศรายุทธ ทองอินทร์	รหัส 50381437
	นายกีรติ บัวรอด	รหัส 51370720
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2555	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิษฎา สิมารักษ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ชัยธำรง พงษ์พัฒนศิริ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การจัดการพลังงานกรณีศึกษาโรงงานน้ำแข็ง จังหวัดเพชรบูรณ์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายศรายุทธ ทองอินทร์	รหัส 50381437
	นายกีรติ บัวรอด	รหัส 51370720
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2555	

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อที่จะหาแนวทางในการประหยัดพลังงานให้กับโรงงาน ซึ่งพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้นก็ถือว่าเป็นต้นทุนในการผลิต ถ้าสามารถลดพลังงานลงได้ก็ถือว่าสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้เช่นกัน การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตว่าจุดใดมีปัญหาและจะสามารถกำจัดปัญหาตรงจุดนั้นให้หมดไปได้อย่างไร การดำเนินงานเราดำเนินงานในรูปแบบการอนุรักษ์พลังงาน โดยถ้าจุดใดมีปัญหาเราจัดมาตรการและระเบียบปฏิบัติมาบังคับใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้การอนุรักษ์พลังงานบรรลุเป้าหมายต่อไป

จากการศึกษาพบว่าพลังงานหลักๆ คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่ได้จากแกลบ โดยพลังงานจากแกลบเป็นพลังงานที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวมากที่สุด เพราะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตมากที่สุดโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำมาใช้ตลอดกระบวนการผลิต ขณะที่พลังงานไฟฟ้าจะถูกนำใช้กับมอเตอร์และระบบทำความเย็น ดังนั้นในการจัดทำระบบการอนุรักษ์จะเน้นไปที่พลังงานจากแกลบเป็นอันดับแรกในการจัดการพลังงาน รองลงมาคือไฟฟ้า โดยช่วงก่อนทำโครงการอนุรักษ์พลังงานมีปริมาณการใช้พลังงานรวมอยู่ที่ 1,011,330.90 MJ/หน่วยตันผลผลิต แต่ช่วงหลังทำโครงการอนุรักษ์พลังงานมีปริมาณการใช้พลังงานรวมลดลงอยู่ที่ 954,544.25 MJ/หน่วยตันผลผลิต คิดเป็นพลังงานที่ลดลงได้ร้อยละ 5.62 ถือว่าการอนุรักษ์พลังงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือ และความกรุณาจากบุคคลและสถาบันหลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งบุคคลเหล่านั้นได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่จะได้กล่าวดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกๆท่านที่ได้ให้ความรู้ในทุกๆแขนงวิชาที่ได้นำไปใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยด้วยดีตลอดมาและขอขอบพระคุณพนักงานและเจ้าของโรงงานเส้นหมี่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ความร่วมมือ รวมถึงคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานในการทำให้โครงงานนี้ลุล่วงได้ด้วยดี

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยเคียงข้างและให้กำลังใจคอยความช่วยเหลือในทุกด้านจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายศรายุทธ ทองอินทร์
นายกีรติ บัวรอด

มีนาคม 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ญ
สารบัญรูป.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....3
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....3
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....3
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน.....3
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน.....3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน.....3
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....5
2.1 ความหมายของการอนุรักษ์พลังงาน.....5
2.1.1 การอนุรักษ์พลังงานคืออะไร.....5
2.1.2 ใครบ้างที่ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน.....6
2.1.3 การอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายต้องทำอะไรบ้าง.....6
2.1.4 ขั้นตอนที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงาน.....7
2.1.5 การกำหนดเป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงาน.....8
2.1.6 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น.....8
2.1.7 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด.....9
2.1.8 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีหน้าที่อะไรบ้าง.....9
2.1.9 การรายงานการใช้พลังงาน.....10
2.1.10 การปฏิบัติตามแผนพลังงาน.....11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.11 การขอรับการสนับสนุนทางการเงิน....11
2.1.12 เอกสารประกอบการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย....12
2.2 การจัดการพลังงานในโรงงาน....13
2.2.1 ความหมายของการอนุรักษ์พลังงาน....13
2.2.2 ความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม....13
2.2.3 บทบาทการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน....13
2.2.4 การจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม....14
2.3 การประหยัดพลังงาน....15
2.3.1 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน....16
2.3.2 ดัชนีพลังงานของโรงงานโครงการต่างๆ....16
2.4 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน....16
2.4.1 การตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานจากข้อมูลในอดีต....17
2.4.2 การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยเข้าสำรวจในโรงงาน....17
2.4.3 การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด....17
2.5 แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงาน....17
2.6 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน....18
2.7 การประหยัดพลังงานไฟฟ้า....18
2.7.1 การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น....19
2.7.2 การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจแผนผังโรงงาน....19
2.7.3 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด....19
2.8 แสงและความร้อน....21
2.8.1 แสงจากธรรมชาติและการออกแบบ....21
2.8.2 การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร....21
2.8.3 การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก....21
2.8.4 หลักของการบังแสง....22
2.8.5 การป้องกันแดด....22
2.8.6 ลักษณะโดยทั่วไปของแผงบังแดด....23
2.9 ฉนวนกันความร้อนที่อยู่อาศัย....23
2.10 การปรับอากาศ....24
2.10.1 จุดประสงค์ในการปรับอากาศ....24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10.2 ปัญหาหลักของการปรับอากาศ....24
2.10.3 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคาร....24
2.11 แนวทางการจัดการพลังงานทั่วทั้งองค์กร....30
2.11.1 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ....30
2.11.2 อุปกรณ์อื่นๆ....32
2.12 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง....33
2.12.1 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้า....33
2.12.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง....36
2.13 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน....39
2.13.1 มาตรการที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนน้อย....39
2.13.2 มาตรการที่มีการลงทุนปรับปรุงอุปกรณ์พอสมควร....39
2.13.3 มาตรการที่มีการลงทุนสูง ระยะเวลาคืนทุนนาน....39
2.14 การคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ....39
2.14.1 โครงสร้างของค่าไฟฟ้า....39
2.14.2 วิธีคิดค่าไฟฟ้าอัตรา TOU และ TOD....40
2.15 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ....44
2.15.1 หน่วยและการแปลงหน่วยความร้อน....44
2.16 การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์....47
2.16.1 การดำเนินการบำรุงรักษาแบบต่างๆ....47
2.16.2 การเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการซ่อมแซม....49
2.17 ประเภทของการซ่อมบำรุงรักษา....50
2.17.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข....50
2.17.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน....50
2.17.3 การบำรุงรักษาตามสภาพ....52
2.17.4 การบำรุงรักษาเชิงรุก....52
2.17.5 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม....52
2.17.6 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง....53
2.18 ใบตรวจสอบ....53
2.18.1 ความสำคัญของใบตรวจสอบ....53
2.18.2 การออกแบบใบตรวจสอบ....54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.18.3 ใบตรวจสอบกับการนำไปใช้งาน....54
2.19 หม้อแปลงไฟฟ้า....55
2.19.1 โครงสร้างของหม้อแปลง....55
2.19.2 หลักการทำงาน....55
2.19.3 ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า....56
2.19.4 ประเภทของหม้อแปลง....56
2.19.5 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า....56
2.20 Capacitor Bank....57
2.20.1 สาเหตุของ Capacitor Bank อายุสั้น/ระเบิด....58
2.20.2 อุณหภูมิที่ตัว Capacitor Bank ขณะทำงานสูง....58
2.21 มอเตอร์....60
2.21.1 หลักการทำงานของมอเตอร์....60
2.21.2 คุณสมบัติของมอเตอร์....61
2.21.3 กฎมือซ้ายสำหรับมอเตอร์....62
2.22 บอยเลอร์หรือหม้อไอน้ำ....63
2.22.1 การทำงานของหม้อไอน้ำ....64
2.22.2 ลักษณะ....64
2.23 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....65

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน....67
3.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง....67
3.2 สำรวจสภาพปัญหาในโรงงานและเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการ....67
3.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทำมาตรการประหยัดพลังงาน....67
3.4 ดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานที่ได้ออกแบบไว้....68
3.5 เก็บข้อมูลเพื่อทำดัชนีชี้วัดหลังการปรับปรุงด้านพลังงาน....68
3.6 เปรียบเทียบการปรับปรุงก่อนและหลังการบังคับใช้มาตรการ....68
3.7 สรุปผลการดำเนินโครงการงานและจัดทำรายงานประกอบโครงงาน....68

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์....70
4.1 การสำรวจสภาพเบื้องต้น....70

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.1 ข้อมูลและผังกระบวนการผลิต....70
4.1.2 ข้อมูลและขั้นตอนกระบวนการผลิต....72
4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบการใช้พลังงาน....75
4.2.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานเส้นหมี่....75
4.2.2 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแกลบของโรงงานผลิตเส้นหมี่....77
4.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน....88
4.3.1 พลังงานความร้อนจากแกลบ....88
4.3.2 พลังงานไฟฟ้า....88
4.3.3 การสูญเสียอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน....89
4.4 รายละเอียดมาตรการลดการใช้พลังงาน....90
4.4.1 มาตรการนำไอเสียจากเตาเผาแกลบมาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น....90
4.4.2 มาตรการอุดรูรั่วอุปกรณ์ส่งไอน้ำ....94
4.4.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มอุณหภูมิห้องเย็น....97
4.4.4 มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง....100
4.4.5 มาตรการลดพลังงานไฟฟ้าตรงชุดเกียร์บล็อกขับสายพานลำเลียงแผ่นแป้ง....105
4.4.6 มาตรการลดพลังงานไฟฟ้าด้วยการซ่อมบำรุงชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำแป้ง....107
4.4.7 มาตรการปรับเปลี่ยนถุงแป้งมันเพื่อลดต้นทุนการผลิต....109
4.4.8 มาตรการลดการสูญเสียน้ำแป้งจากการรั่วซึมที่ปั๊มน้ำแป้งตรงโม่ละเอียด....112
4.4.9 มาตรการลดการสูญเสียแผ่นแป้งของไลน์ที่ 2 ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก....114
4.4.10 มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน....116
4.5 ติดตามมาตรการให้เป็นไปตามระเบียบปฏิบัติ....117
4.6 เก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีก่อนทำมาตรการประหยัดพลังงาน....118
4.7 เก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน....122

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....126
5.1 สรุปผล....126
5.1.1 สรุปขั้นตอนการบริการการจัดการพลังงาน....126
5.1.2 สรุปผลการประหยัดพลังงานตามมาตรการ....126
5.1.3 สรุปผลการประหยัดพลังงาน....128
5.2 ข้อเสนอแนะ....130

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย....130
เอกสารอ้างอิง....131
ภาคผนวก ก ตาราง Flow Chart ผังการออกเอกสาร....132
ภาคผนวก ข บัญชีเครื่องจักร....134
ภาคผนวก ค ระเบียบปฏิบัติ....141
ภาคผนวก ง การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน....148
ภาคผนวก จ ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน....155
ภาคผนวก ฉ ระเบียบปฏิบัติ และการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ทดลองใช้ในโรงงาน....162
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน....174

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน....4

2.1 ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ....41

2.2 ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้....43

2.3 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ....45

4.1 ผลิตภัณฑ์....70

4.2 เวลาการผลิต....70

4.3 ผลผลิตรายเดือนในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา....71

4.4 ขั้นตอนกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่....72

4.5 ขั้นตอนกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก....73

4.6 ขั้นตอนกระบวนการผลิตเส้นหมี่ขาว....74

4.7 ตารางปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา....76

4.8 ตารางปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา....78

4.9 การใช้พลังงานรวมของปี 2554....80

4.10 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการปี 2554....81

4.11 การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิตหมี่ขาว....81

4.12 การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิตเส้นเล็ก....84

4.13 การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิตเส้นใหญ่....86

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบไฟฟ้าที่ลดลง กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นและกำลังไฟฟ้า....102

4.15 การสูญเสียแป้งในกระบวนการการผลิต....110

4.16 ระเบียบปฏิบัติเพื่อบำรุงรักษาเชิงป้องกันปั๊มและถังน้ำมันเคลือบเส้นก๋วยเตี๋ยว....116

4.18 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนของมาตรการลดใช้พลังงาน....118

4.19 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการ ปี 2554 (เมษายน-กันยายน 2554)....120

4.20 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการ ปี 2555 (เมษายน-กันยายน 2555)....121

4.21 เปรียบเทียบการใช้พลังงานก่อนทำโครงการและหลังทำโครงการ....122

4.22 สรุปผลการประหยัดพลังงาน....124

5.1 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์....129

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงสัดส่วนการผลิตและการซื้อพลังงานไฟฟ้า ปี 2551....2
2.1 ขั้นตอนที่จะนำคุณไปสู่ความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงาน....7
2.2 แนวทางการประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงาน....30
2.3 การเกิดตัวประกอบกำลังในระบบไฟฟ้า....35
2.4 ตัวอย่างใบเสร็จการคิดค่าไฟฟ้า....40
2.5 ส่วนประกอบภายในของ Capacitor Bank....57
2.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขณะทำงานและเปอร์เซ็นต์อายุการใช้งาน....58
2.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์พิกัดแรงดันขณะทำงาน และร้อยละอายุการใช้งาน....59
2.8 ตัวอย่างรูปคลื่นที่มีส่วนประกอบฮาร์มอนิก....60
2.9 กฎมือซ้ายสำหรับมอเตอร์....62
3.1 แผนผังสรุปขั้นตอนการดำเนินงาน....69
4.1 เครื่องมือวัด Power Meter....75
4.2 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าวจังหวัดอุตรดิตถ์....77
4.3 กราฟแสดงปริมาณการใช้แกลบในแต่ละเดือนของปี 2554 ของโรงงานผลิตเส้นหมี่....79
4.4 กราฟสัดส่วนการใช้พลังงาน....80
4.5 Preheater ใช้ไอน้ำจากขบวนการผลิตเส้นใหญ่มาอุ่นน้ำให้ร้อนขึ้นก่อนส่งเข้าหม้อไอน้ำ....91
4.6 ไอเสียอุณหภูมิ 238 องศาเซลเซียส จากเตาเผาแกลบนำมาผ่านเครื่องกำจัดฝุ่นละออง....91
4.7 ติดตั้ง Heat Exchanger....93
4.8 วาวส์ควบคุมไอน้ำบริเวณใต้หม้อไอน้ำรั่ว....94
4.9 ไอน้ำรั่วออกมาจากห้องอบแป้งตามรอยตะเข็บฝาปิดชำรุด....95
4.10 ไอน้ำรั่วไหลตามข้อต่อต่างๆ....95
4.11 สภาพ Compressor ห้องเย็น....98
4.12 หม้อแปลงของโรงงาน....100
4.13 Capacitor Bank ของโรงงาน....101
4.14 การเกิดตัวประกอบกำลังในระบบไฟฟ้า....101
4.15 ขนาดของตัวเก็บประจุไฟฟ้า....103
4.16 รูปชุดมอเตอร์และเกียร์บล็อก....105
4.17 ปั๊มน้ำแป้งส่งขึ้นเครื่องบีบแป้งหมี่....107
4.18 การสูญเสียของแป้งมัน....109
4.19 การสูญเสียของนำแป้งที่รั่วซึม....112
4.20 การสูญเสียแผ่นแป้งจากการเปื้อนคราบน้ำมันเครื่อง....114

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.21 ตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าของโรงงานส้นหมี่ จังหวัดเพชรบูรณ์....118
4.22 กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2554-2555....123
4.23 กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานแกลบ ปี พ.ศ.2554-2555....123
4.24 กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานรวม ปี พ.ศ.2554-2555....124

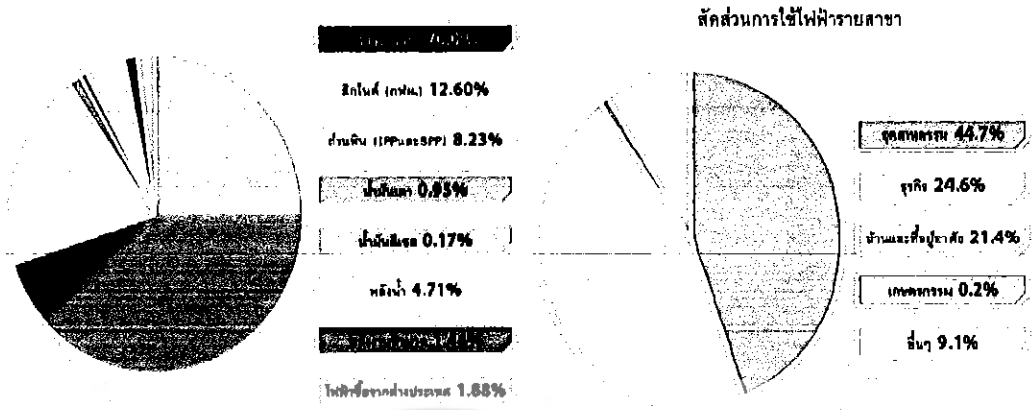
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

การบริโภคพลังงานของประเทศไทยที่เพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มในการก่อให้เกิดปัญหาหลายด้าน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจพบว่า ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศในปี พ.ศ. 2551 ทั้งน้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และไฟฟ้านำเข้าถึงร้อยละ 60 ของความต้องการในการใช้พลังงานทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 1,239,314 ล้านบาท หากนำไปเปรียบเทียบกับรายได้ประชาชาตินั้นแล้วคิดเป็นร้อยละ 15 ของรายได้ประชาชาติ ดังนั้นการที่ประเทศไทยยังคงมีการนำเข้าพลังงานในอัตราที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6 ต่อปี ในขณะที่ราคาการนำเข้ายังสูงขึ้นเรื่อยเรื่อย โดยไม่สามารถพยากรณ์ได้จะส่งผลให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบทั้งทางตรง และทางอ้อมต่อภาคการอุตสาหกรรม การบริการ รวมไปถึงภาคการขนส่งสาธารณะ การขนส่งสินค้าทั้งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ

นอกจากน้ำมันซึ่งเป็นพลังงานหลักที่ประเทศไทยต้องพึ่งพาจากต่างประเทศแล้วยังมีพลังงานอีกชนิดหนึ่งที่สำคัญมากและประเทศไทยมีการพึ่งพาพลังงานชนิดนี้จากต่างประเทศ ถึงจะยังไม่มากในขณะนี้ แต่ก็มีความสำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งทางเศรษฐกิจและความมั่นคงของชาตินั่นก็คือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันสถานการณ์การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2551 พบว่าต้องพึ่งพาก๊าซธรรมชาติร้อยละ 70.02 ส่วนอีกร้อยละ 29.98 ประกอบด้วย ลิกไนต์ร้อยละ 12.60 ถ่านหินร้อยละ 8.23 พลังน้ำร้อยละ 4.71 พลังงานชีวมวลร้อยละ 1.44 น้ำมันเตาร้อยละ 0.95 น้ำมันดีเซลร้อยละ 0.17 และรับซื้อไฟฟ้าจากประเทศลาวและประเทศมาเลเซียร้อยละ 1.88 (รูปที่ 1.1)



รูปที่ 1.1 แสดงสัดส่วนการผลิตและการซื้อพลังงานไฟฟ้า ปี 2551
ที่มา : บทความทางวิชาการ ครั้งที่ 1 ปัญหาพลังงานของประเทศและแนวทางการแก้ไข

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราการใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าวันละ 2,500 ล้านลูกบาศก์ฟุต และปริมาณ 1 ใน 3 ของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในประเทศซื้อจากพม่า จึงส่งผลให้เกิดความเสี่ยงอย่างยิ่งต่อการขาดแคลนเชื้อเพลิง และความมั่นคงด้านพลังงานในระบบ การผลิตไฟฟ้าของประเทศ ขณะเดียวกันประเทศยังมีการซื้อไฟฟ้าจากประเทศมาเลเซีย และมีการร่วมลงทุนสร้างเขื่อนจากประเทศลาว เพื่อรับซื้อไฟฟ้าเข้ามาในประเทศ ซึ่งเป็นความเสี่ยงเช่นกัน ถ้าประเทศมาเลเซียไม่ขายไฟฟ้าให้กับประเทศไทยและประเทศลาวมีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น ก็อาจจะขายไฟฟ้าให้ประเทศไทยน้อยลงหรือไม่ขายเลย

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจะเห็นได้ว่าพลังงานเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อประเทศทั้งทางด้านการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของประชาชนภายในประเทศ ทั้งน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติจัดเป็นพลังงานที่มีความสำคัญอย่างมากที่สุดในขณะนี้ หากประเทศไทยยังไม่มีการพิจารณาเร่งให้มีการจัดหาพลังงานอื่นที่สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ ประเทศก็จะต้องตกอยู่ภาวะเสี่ยงต่อการขาดแคลนพลังงานอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และอาจจะเดินทางมาถึงจุดที่เรียกว่า “วิกฤติพลังงาน” ที่จะเกิดขึ้นในอีกไม่กี่ปีข้างหน้านี้ ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถแก้ไขปัญหาพลังงานของประเทศได้ นอกจากจะต้องพัฒนาพลังงานทดแทนแล้ว ก็ต้องร่วมมือร่วมใจกันใช้พลังงานอย่างประหยัดและใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์และคุ้มค่ามากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อวิเคราะห์หามาตรการด้านการประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตเส้นหมี่ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

มีมาตรการด้านการประหยัดพลังงาน ที่นำไปใช้ได้จริงในโรงงาน

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

สามารถลดการใช้พลังงานต่อหน่อยลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ของค่าพลังงานความร้อนเมกะจูน (MJ)

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

จัดทำมาตรการในการประหยัดพลังงานให้องค์กรและลดค่าใช้จ่ายเรื่องพลังงานลง คิดเป็นค่าความร้อนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ของพลังงานความร้อนเมกะจูน (MJ)

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

โรงงานโรงงานผลิตเส้นหมี่ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

เมษายน พ.ศ.2555 – ตุลาคม พ.ศ.2555

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา						
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1.8.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	↔	↔					
1.8.2 สำรวจสภาพปัญหาในโรงงานและเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการ		↔	↔				
1.8.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทำมาตรการประหยัดพลังงาน		↔	↔				
1.8.4 ปฏิบัติตามมาตรการประหยัดพลังงานอย่างเคร่งครัด			↔	↔	↔		
1.8.5 เก็บข้อมูลเพื่อทำดัชนีชี้วัดหลังการปรับปรุงด้านพลังงาน					↔	↔	
1.8.6 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงด้านพลังงานก่อนและหลังการบังคับใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงาน					↔	↔	
1.8.7 สรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดทำรายงานประกอบโครงงาน							↔

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่างๆที่ส่งผลกับการใช้พลังงานของอาคารโดยส่วนต่างๆ เหล่านี้จะได้นำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารต่อไป

2.1 ความหมายของการอนุรักษ์พลังงาน

คือการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นการประหยัด ค่าใช้จ่ายในกิจการแล้ว ยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงานด้วย

2.1.1 การอนุรักษ์พลังงานคืออะไร

การอนุรักษ์พลังงาน เป็นวัตถุประสงค์หลักภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ที่กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายคือ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ต้องจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ข้อมูล บุคลากร แผนงาน เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายและกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานนี้ ยังใช้เป็นกรอบและแนวทางปฏิบัติในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้ดี ยิ่งขึ้น การดำเนินงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ท่านจะได้รับความช่วยเหลือตามที่กฎหมายกำหนดไว้ในหลายเรื่องด้วยกันคือ

2.1.1.1 เงินช่วยเหลือเงินอุดหนุนสำหรับการกำหนดเป้าหมายและ แผนการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

2.1.1.2 เงินช่วยเหลือให้เปล่าไม่เกิน 100,000 บาท สำหรับค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (หากต้องการ)

2.1.1.3 เงินอุดหนุนจำนวนร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายในการจัดทำเป้าหมายและ แผนอนุรักษ์พลังงาน (รวมค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด) แต่ไม่เกิน 500,000 บาท (หากต้องการ)

2.1.1.4 เงินช่วยเหลือให้เปล่าไม่เกิน 2,000,000 บาท สำหรับเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ที่ประสงค์จะปรับปรุงการออกแบบก่อสร้างโรงงานและอาคารที่อยู่ระหว่างการออกแบบหรือก่อสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่ามาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้

2.1.1.5 เงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนตามแผนอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม และโรงงานควบคุมที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (หากต้องการ)

2.1.1.6 สามารถเข้าร่วมอบรมในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด

2.1.2 ใครบ้างที่ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

ผู้ที่จะอยู่ภายใต้กฎหมายฉบับนี้และมีหน้าที่ต้องดำเนินการตามพระ ราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 นั้น จะถูกเรียกว่า "อาคารควบคุม" หรือ "โรงงานควบคุม" แล้วแต่กรณี โดยจะเน้นไปที่อาคารและโรงงานที่มีการใช้พลังงานในปริมาณที่มากและมีศักยภาพ ในการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะประกาศออกมาเป็นพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมาใช้ บังคับ อาคารหรือโรงงานจะเข้าข่ายเป็นอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมนั้น จะต้องมีลักษณะการใช้พลังงานอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายไฟฟ้าให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงตัวเดียวหรือหลายตัวรวมกันมี ขนาดตั้งแต่ 1,175 กิโลโวลท์แอมแปร์ขึ้นไป

2.1.2.2 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าความร้อน จากไอน้ำหรือพลังงานสิ้นเปลืองอย่าง ใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันตั้งแต่วันที่1 มกราคมถึงวันที่31ธันวาคมของปี ที่ผ่านมามีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้าน เมกะ จูนขึ้นไป

พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคาร ควบคุมหรือโรงงานควบคุมนี้จะมีผลบังคับใช้เมื่อประกาศใน ราชกิจจานุเบกษาไปแล้ว120วันอาคารหรือโรงงานใดที่มีการใช้พลังงานดังกล่าว ข้างต้นจะต้องเริ่มดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามที่กฎหมายกำหนดไว้ โดยต้องดำเนินการตามรายละเอียดใน หัวข้อเรื่องการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายต้องทำอะไรบ้าง "อาคาร" หมายความว่า อาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร "เจ้าของอาคาร" หมายความรวมถึง บุคคลอื่นซึ่งครอบครองอาคารด้วย "โรงงาน" หมายความว่า โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน "เจ้าของโรงงาน" หมายความรวมถึงผู้รับผิดชอบในการบริหารโรงงานด้วย

2.1.3 การอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายต้องทำอะไรบ้าง

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ได้กำหนดให้ผู้ที่เจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม มีหน้าที่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในเรื่องดังต่อไปนี้

2.1.3.1 จัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างน้อย 1 คน ประจำ ณ อาคาร ควบคุมและโรงงานควบคุมแต่ละแห่ง

2.1.3.2 ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

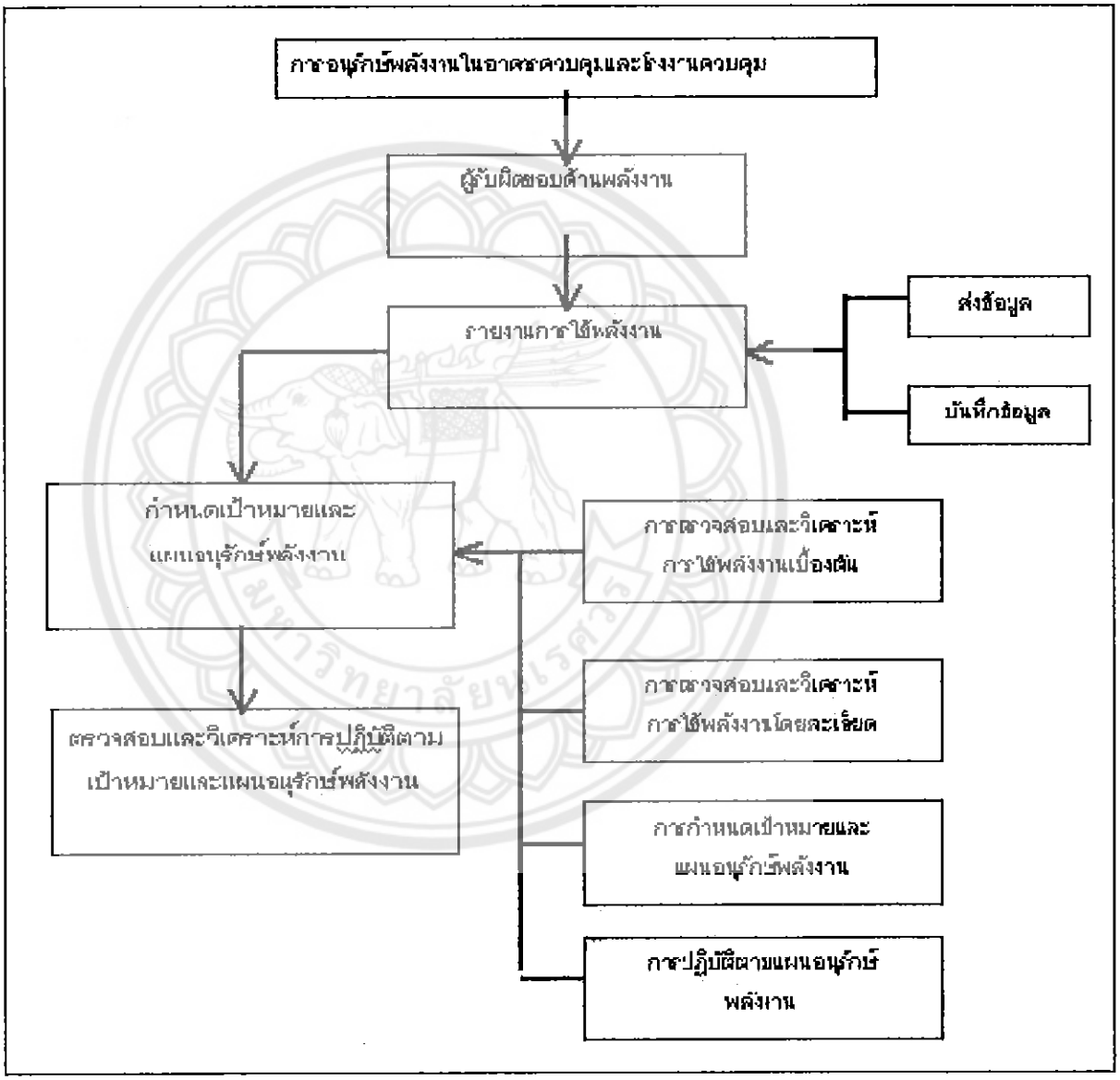
2.1.3.3 ส่งข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ให้แก่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.1.3.4 บันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.3.5 กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานส่งให้กรมพัฒนาและ ส่งเสริมพลังงาน

2.1.3.6 ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน การอนุรักษ์พลังงาน รายละเอียดและวิธีปฏิบัติต่างๆ ในข้อ 2 ถึงข้อ 6 จะประกาศออกเป็นกฎกระทรวง โดยได้สรุปสาระสำคัญไว้ในหัวข้อ เรื่อง ขั้นตอนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

2.1.4 ขั้นตอนที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานและถูกต้องตามข้อกำหนดในกฎหมาย



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนที่จะนำคุณไปสู่ความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงาน
ที่มา: สำนักชลประทานที่ 17 นราธิวาส

2.1.5 การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

2.1.5.1 เจ้าของอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมต้องนำผลการ ตรวจสอบและ วิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด มาจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์ พลังงานโดยต้องคำนึกถึงมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนด ไว้ในกฎหมาย

2.1.5.2 เป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานต้องส่งให้ กรมพัฒนาและ ส่ง เสริมพลังงานให้ความเห็นชอบทุก ๆ 3 เดือน

2.1.5.3 ในครั้งแรกที่กฎกระทรวงเรื่อง การกำหนดเป้าหมายแลแผนอนุรักษ พลังงานมีผลใช้บังคับต้องส่งเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงานภายใน 6 เดือนหลังจากส่งรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน โดยละเอียดแล้ว

2.1.5.4 การจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานต้องวดำเนินการโดย ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน เป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานที่กรมพัฒนาและส่งเสริมเห็นชอบแล้ว จะได้รับเงินอุดหนุนจำนวนร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดให้กับเจ้าของอาคารควบคุมหรือที่ปรึกษา

2.1.6 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

2.1.6.1 ข้อกำหนดที่ควรทราบ

ก. เจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมต้องจัดให้มีการตรวจสอบและ วิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นและจัดทำรายงานส่งให้กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานทุก ๆ 3 ปี

ข. ในครั้งแรกที่กฎกระทรวงเรื่อง การกำหนดเป้าหมายแลแผนอนุรักษ์ พลังงาน มีผลใช้บังคับต้องส่งรายงานภายใน 6 เดือน

ค. การตรวจสอบและวิเคราะห์รวมทั้งการจัดทำรายงานดังกล่าวต้อง ดำเนินการโดยที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน ที่ได้รับการขึ้น ทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานเท่านั้น

2.1.6.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ก. คัดเลือกที่ปรึกษา ด้านอนุรักษ์พลังงานที่จะมาดำเนินการจากบัญชีราย ชื่อที่กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงานประกาศและแจ้งชื่อของที่ปรึกษาให้ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทราบ

ข. ยื่นแบบรายละเอียด ขอรับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการว่างจ้างที่ ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานที่จะมาดำเนินการต่อสำนักกำกับและ อนุรักษ์พลังงาน(หากต้องการ)

ค. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานอนุมัติเงินสำหรับค่าใช้จ่ายในการ ว่าจ้างให้โดยเร็ว

ง. เสนอรายงานต่อกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานตามระยะเวลาที่ กำหนด รายงานที่ได้จัดทำตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง จะได้รับการสนับสนุนเงินเปล่าไม่เกิน 100,000 บาท การจ่ายเงินจ่ายโดยตรงให้กับเจ้าของอาคารควบคุมหรือโรงงาควบคุมหรือที่ปรึกษา

2.1.7 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด

2.1.7.1 ข้อกำหนด

ก. เจ้าของอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุมต้องจัดให้มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด ในอาคารควบคุมหรือโรงงานควบคุม และจัดทำรายงานส่งให้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ทุก ๆ 3 เดือน

ข. ในครั้งแรกที่กฎกระทรวง เรื่อง การกำหนดเป้าหมายและแผน อนุรักษ์พลังงานมีผลใช้บังคับต้องส่งรายงานดังกล่าวภายใน 6 เดือน หลังจากส่งรายงานตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น แล้ว

ค. การตรวจสอบและวิเคราะห์รวมทั้งการจัดทำรายงานดังกล่าวต้อง ดำเนินการโดยที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการขึ้น ทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานเท่านั้น

2.1.7.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ก. คัดเลือกที่ปรึกษา ด้านอนุรักษ์พลังงานที่จะมาดำเนินการจากบัญชีราย ชื่อที่กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงานประกาศและแจ้งชื่อของที่ปรึกษาให้ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทราบ

ข. ยื่นแบบรายละเอียด ขอรับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการว่างจ้าง ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานที่จะมาดำเนินการต่อสำนักกำกับ และอนุรักษ์พลังงาน (หากต้องการ)

ค. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานอนุมัติเงินสำหรับค่าใช้จ่ายในการว่าจ้างให้โดยเร็ว

ง. เสนอรายงานต่อกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานตามระยะเวลาที่กำหนด กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานจะสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและวิเคราะห์ การใช้พลังงานโดยละเอียดที่เกิดจากการว่าจ้างที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์ พลังงานรวมไปกับค่าใช้จ่ายในการจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

2.1.8 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีหน้าที่ทำอะไรบ้าง

2.1.8.1 บำรุงรักษาและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ พลังงานเป็นประจำ

2.1.8.2 รับรองความถูกต้องของรายงานการใช้พลังงานและการอนุรักษ์ พลังงาน ที่ต้องส่งกรมกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.1.8.3 ช่วยเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมจัดเป้าหมายและแผน อนุรักษ์พลังงาน

2.1.8.4 รับรองความถูกต้องของผลการตรวจสอบการปฏิบัติตามเป้าหมายและ แผนอนุรักษ์พลังงาน

2.1.9 การรายงานการใช้พลังงาน

2.1.9.1 ข้อกำหนดที่ควรทราบ

ก. ส่งข้อมูลการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ให้กรมพัฒนาและส่ง เสริมพลังงานทุก ๆ 6 เดือน

ข. บันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งเครื่องจักร ฯ ที่มีผลต่อการใช้ พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานเป็นประจำทุกเดือน และเก็บข้อมูล เหล่านี้ไว้ประจำที่อาคารควบคุมอย่างน้อย 5 ปี

2.1.9.2 เนื้อหาการส่งข้อมูลมีอะไรบ้าง

ก. ข้อมูลทั่วไปของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ซึ่งได้แก่ สถานที่ตั้ง ระยะเวลาการทำงาน ประเภท/กิจการของอาคารและโรงงาน เป็นต้น

ข. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ในอาคารควบคุม เช่น ในโรงแรม ระบุจำนวน ของห้องพักที่จำหน่ายในแต่ละเดือน หรือข้อมูลการผลิตสำหรับโรงงาน ควบคุมในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา เป็นต้น

ค. ข้อมูลการใช้พลังงานทุกประเภทที่ใช้ในอาคารและโรงงานควบคุม ใน ช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

ง. ข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา (ถ้ามี)

2.1.9.3 เนื้อหาการบันทึกข้อมูลมีอะไรบ้าง

ก. ข้อมูลทั่วไปทั่วของอาคารและโรงงาน

ข. ข้อมูลลักษณะอาคาร เช่น พื้นที่ใช้ประโยชน์ หรือข้อมูลการผลิตในโรงงาน

ค. ข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือน

ง. ข้อมูลการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเครื่องจักร อุปกรณ์หลัก ๆ ที่มีผลต่อ การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อมูลที่เป็นรายเดือนจะนำมาสรุปทุก ๆ 6 เดือน เพื่อส่งให้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานแบบฟอร์มสำหรับการส่งข้อมูลและการ บันทึกข้อมูล กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้จัดเตรียมให้เรียบร้อยขอได้จากสำนักกำกับและ อนุรักษ์พลังงานได่ทุกวันในเวลาราชการ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานต้องลงชื่อรับรองความถูกต้องของข้อมูล ก่อนที่จะส่งให้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและควบคุมดูแลการบันทึกข้อมูลราย เดือน รวมทั้งรับรองความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลนั้น ๆ ด้วย

2.1.10 การปฏิบัติตามแผนอนุรักษ์พลังงาน

2.1.10.1 ข้อกำหนด

ก. ปฏิบัติตามแผนอนุรักษ์พลังงานจะดำเนินการได้เมื่อกรมพัฒนาและ ส่งเสริมพลังงานได้ตรวจสอบความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและการ ลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและให้ความเห็นชอบกับแผนนั้นแล้ว

ข. แผนอนุรักษ์พลังงานจะได้รับสนับสนุนทางการเงินจากกองทุนเพื่อ การอนุรักษ์พลังงาน (หากต้องการ)

2.1.10.2 ความช่วยเหลือทางการเงิน

ก. การสนับสนุนทางการเงิน อาจอยู่ในรูปของเงินเปล่าเพื่ออุดหนุนภาระดอกเบี้ยในการลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน หากเป็นไปได้ตาม หลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้

ข. การเบิกเงินจะแบ่งเป็น 3 งวด คือ

ข.1 ร้อยละ 30 เมื่อส่งคืนเครื่องจักร อุปกรณ์และวัสดุมาให้กับอาคารหรือโรงงาน

ข.2 ร้อยละ 40 เมื่อได้รับการติดตั้งเครื่องจักร ฯ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข.3 ร้อยละ 30 เมื่อได้รับผลการอนุรักษ์พลังงานเป็นไปตามแผน ฯ

2.1.11 การขอรับการสนับสนุนทางการเงิน

ในการดำเนินงานอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตามกฎหมายกำหนดให้เจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมสามารถขอรับ การสนับสนุนทางการเงินจาก "กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน" ซึ่งได้ให้รายละเอียดไว้ในหัวข้อเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานคืออะไร กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้จัดทำแบบฟอร์มขอรับการสนับสนุนทางการเงิน สำหรับการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายไว้แล้วเช่นกัน

คำขอรับการสนับสนุนทางการเงินสำหรับการดำเนินงานอนุรักษ์พลังงานดังต่อไปนี้

ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น ต้องดำเนินการ โดยที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมพัฒนาและ ส่งเสริมพลังงานเท่านั้น สำหรับวิธีการตรวจสอบวิเคราะห์และการจัด ทำรายงานต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง เรื่อง การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และประกาศกระ ทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง วิธีการจัดทำ รายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ทั้งนี้เพื่อให้ การตรวจสอบ วิเคราะห์และการจัดทำรายงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ข. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดและ การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ต้องดำเนินการเช่น เดียวกับการอนุรักษ์พลังงาน

ค. การสนับสนุนการลงทุนตามแผนอนุรักษ์พลังงานต้องเป็นไปตามหลัก เกณฑ์และข้อกำหนดของคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริม การอนุรักษ์พลังงานรายงานการตรวจวิเคราะห์และ

รายงานการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานเมื่อได้รับความเห็นชอบจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จะได้รับการสนับสนุนทางการเงิน โปรดระลึกเสมอว่า "คำขอรับการสนับสนุนทางการเงินจะต้องได้รับความเห็นชอบในหลักการ จากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานก่อน"

2.1.12 เอกสารประกอบการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

เอกสารประกอบการดำเนินงานอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายที่เจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมขอเพิ่มเติมดังนี้

2.1.12.1 เอกสารสำหรับอาคารควบคุม ประกอบด้วย

ก. คำแนะนำการกรอกแบบฟอร์มสำหรับการส่งและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน

ข. วิธีดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

ค. วิธีการจัดทำรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

ง. วิธีดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่าง ละเอียด

จ. วิธีการจัดทำรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด

ฉ. วิธีดำเนินการจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

ช. วิธีดำเนินการและการจัดทำรายงานตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติ ตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

2.1.12.1 เอกสารสำหรับโรงงานควบคุม ประกอบด้วย

ก. คำแนะนำการกรอกแบบฟอร์มสำหรับการส่งและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน

ข. วิธีดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

ค. วิธีการจัดทำรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้อง ต้น

ง. วิธีดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด

จ. วิธีการจัดทำรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด

ฉ. วิธีดำเนินการจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

ช. วิธีดำเนินการและการจัดทำรายงานตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

2.2 การจัดการพลังงานในโรงงาน

2.2.1 ความหมายของการอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงานหรือการประหยัดพลังงานให้มีประสิทธิภาพนั้น หมายถึง วิธีการอนุรักษ์พลังงานมากกว่าการงดใช้หรือใช้น้อยลงจนทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำลงการอนุรักษ์พลังงานจะต้องดำเนินกิจกรรมจนครบวงจรซึ่งสามารถแยกพิจารณาได้ 4 ประเด็นหลักๆ คือ

2.2.1.1 การออกแบบและแนวคิดที่ดี (Good design and good concept) หมายถึง การดำเนินการใดๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบและวางแนวคิดการดำเนินการระบบการผลิตการใช้เครื่องจักร-อุปกรณ์ต้องคำนึงถึงเรื่องการอนุรักษ์พลังงานตลอดเวลาให้ใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ และลดค่าใช้จ่ายการดูแลและการบำรุงรักษาในอนาคต

2.2.1.2 การดูแลและการบำรุงรักษาที่ดี (Awareness and good operation) หลังจากการออกแบบโรงงานอาคารและระบบต่างๆ หรือเครื่องจักร-อุปกรณ์ ได้รับการออกแบบมาอย่างดี หากผู้ใช้งานไม่คำนึงถึงการใช้งานอย่างอนุรักษ์พลังงานและไม่ดูแลรักษาอย่างเหมาะสมจะทำให้เกิดการรั่วไหลการสูญเสียพลังงานอย่างง่ายดาย

2.2.1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต (Process improvement) ระหว่างการดำเนินการต้องศึกษาหาความรู้ติดตามเทคโนโลยีเพื่อให้ตามทันความก้าวหน้าของกระบวนการและวิธีการประหยัดพลังงาน เพราะปัจจุบันมีเทคนิคและอุปกรณ์ได้รับการพัฒนาให้ประหยัดพลังงานได้มากจนคุ้มค่าการลงทุนปรับเปลี่ยนได้ในระยะเวลาสั้นๆ

2.2.1.4 การเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร (Major change equipment) การอนุรักษ์พลังงานโดยการเปลี่ยนเครื่องจักร เป็นการลงทุน จะต้องศึกษาข้อมูลว่ามีความคุ้มทุนเพียงใดที่จะเปลี่ยน หรือเครื่องจักรเก่าที่ชำรุดเสียหาย การซ่อมอาจจะถูกกว่าแต่อาจจะไม่คุ้มทุนเท่ากับการลงทุนเปลี่ยนใหม่ โดยเลือกเครื่องจักรหรือระบบที่ประหยัดพลังงาน

2.2.2 ความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

การดำเนินการใดๆ ไม่มีใครคนใดคนหนึ่งสามารถอนุรักษ์พลังงานได้ด้วยตนเองเพราะการอนุรักษ์พลังงานแทรกอยู่ในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนและต้องการความเอาใจใส่เพื่อให้ทราบปัญหาการรั่วไหลหรือสูญเสียพลังงานด้วยเหตุนี้การอนุรักษ์พลังงานจึงต้องอาศัยบุคคลในบทบาทหน้าที่ต่างๆ กัน

2.2.3 บทบาทการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน

2.2.3.1 ผู้บริหาร จะต้องเล็งเห็นและเข้าใจประโยชน์ที่ได้รับจากการอนุรักษ์พลังงาน กล้าตัดสินใจและกล้าลงทุนสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง

2.2.3.2 ผู้รับผิดชอบพลังงาน นอกจากจะต้องมีความรู้ด้านวิศวกรรมแล้วต้องมีความสามารถทางจิตวิทยา มีทักษะการสื่อสาร มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี เนื่องจากการอนุรักษ์พลังงานต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายผู้รับผิดชอบพลังงานต้องสามารถประสานงานและสร้างการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร

2.2.3.3 พนักงานระดับปฏิบัติงาน เป็นบุคคลที่สำคัญที่สุดเป็นตัวแปรที่สำคัญของความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานเนื่องจากพนักงานระดับปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับเครื่องจักรอุปกรณ์ด้วยตัวเองการเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นมีส่วนร่วมชื่นชมความสามารถและให้รางวัลตอบแทนเล็กๆ น้อยๆ สามารถสร้างความรู้สึกที่ดี นำมาซึ่งความร่วมมือได้เป็นอย่างดี

2.2.4 การจัดการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

การอนุรักษ์พลังงานที่ทุกฝ่ายให้ความร่วมแรงร่วมใจนี้เรียกว่า "การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม" เป็นวิธีการอนุรักษ์พลังงานวิธีเดียวที่บรรลุวัตถุประสงค์การอนุรักษ์พลังงาน ก่อให้เกิดผลการประหยัดอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมและยั่งยืนการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมต้องอาศัยหลักการและดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน ดังนี้

2.2.4.1 สร้างความต้องการอนุรักษ์พลังงาน

เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเป็นกระบวนการสร้างความรู้ความเข้าใจของทุกคนในองค์กรให้เข้าใจความสำคัญของพลังงานและต้องการความร่วมแรงจากทุกฝ่ายที่จะแก้ไขปัญหาหากขั้นตอนนี้ไม่สามารถสร้างความต้องการอนุรักษ์พลังงานของทุกคนในองค์กรได้การอนุรักษ์พลังงานไม่สามารถเกิดขึ้นเป็นรูปธรรมและต่อเนื่องได้

2.2.4.2 ตั้งทีมอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อทุกคนเกิดความต้องการอนุรักษ์พลังงานร่วมกันแล้วขั้นตอนต่อไปคือ การตั้งทีมอนุรักษ์พลังงานเป็นขั้นตอนแรกที่ถือว่าเป็นการเริ่มดำเนินการแบบมีส่วนร่วมอย่างจริงจังทีมอนุรักษ์พลังงานต้องมาจากตัวแทนของทุกฝ่ายหรือทุกแผนกโดยสมัครใจไม่ควรใช้การสั่งการหรือแต่งตั้งโดยไม่สมัครใจเพราะนั่นไม่ใช่การมีส่วนร่วม

2.2.4.3 ตรวจ วิเคราะห์ กำหนดเป้าหมายและมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

กำหนดเป้าหมายและมาตรการอนุรักษ์พลังงานเมื่อตั้งทีมอนุรักษ์พลังงานที่ประกอบด้วยตัวแทนฝ่ายต่างๆ ก็จะเริ่มต้นด้วยการสำรวจตรวจสอบการใช้พลังงานขององค์กรอย่างละเอียดเดินตรวจตราในทุกจุดทุกกระบวนการจากนั้นก็รวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อให้ทราบสาเหตุของปัญหาการรั่วไหลและสูญเสียพลังงานที่แท้จริงแล้วจึงกำหนดเป้าหมายและมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สอดคล้องกับปัญหาอันจะนำไปสู่การประหยัดพลังงานอย่างได้ผล

2.2.4.4 ปฏิบัติการอนุรักษ์พลังงาน

เป้าหมายวิธีการทำงานตลอดจนวิธีการประเมินผลแล้วถึงขั้นตอนการปฏิบัติจริงในระหว่างการลงมือปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนดจำเป็นต้องมีการสนับสนุน ส่งเสริม จูงใจและให้

กำลังใจ ซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากฝ่ายบริหารและหัวหน้าทีมในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อรักษาให้ความตั้งใจและ ความมุ่งมั่นของทุกคนคงอยู่ตลอดไป

2.2.4.5 ประเมินผล

เมื่อดำเนินการลงมือปฏิบัติการอนุรักษ์พลังงานแล้วจะต้องประเมินผลเป็นระยะๆ ด้วยเนื่องจากการประเมินผลจะทำให้ทราบว่าการดำเนินการก้าวหน้าไปแค่ไหนอย่างไรมาถูกทางหรือไม่หากไม่เป็นไปตามขั้นตอนหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้จะได้หาสาเหตุปัญหาอุปสรรคที่แท้จริงทำให้สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทันการ

2.3 การประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานของโรงงาน หมายถึง การลดการใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงลง เช่น พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญกับการใช้ในการผลิตของทุกโรงงานความจำเป็นและความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้นแต่ยังเป็นความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศและมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมการประหยัดพลังงานในโรงงาน ควรมีการดำเนินเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุดและใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงและเงินลงทุนมากได้แก่

การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้เป็นการปรับแต่งเครื่องและการทำงานต่าง ๆ เช่นการกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลรักษาที่ถูกต้องวิธีเหล่านี้โดยมากแล้วจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นหรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่มีระยะคืนทุนสั้นๆ

การปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้นหรือทำให้การสูญเสียต่างๆลดน้อยลงซึ่งจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปมาตรการนี้จะต้องการเงินลงทุนปานกลางโดยมีระยะเวลาคืนทุน 1-2 ปี

การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment) เมื่อการตรวจวิเคราะห์ขั้นต้นชี้ให้เห็นว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการมาตรการดังกล่าว ซึ่งมาตรการนี้จะต้องมีการลงทุนสูงโดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี

การประหยัดพลังงานในระบบการผลิตน้ำตาล หมายถึง การจัดการใช้พลังงานจำนวนหนึ่งเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่มีผลเสียต่อกระบวนการผลิต โดยการพยายามใช้อุปกรณ์พลังงานต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ลดการสูญเสียพลังงาน เกิดผลดีด้านการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ลดการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นผลดีทางอ้อมในการช่วยประหยัดการใช้พลังงานของประเทศ

ด้วย เครื่องมือในการตรวจสอบติดตามผลและควบคุมการใช้พลังงาน โดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบติดตามผล และควบคุมการใช้พลังงานภายในโรงงานมีอยู่ 2 ชนิดคือ

2.3.1 สมรรถภาพพลังงานของโรงงาน (Plant Energy Performance)

เป็นการชี้ให้เห็นความแตกต่างของการใช้พลังงานในอดีตและปัจจุบัน เป็นการวัดการดำเนินงานและแผนการจัดการพลังงานว่าได้ผลเพียงใด เมื่อทำการเปรียบเทียบจะทำให้เราทราบว่าในปัจจุบันต้องใช้พลังงานเท่าไรที่จะผลิตให้ผลผลิตเท่ากับปีนี้ ถ้าใช้การทำงานแบบเดียวกับการผลิตในปีฐาน

$$\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน} = \text{การใช้พลังงานปีฐาน} \times \frac{\text{ผลผลิตปีปัจจุบัน}}{\text{ผลผลิตปีที่เป็นฐาน}} \quad (2.1)$$

$$\text{สมรรถภาพพลังงาน} = \frac{(\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน} - \text{การใช้พลังงานปัจจุบัน})}{\text{การใช้พลังงานเทียบกับปีฐาน}} \times 100\% \quad (2.2)$$

2.3.2 ดัชนีการพลังงานของโรงงานโครงการต่างๆ

ในกระบวนการจัดการพลังงานจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง แนวโน้มการใช้พลังงานอาจดูได้จากดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตเท่ากับปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมดหารด้วยปริมาณผลผลิต

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิต} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้ทั้งหมด}}{\text{ปริมาณผลผลิต}} \quad (2.3)$$

หลักการพิจารณาแนวทางการประหยัดพลังงานในการผลิตน้ำตาลโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ประการ คือ

2.3.2.1 การเลือกใช้พลังงานและเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม

2.3.2.2 การเลือกวิธีการแปลงพลังงานและกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม

2.3.2.3 การลดการสูญเสียและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.2.4 การนำพลังงานที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์มาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด

2.4 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน (Energy audit)

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน เป็นการศึกษาตรวจสอบสภาพการใช้พลังงาน เพื่อการจัดการพลังงานอย่างถูกต้อง หาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพหรือแนวทางประหยัดพลังงาน ได้โดยทั่วไปการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 การตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานจากข้อมูลในอดีต

เป็นการรวบรวมและศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อนๆ ที่ทางโรงงานน้ำตาลจดบันทึกไว้สำหรับค่าการใช้พลังงานที่ไม่ได้จดบันทึกไว้สามารถหาได้จากใบแจ้งหนี้พลังงาน เพื่อต้องการทราบปริมาณการใช้พลังงานทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่ายพลังงาน ผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณพลังงานที่ใช้และตัวแปรของการใช้พลังงานในแต่ละช่วง

2.4.2 การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยเข้าสำรวจในโรงงาน

ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังการผลิตน้ำตาล เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของระบบการผลิตน้ำตาล กระบวนการผลิตน้ำตาล และอุปกรณ์ต่างๆ พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูงระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ และบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งการตรวจสอบการใช้พลังงานมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นเหตุ การสูญเสียพลังงานและหาแนวทางลดค่าใช้จ่ายพลังงานหาสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบอุปกรณ์และกิจกรรมต่างๆ พิจารณาระบบอุปกรณ์และกิจกรรมที่สมควรมีการตรวจสอบและหามาตรการรวมทั้งศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบอุปกรณ์และกิจกรรมข้างต้น

2.4.3 การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด

จากผลของการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานข้างต้นทำให้ทราบว่าควรจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือระบบผลิตใดบ้างซึ่งจะต้องทำการตรวจวัดและวิเคราะห์อย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้วนำผลที่ได้มาทำสมดุลพลังงานเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ หาสาเหตุของการสูญเสียและหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขซึ่งต้องมีค่าใช้จ่ายแนวทางประหยัดพลังงานนอกจากจะพิจารณาหาแต่ละแนวทางแล้วควรจะวิเคราะห์ความคุ้มค่าของแต่ละแนวทางที่จะประหยัดพลังงาน เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนประหยัดพลังงานต่อไป

2.5 แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงาน

การประหยัดพลังงานในโรงงาน หมายถึง การจัดการด้านการใช้พลังงานจำนวนหนึ่งเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่มีผลเสียต่อกิจกรรมการผลิต โดยการพยายามใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูง ลดการสูญเสียพลังงาน เกิดผลดีด้านการลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาด้านมลภาวะซึ่งเป็นผลดีทางอ้อม หลักการพิจารณาแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานแบ่งออกเป็น 3 ประการ คือ

2.5.1 การเลือกใช้พลังงานและเชื้อเพลิง การเลือกใช้ชนิดของพลังงานและเชื้อเพลิงใดควรพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพ เศรษฐกิจ และเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมกับงานมากที่สุดโดยพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพรวมที่จะได้

2.5.2 การลดการสูญเสียและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีที่กระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนดรูปแบบของพลังงานที่จะใช้ หากกระบวนการใดสามารถใช้พลังงานได้มากกว่าหนึ่งรูปที่มีความเหมาะสม ทั้งทางด้านเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

2.5.3 การนำพลังงานเหลือทิ้งที่มีคุณภาพกลับมาใช้ เป็นการศึกษาวิเคราะห์นำพลังงานเหลือทิ้งเนื่องจากสาเหตุต่างๆ กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นโดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์

2.6 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน

หากพิจารณาในแง่ของการปรับปรุงหรือระดมการลงทุนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 มาตรการ คือ

2.6.1 มาตรการที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนน้อย เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนเลยหรือลงทุนน้อยมากดำเนินการได้ง่าย เช่น การควบคุมอากาศส่วนเกิน การปรับความตึงสายพาน เป็นต้น

2.6.2 มาตรการที่มีการลงทุนปรับปรุงอุปกรณ์พอสมควร เป็นมาตรการที่มีการลงทุนไม่มาก เช่น การหุ้มฉนวน การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ การเปลี่ยนหัวเผาของหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและการติดตั้งกับดักไอน้ำ เป็นต้น

2.6.3 มาตรการที่มีการลงทุนสูง ระยะเวลาคืนทุนนาน เป็นมาตรการที่มีการลงทุนสูงโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์หรือกระบวนการผลิตใหม่ เช่น เปลี่ยนหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์นำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ เป็นต้น

2.7 การประหยัดพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็นและความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้นแต่ยังเป็นความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน ยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศและมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมการประยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงต้นพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิต การปรับปรุง Load Factor ให้สูงขึ้น การปรับปรุงค่า Power factor และการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของโรงงาน

ในการวางแผนจัดการด้านพลังงานให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจสอบ และวิเคราะห์หาสภาพการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของ

โรงงานที่เรียกว่า Energy Audit เสียก่อนการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานดังกล่าวจะให้ทราบถึงสภาพการใช้พลังงาน และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปมีการปฏิบัติอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

2.7.1 การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Prelminary Audit)

เป็นการตรวจสอบรวบรวมข้อมูลด้านการผลิตระบบการใช้พลังงานในปีก่อนๆ ที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังทุกรูปแบบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ตัวแปรของการใช้พลังงานในแต่ละช่วงตลอดจนรายละเอียดที่เกี่ยงข้องเกี่ยวข้อง

2.7.2 การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจแผนผังโรงงาน

เพื่อทราบลักษณะทั่วไปของโรงงานกระบวนการผลิตและเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ พิจารณาบริเวณที่มีการใช้พลังงานสูง ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆและบริเวณที่เกี่ยวข้องและในขั้นตอนต่อมา คือ การเข้าสำรวจในโรงงานเพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงานโดยการสำรวจใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วงทำการผลิตและช่วงหยุดการผลิตรวมทั้งทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือต่างๆทำให้ได้ข้อมูลสภาพการใช้พลังงาน

2.7.3 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด (Detailed Audit)

ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น นำข้อมูลมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงานว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นช่วงเวลาอย่างน้อย 1สัปดาห์ เพื่อให้ทราบสภาพการทำงานและวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานโดยจัดทำสมดุลพลังงานเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและของอุปกรณ์ที่สำคัญ และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการลงทุนเพื่อหามารการที่เหมาะสมและเป็นไปได้ซึ่งแต่ละวิธีสามารถทำได้โดยการบริหารจัดการ การปรับปรุงการทำงาน การใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพการลดการสูญเสียการบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นมากในชีวิตประจำวันพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไปแปรสภาพมาจากพลังงานอื่น ซึ่งประสิทธิภาพในการแปรสภาพพลังงานรูปอื่นมาเป็นพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าจึงควรใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าควรพิจารณาถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

2.7.3.1 พลังงานไฟฟ้า

เป็นพลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานในระยะเวลาหนึ่งมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงหรือหน่วยยูนิต

พลังงานไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า (kW) x จำนวนชั่วโมงใช้งาน (h) (2.4)

การปรับปรุงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทำ ได้โดยการลดจำนวนชั่วโมงในกระบวนการผลิตน้ำตาล หรือทำการลดพลังไฟฟ้าที่ใช้ลงจากที่ได้กระทำอยู่ในปัจจุบัน

2.7.3.2 โหลดแฟคเตอร์ (LF)

โหลดแฟคเตอร์ คืออัตราส่วนระหว่างโหลดเฉลี่ยในช่วงเวลาที่พิจารณาต่อโหลดสูงสุดในช่วงเวลานั้นซึ่งใช้ดูความสม่ำเสมอเสมอของ Demand โดยค่า Demand ยิ่งมากยิ่งดี เพราะแสดงว่ามีการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสม่ำเสมอ

$$\text{โหลดแฟคเตอร์ (LF)} = \frac{\text{โหลดเฉลี่ย (Pmean)}}{\text{โหลดสูงสุด (Pmax)}} \quad (2.5)$$

เมื่อโหลดเฉลี่ย (Pmean) = ความต้องการกำลังเฉลี่ย (Demand)

และโหลดสูงสุด (Pmax) = ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Max. demand)

การปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้

ก. พยายามหาวิธีในการลดกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น

ข. การปรับปรุงวิธีการทำ งานและวิธีการผลิต พร้อมทั้งเปลี่ยนช่วงเวลาให้เดินเครื่องให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (หลีกเลี่ยงการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมๆกันจำนวนมาก) วิธีการที่กล่าวมาทั้งหมดมีเป้าหมายเพื่อลดกำ ลังไฟฟ้าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกำ ลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน หรือต่อเดือน

2.7.3.3 ตัวประกอบกำลัง (PF, Power Factor)

$$\text{ตัวประกอบกำ ลังไฟฟ้า (PF)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าจริง (kw)}}{\text{กำลังไฟฟ้าเสมือน (kva)}} \quad (2.6)$$

เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น มอเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นอุปกรณ์ประเภทอินดัคตีฟโหลด (Inductive load) การปรับปรุงแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นทำ ได้โดยการติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor) ขนานเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าในตำแหน่งที่เหมาะสมซึ่งจะช่วยลดพลังงานสูญเสียขณะใช้งาน ลดแรงดันตก โดยที่โรงงานเส้นหมี่มีการติดตั้งไว้แล้ว แต่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำกว่าปกติ ซึ่งค่าตัวประกอบกำลังในปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 57 - 62 ต้องติดตั้งเพิ่ม

2.8 แสงและความร้อน

2.8.1 แสงจากธรรมชาติและการออกแบบ

เนื่องจากแสงสว่างที่เพียงพอมีความจำเป็นต่อสภาพแวดล้อภายในอาคาร อีกทั้งยังสร้างความพึงพอใจแก่ผู้อยู่อาศัย รวมทั้งช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมาก ดังนั้นวิธีการออกแบบอาการจึงเป็นสิ่งสำคัญ

การออกแบบแสงสว่างภายในอาคารนั้นมีมานาน ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาในด้านวัสดุ เช่น กระจกและหน้าต่างที่อยู่โดยรอบอาคาร นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาค้นคว้าและวิจัยเพื่อให้เราสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในการประชุมของ International Commission on Illumination (C.I.E) ได้เสนอให้มีการจัดทำคู่มือการออกแบบอาคาร ซึ่งจะได้นำเอาหลักการพื้นฐานและรวบรวมหลากหลายวิธีการในการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติของหลายๆประเทศเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปเผยแพร่และประยุกต์ในการออกแบบอาคารได้

2.8.2 การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร (Heat Transfer into Buildings)

ความร้อนสามารถส่งผ่านเข้าสู่อาคารได้หลายทาง โดยเมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทั้งสองด้าน เส้นแรงของความร้อนจะไหลจากด้านที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังด้านที่มี อุณหภูมิต่ำกว่า

2.8.3 การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก (Heat Transfer through Glass Walls)

ความร้อนสามารถถูกส่งผ่านกระจกได้ด้วย 3 กระบวนการ ดังนี้

2.8.3.1 การนำความร้อน (Conduction)

2.8.3.2 การพาความร้อน (Convection)

2.8.3.3 การแผ่รังสี (Radiation)

โดยทั่วไป การส่งผ่านความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของทั้งสองที่ โดยความร้อนจะถูกส่งผ่านจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ถ้าวัตถุ 2 ชิ้นที่มีอุณหภูมิต่างกันถูกนำมาวางสัมผัสกัน ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเรียกว่า “การนำความร้อน” ถ้าภายนอกอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าภายในอาคาร กระจกด้านที่สัมผัสกับอากาศภายนอกจะมีอุณหภูมิสูงกว่ากระจกด้านที่สัมผัสกับอากาศภายในอาคาร ความร้อนจึงถูกส่งผ่านในเนื้อกระจกด้วยกระบวนการนำความร้อน

หลังจากถ่ายเทความร้อนสู่กระจก อากาศจะมีอุณหภูมิต่ำลง ทำให้เคลื่อนตัวสู่เบื้องล่าง ในขณะที่อากาศที่สัมผัสกับผิวกระจกภายในได้รับความร้อนที่ส่งผ่านมาจากภายนอกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน เรียกระบวนการส่งผ่านความร้อนนี้ว่า “การพาความร้อน”

หลังจากกระจกได้รับความร้อนจากภายนอก จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระจกจึงแผ่รังสีความร้อนออกทั้ง 2 ด้าน กระบวนการส่งผ่านความร้อนนี้เรียกว่า “การแผ่รังสี”

2.8.4 หลักของการบังแสง (Shading)

พลังงานแสงที่ผ่านกระจกซึ่งติดกับผนังภายนอกอาคารนั้นเป็นหนึ่งพลังงานความร้อนหลักในหลายๆอาคาร ความร้อนที่ไม่ต้องการจะถูกไล่ออกไปโดยระบบทำความเย็น ความร้อนที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นเพียงปัญหาเดียวที่เกิดจากไอแดดที่สาดส่องผ่านกระจก แสงจ้าก็เป็นปัญหาที่สำคัญด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ปัญหาทั้งคู่จึงมักถูกนำมาพิจารณาเพื่อหาทางแก้ไขพร้อมๆกันเสมอ

จากปัญหาดังกล่าว นักออกแบบสามารถแสดงจุดประสงค์ในการออกแบบหน้าต่างและการบังแสงได้ ดังนี้ เพื่อลดความร้อนที่เพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันรังสีจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรงกับพื้นผิวสีของวัตถุ เพื่อให้เราสามารถมองเห็นได้อย่างปกติ เพื่อให้แสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาได้ตามทิศทางที่ต้องการและมีปริมาณที่เหมาะสม และวัสดุที่นำมาใช้จะต้องไม่บดบังทัศนวิสัยจากหน้าต่างที่ทำได้

2.8.5 การป้องกันแดด (Solar control)

การควบคุมแสงแดดและความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงทุกครั้งที่มีการออกแบบอาคาร พิจารณาได้ดังนี้

2.8.5.1 หน้าต่างและช่องแสง กระจกเป็นจุดที่ความร้อนผ่านเข้ามาได้มากที่สุด การระมัดระวังในเรื่องนี้ คือการกำหนดตำแหน่งของช่องแสง การออกแบบและการให้ร่มเงากับช่องแสง

2.8.5.2 เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตร ดวงอาทิตย์จะส่องทั้งอ้อมเหนือและอ้อมใต้ เวลาสำคัญที่จะตรวจหาร่มเงา (Shading) ทางด้านทิศเหนือ คือเวลาบ่ายของวันที่ 21 มิถุนายน ในวันนี้ดวงอาทิตย์จะอ้อมเหนือมากที่สุด (ฤดูร้อน) สำหรับวันที่จะตรวจสอบทางด้านทิศใต้ คือ วันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด และมุมทางตั้งของดวงอาทิตย์จะทอดต่ำกว่าในเดือนมิถุนายนมาก ทางด้านทิศใต้จึงต้องการแผงบังแดดที่ยื่นยาวกว่าทางด้านทิศเหนือ ส่วนด้านทิศตะวันออกและตะวันตกจะรับแสงแดดมากในตอนเช้าและตอนบ่าย ซึ่งมุมของแสงแดดทอดต่ำทั้งสองทิศนี้จึงทำการบังแดดได้ยาก ในการหลีกเลี่ยงแดดบ่ายทางด้านทิศตะวันตกจึงต้องเปิดช่องแสงแต่ที่จำเป็นให้น้อยที่สุด

2.8.5.3 ต้นไม้จะช่วยบังร่มเงาให้กับอาคาร การปลูกต้นไม้ที่ถูกต้องจึงเป็นเสมือนหลังคาบังแดดผืนใหญ่

2.8.5.4 อาคารข้างเคียงจะช่วยบังแดดให้กับอาการที่ต้องการได้ ถ้าอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

2.8.5.5 การยื่นชายคา ระเบียง กันสาด ครีบต่างๆ หรือรูปทรงอาคารเองจะช่วยบังแดดได้

2.8.5.6 แผงบังแดดนอกอาคาร จะกันแดดและความร้อนได้ดีกว่ากระจกตัดแสง หรือม่านและมู่ลี่ภายในอาคาร

2.8.5.7 รูปแบบหลังคาจะลดพื้นที่รับแดดได้ เช่น หลังคาทรงจั่วจะรับแดดเพียงครึ่งเดียว หรือหลังคาทรงฟันเลื่อยจะรับแดดด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งปล่อยให้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้

2.8.5.8 ถึงแม้จะมีการควบคุมความร้อนเพิ่ม แต่ต้องมีแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคาร รวมทั้งการมองเห็นวิวภายนอกอาคาร

2.8.5.9 การใช้กระจกสะท้อนแสง จะมีผลกับบริเวณข้างเคียง เพราะจะสะท้อนและความร้อนให้กับบริเวณที่ตั้งอาคารและบริเวณข้างเคียง ต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ชนิดของกระจกและเปอร์เซ็นต์ของการสะท้อนแสง

2.8.6 ลักษณะโดยทั่วไปของแผงบังแดด

การบังแดดแบ่งได้ 3 แบบ ได้แก่ ทางนอน ทางตั้ง และแบบตาราง จากการทดลองทำมุมต่างจากจุดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทำกับผนังอาคารในพื้นที่ของซีกโลกแถบเหนือ จะได้ลักษณะของแผงบังแดดที่เหมาะสมตามทิศต่างๆ ดังนี้

2.8.6.1 ด้านทิศใต้และบริเวณรอบด้านทิศใต้ของอาคาร ใช้แผงบังแดดทางนอนจะได้ผลดี

2.8.6.2 ด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของอาคาร ใช้แผงบังแดดทางตั้งจะได้ผลดีและถ้าเป็นแผงบังแดดที่หมุนปรับมุมได้ก็จะบังแดดได้ทุกเวลา

2.8.6.3 ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ใช้แบบตารางจะได้ร่มเงามากขึ้น

2.8.6.4 ทางด้านทิศเหนือ ใช้แผงบังแดดทางตั้ง และควรมีชายคาทางนอนสำหรับบังแดดบางเดือน

2.9 ฉนวนกันความร้อนในที่อยู่อาศัย

สาเหตุในการติดตั้งฉนวนกันความร้อนมีอยู่ด้วยกันหลายสาเหตุซึ่งทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะทั่วไปของวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนกันความร้อน คือมีความสามารถในการต้านทานการถ่ายเทความร้อน เช่น ในฤดูร้อน ฉนวนจะช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์และยังช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ รวมไปถึงการรักษาความอบอุ่นภายในอาคารในกรณีที่อาคารตั้งอยู่ในที่หนาวเย็น

ถ้าปราศจากฉนวนกันความร้อนอาจจะก่อให้เกิดปัญหาถาวรกับอาคารซึ่งสร้างความรำคาญแก่ผู้ครอบครองและอาจต้องเสียค่าบำรุงรักษาอีกเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้น นั่นหมายถึงต้องสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นด้วย

2.10 การปรับอากาศ

2.10.1 จุดประสงค์ในการปรับอากาศ

จุดประสงค์ของการปรับอากาศและการระบายอากาศในอาคาร มีดังนี้

2.10.1.1 เพื่อควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ค่าที่ต้องการตลอดเวลา โดยการให้ความเย็นหรือความร้อน

2.10.1.2 เพื่อควบคุมความชื้น โดยการลดหรือเพิ่มความชื้น

2.10.1.3 เพื่อควบคุมการไหลเวียนของอากาศที่ความเร็วลมที่ต้องการ

2.10.1.4 เพื่อควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ โดยการกำจัดฝุ่นละอองที่สกปรกและกลิ่นควันต่างๆ

2.10.1.5 ควบคุมระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศ

2.10.2 ปัญหาหลักของการปรับอากาศ

พบว่ามีหลายสาเหตุที่เป็นปัญหาในระบบปรับอากาศ ดังนั้นการออกแบบจึงต้องครอบคลุมในทุกๆปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาคาร ความร้อนที่เกิดจากผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร ความชื้นในอากาศ ความร้อนที่แพร่เข้ามาในอาคาร แสง ความสูงของอาคาร ฤดูการที่เปลี่ยนแปลงทั้งปี และคุณภาพของอากาศที่ได้จากระบบปรับอากาศก็เป็นส่วนสำคัญที่จะส่งผลไปถึงการดำเนินกิจกรรมของผู้ที่อยู่ในอาคารได้

การรั่วไหลเข้าหรือออกของอากาศในอาคารนั้นเป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญ ซึ่งเกิดขึ้นได้ที่หน้าต่าง ประตู ผนังและเพดาน รอยแยกในอาคาร เพราะนอกจากความเย็นที่ได้จากการปรับอากาศจะรั่วไหลออกไปนอกอาคาร เครื่องปรับอากาศก็ต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อกำจัดความชื้นในอากาศที่ผ่านเข้ามาในตัวอาคาร เนื่องจากปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการปรับอากาศโดยตรง การออกแบบอาคารและการใช้วัสดุที่มีคุณภาพสามารถช่วยลดปัญหานี้ได้

2.10.3 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคาร

วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศนั้นสามารถกระทำได้ 4 วิธีหลัก โดยจะกล่าวถึงเฉพาะระบบปรับอากาศชนิดเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศสามารถทำได้เท่านั้น

2.10.3.1 การประหยัดพลังงานโดยใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

ก. ควบคุมความดันด้านอีแวปเรเตอร์ (Evaporator) ให้สูงที่สุดโดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นในระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วนน้ำ หรือแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยอากาศในระบบจะต้องประกอบด้วยเครื่องส่งลมเย็นที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่นั้น

ข. การใช้ Return Air และ Outside Air ในระบบปรับอากาศจะต้องนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคาร เพื่อถ่ายเทอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศให้บริสุทธิ์ตลอดเวลา ปกติอากาศภายนอกที่นำเข้ามาจะไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณลมส่งที่จ่ายในแต่ละพื้นที่ การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไป จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในระบบปรับอากาศ กล่าวคือ การนำอากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 เข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร/นาที คิดเป็นภาระความร้อนได้ 750 วัตต์ ฉะนั้นการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคารในช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูง จึงควรนำเข้ามาเท่าที่จำเป็น

2.10.3.2 การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

ก. การหุ้มฉนวนท่อน้ำให้มีความหนาที่เหมาะสม ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น จะต้องมีท่อน้ำ เพื่อจ่ายน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็นตามส่วนต่างๆภายในอาคาร อุณหภูมิของน้ำเย็นประมาณ 7.2-10 องศาเซลเซียส ดังนั้นเพื่อป้องกันถ่ายเทความร้อนจากภายนอกถ่ายเทเข้าไปในน้ำเย็น จึงต้องหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็น การพิจารณาใช้ฉนวนกันความร้อนที่มีความหนาที่เหมาะสมจะช่วยประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้มักเป็น Stylene Foam หรือ Closed Cell Foam

ข. การเลือกใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศ ในการปรับอากาศบางส่วนในพื้นที่ปรับอากาศทิ้งไป และนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก เพื่อถ่ายเทให้อากาศภายในบริสุทธิ์ตลอดเวลา อากาศที่ทิ้งไปเป็นอากาศที่เย็น มักมีอุณหภูมิประมาณ 25.6-26.7 องศาเซลเซียส และอากาศที่ถ่ายเททิ้งไปจะเป็นประมาณร้อยละ 10 ของปริมาณลมส่งในแต่ละพื้นที่ เห็นได้ว่าเป็นการสูญเสียพลังงานจำนวนมาก เราสามารถนำพลังงานส่วนนี้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยการใช้ Air to Air Heat Exchanger (ATA) อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศที่จะทิ้งไปกับอากาศที่จะนำเข้าใหม่ อากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิสูงจะถูกทำให้เย็นลงก่อนที่จะผ่านเข้าที่เครื่องส่งลมเย็น อุปกรณ์ดังกล่าวจะถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศบริสุทธิ์และอากาศเสีย โดยไม่ให้สัมผัสกันโดยตรง อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับอาคารที่มีห้องเครื่องส่งลมเย็นอยู่ในแนวเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการรวบรวมอากาศที่นำทิ้งไปมาเข้าอุปกรณ์ ATA และสามารถจ่ายอากาศบริสุทธิ์ผ่านที่อุปกรณ์ ATA กลับไปยังเครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง

ค. การประหยัดพลังงานโดยการออกแบบอาคารและระบบปรับอากาศให้เหมาะสม

ง. การออกแบบระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงานจะต้องสัมพันธ์กับงานด้านสถาปัตย์และอื่นๆ ดังนี้

ง.1 การจัดทิศทางของอาคาร : การจัดทิศทางของอาคารมีผลต่อความสุขสบายภายในอาคาร จากผลการแผ่รังสีความร้อนในประเทศในเขตร้อนควรจะออกแบบอาคารให้หลีกเลี่ยงการแผ่รังสีความร้อนให้มากที่สุด สถาปนิกควรจะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ให้มาก ส่วนที่ยาวที่สุดของอาคาร รวมถึงหน้าต่าง ควรหันหน้าทางทิศเหนือและใต้ เพื่อลดการรับความร้อน

เข้ามาภายในอาคาร โดยการส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน การส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนผ่านผนังและหน้าต่างด้านทิศตะวันออกและตะวันตก มีค่าสูงกว่าด้านทิศเหนือและใต้มาก

ง.2 อาคารถาวรข้างเคียง : ถ้าอาคารถูกบังแสงโดยอาคารข้างเคียง การรับความร้อนเข้าภายในอาคาร โดยการส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจะลดลงไปได้มาก ผลดังกล่าวจะเหมือนกับการมีม่านกันแสงด้านนอกอาคาร นอกจากนี้อาคารข้างเคียงยังช่วยบังลมที่จะปะทะกับอาคารให้ลดน้อยลง ซึ่งเป็นผลให้ลดการรั่วของปริมาณอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าที่ผ่านเข้าตามกรอบประตูและหน้าต่างเป็นผลให้ลดภาระความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (Latent Heat) ภายในพื้นที่ปรับอากาศ

ง.3 การใช้ผิวสะท้อน, กระจกสะท้อนแสง : ผิวสะท้อนแสงจะช่วยสะท้อนและความร้อนที่จะเข้าไปภายในอาคารที่มีการปรับอากาศปริมาณแสดงและความร้อนที่จะสะท้อนได้ขึ้นกับสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้

ง.4 วัตถุประสงค์การใช้สอยอาคาร : จะเป็นหัวข้อหลักในการกำหนดรูปร่างของอาคาร อย่างไรก็ดีถ้าหากอาคารใดมีข้อจำกัดเนื่องจากการใช้สอยอยู่น้อยหรือไม่มีเลย ผู้ออกแบบควรจะเลือกรูปร่างของอาคารที่จะลดการรับความร้อนเข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด อาคารในประเทศในเขตร้อน อาคารควรมีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยให้หันส่วนแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก

ง.5 ผนังอาคาร : ผนังอาคารที่มีการปรับอากาศควรจะทำด้วยวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 หน้า หนา 4 นิ้ว จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนอยู่ที่ 2.556 W/m^2K แต่ถ้าใช้ผนังก่อด้วนคอนกรีตบล็อกฉาบปูน 2 หน้า หนา 4 นิ้ว จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าน้อยกว่าที่ 2.386 W/m^2K

ง.6 หลังคา : หลังคาของอาคารควรให้บุฉนวนกับความร้อน และควรให้มีการระบายอากาศที่ดี ไม่ควรติดตั้งกระจกช่องแสงบนหลังคา

ง.7 หน้าต่าง : หน้าต่างของอาคาร ควรทำด้วยกระจกสีชา หรือกระจกสะท้อนแสง กระจกสีชาที่ดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ร้อยละ 50 จะมีค่าตัวประกอบกับการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่า กระจกใสธรรมดาประมาณร้อยละ 27 ในอาคารปรับอากาศควรมีหน้าต่างให้น้อยที่สุด นอกจากนี้การใช้กระจกสองชั้นจะช่วยลดการส่งผ่านความร้อนได้มาก

ง.8 การบังแสง : การบังแสงจากภายนอกอาคาร จะสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารได้มากกว่าการใช้ม่านหรือมู่ลี่กันแสงภายในอาคาร

ง.9 ตำแหน่งห้องเครื่อง : โดยทั่วไปแล้ว ตำแหน่งห้องเครื่องระบบปรับอากาศจะถูกจัดไว้ที่ชั้นใต้ดินหรือบนหลังคา ซึ่งตำแหน่งเหล่านี้ตามปกติจะไม่ใช่ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากระบบปรับอากาศจะแพงและมีประสิทธิภาพต่ำลง ผู้ออกแบบควรพยายามกำหนด

ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด โดยมีระยะทางจากห้องเครื่องหลักไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่มีการปรับอากาศน้อยและใกล้เคียงที่สุด

จ. การประเมินภาระความเย็นภาระความเย็นถูกประเมิน เพื่อเป็นรากฐานในการเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ การหาข้อมูลโดยละเอียดเพื่อประเมินภาระความเย็น สำหรับอาคารที่จะติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมถึงการประเมินภาระความเย็นที่ต้องการในเวลาต่างๆกันหลายๆขณะในวันหนึ่งๆ จะทำให้สามารถหาภาระความเย็นที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด จากภาระความเย็นที่ประเมินได้รวมถึงลักษณะการใช้งานอาคาร สามารถเลือกระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องได้เหมาะสมและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ฉ. การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศและวิธีการที่จะใช้ในการควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารมีอยู่หลายแบบในการเลือกใช้ระบบต่างๆจะต้องพิจารณาข้อดีข้อเสียที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอาคารและตัดสินใจเลือกระบบที่ดีที่สุด การแปรเปลี่ยนของภาวะความร้อน ความต้องการในการแบ่งโซนเนื้อที่ที่มีอยู่ และราคาเป็นตัวแปรที่จะกำหนดชนิดของระบบปรับอากาศที่ควรจะเลือกใช้การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อให้ประหยัดพลังงาน มีหลักในการพิจารณา ดังนี้

ฉ.1 ชนิดของเครื่องทำน้ำเย็น : การพิจารณาเลือกเครื่องที่มีค่า COP หรือ EER สูง เครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าวจะมีคอนเดนเซอร์ และอีแวปเรเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ และจะมีวงจรการทำงานที่อุณหภูมิของควบแน่นต่ำ อุณหภูมิของการระเหยสูง เครื่องทำน้ำเย็นชนิดนี้จะมีราคาสูงแต่ค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำ

ฉ.2 การใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลายๆตัว : จากการประเมินภาระความเย็นเราสามารถพิจารณาเลือกเครื่องทำน้ำเย็นที่มีขนาดเหมาะสมกับภาระในแต่ละขณะได้ การใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลายๆเครื่องทำให้สามารถปิดเครื่องน้ำเย็นบางตัวลงได้ ในขณะที่ภาระของอาคารต่ำเครื่องทำน้ำเย็นที่ยังเปิดอยู่ เมื่อใช้งานที่ภาระที่เต็มที่ก็จะมีประสิทธิภาพสูง

ฉ.3 การใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบปรับความเร็วรอบได้ : ในอาคารบางประเภทที่มีการเปลี่ยนแปลงของภาระมาก และใช้งานที่ภาระเพียงบางส่วนตลอดเวลา การใช้ INVERTER เพื่อแปรเปลี่ยนรอบของเครื่องอัด เพื่อให้เหมาะสมกับภาระในแต่ละขณะ จะสามารถประหยัดลงได้มาก

ฉ.4 การใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง : การเลือกเครื่องสูบน้ำที่อัตราการไหลและหัวน้ำมากเกินความจำเป็น จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

ฉ.5 การใช้ท่อน้ำและวาล์วที่มีความเสียดทานต่ำ : สามารถลดความเสียดทานในท่อโดยเลือกท่อมีขนาดใหญ่ขึ้น ความเสียดทานของการไหลของน้ำจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณหรือความเร็วของน้ำยกกำลังสอง กล่าวคือ ในท่อเดียวกัน ถ้าทำให้ความเร็วในท่อลดลง 2 เท่า ความเสียดทานในท่อลดลงเป็น 4 เท่าของเดิม ซึ่งก็คือจะลดขนาดของเครื่องสูบน้ำลงได้

ฉ.6 การใช้พัดลมที่มีประสิทธิภาพสูง : ในการเลือกพัดลม ถ้าใช้ค่าความเสียดทานสูงเกินไปในการเลือก เราจะได้พัดลมขนาดใหญ่กว่าความจำเป็นและถ้าเราให้พัดลมหมุนด้วนความเร็วตามที่เลือกไว้ ก็จะได้อัตราการส่งลมเย็นมากเกินความจำเป็น เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น

ฉ.7 การใช้ท่อลมที่มีความเสียดทานต่ำ : การลดความเสียดทานและความสูญเสียต่างๆในท่อลม ทำได้โดยการออกแบบท่อลมให้มีขนาดใหญ่สำหรับท่อสี่เหลี่ยม ก็ต้องให้ท่อด้านกว้างและด้านสูงมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ฉ.8 การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณลม : การแปรเปลี่ยนปริมาณลมดังกล่าว ไม่ควรลดปริมาณลมให้ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณลมเดิมที่จ่ายในพื้นที่นั้นๆเนื่องจากเคลื่อนไหวของอากาศในพื้นที่นั้นต่ำเกินไป และทำให้คนในพื้นที่ปรับอากาศรู้สึกอึดอัดได้

ฉ.9 การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำ : การลดอัตราการไหลของน้ำเมื่อภาระลดลงจะช่วยลดพลังงานที่ใช้ที่เครื่องสูงน้ำได้ แต่เนื่องจากเครื่องทำน้ำเย็นต้องให้อัตราเย็นไหลผ่านคงที่ การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำจึงต้องแยกน้ำเย็นออกเป็น 2 วงจร คือ วงจรแรก จะมีเครื่องสูบน้ำเพื่อควบคุมให้น้ำเย็นไหลผ่านเครื่องทำน้ำเย็นคงที่ตลอดเวลา วงจรที่สอง จะมีเครื่องสูบน้ำอัดชุดหนึ่ง เพื่อสูบน้ำเย็นจ่ายไปยังจุดต่างๆภายในอาคาร วิธีการดังกล่าวจะสามารถลดขนาดของเครื่องสูบน้ำในวงจรแรกลงได้ และในวงจรที่สองใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายๆเครื่อง หรือใช้เครื่องสูบน้ำแบบแปรเปลี่ยนความเร็วรอบได้ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำเย็นตามที่ต้องการ

ช. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศจะไม่ประสบผลสำเร็จ ถ้าปราศจากการติดตามการใช้งานจริงของระบบเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายและรักษาระดับการใช้พลังงานให้ต่ำที่สุด มีข้อแนะนำเกี่ยวกับการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆในระบบปรับอากาศ ดังนี้

ช.1 ทดสอบและปรับแต่งระบบอย่างสมบูรณ์เป็นครั่งคราว ตามหมายกำหนดการที่ตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งานของระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกมักเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อยเรื่อย

ช.2 ตั้งเทอร์โมสแตทให้ควบคุมอุณหภูมิที่พอเหมาะกับความสบายเท่านั้น ไม่ควรตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งานของระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกจะเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อยเรื่อ

ช.3 เครื่องส่งลมเย็น ควรให้ทำความสะอาดแผงกรองอากาศและขดทำความเย็นเป็นประจำ ถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวสกปรก พื้นผิวรับความร้อนจะถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี ทำให้น้ำเย็นที่กลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำลง ทำให้ประสิทธิภาพที่เครื่องทำน้ำเย็นต่ำลงด้วย

ช.4 ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นประจำ และตรวจสอบอ่างให้มีวัสดุปิดขวางทางลมที่ใช้ในการระบายความร้อน

ช.5 ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียนในระบบเป็นระบบเปิดน้ำระเหยตลอดเวลา ผิวด้านข้างในของอุปกรณ์ควบแน่นจึงมักมีตะกรันและสิ่งสกปรก เป็นผลให้อุณหภูมิควบแน่นสูงขึ้น ฉะนั้นต้องทำความสะอาดมากน้อยตามความจำเป็น

ช.6 ทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ เพื่อให้ผิวระบายความร้อนสะอาดรวมถึงหัวกระจายน้ำ

ช.7 จัดให้มีการบำบัดคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น ความสกปรกในระบบจะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

ช.8 พัดลมทุกตัว จะต้องทำการหล่อลื่น โดยการอัดจารบี หรือหยอดน้ำมันอย่างสม่ำเสมอตามระยะเวลา

ช.9 พัดลมที่ขับด้วยสายพานจะต้องตรวจตราความตึงของสายพานให้เหมาะเสมอ

ช.10 ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำ รวมทั้งแก้ไขการรั่วของน้ำเย็นที่อุปกรณ์ต่างๆ เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งที่ใช้ Packing Seal จะต้องมีน้ำซึมบ้าง มีรอยแตกร้าวที่ผิดปกติหรือไม่

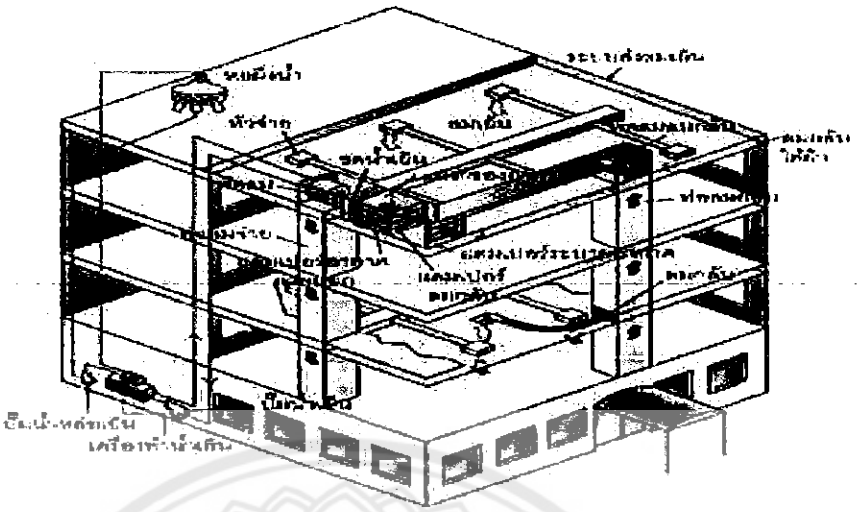
ช.11 ตรวจสอบการรั่วของท่อลมที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลมที่ฉีกขาด

ช.12 ตรวจสอบหน้าต่างและประตูด้านนอกอาคารว่า มีรอยแตกร้าวที่ผิดปกติหรือไม่

ช.13 ในบางอาคาร อาจลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องทำน้ำเย็นลงได้ โดยการทำน้ำเย็นในระบบให้มีอุณหภูมิต่ำลงกว่าที่ใช้งานปกติ 1-2 องศาเซลเซียส และให้เครื่องส่งลมเย็นทำให้อุณหภูมิภายในอาคารต่ำกว่าที่ใช้งานปกติ 1-2 องศาเซลเซียส ก่อนถึงเวลาที่ต้องการภาระความเย็นสูงสุด ลักษณะเช่นนี้ใช้หลักการเดียวกับวิธี Thermal Storage

ช.14 พื้นที่ปรับอากาศบางแห่ง สามารถลดอากาศบริสุทธิ์ที่จะนำเข้ามาถ่ายเทอากาศภายในได้ในบางช่วงเวลา ก็ควรเปิดให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาได้เต็มที่ แต่ในช่วงเวลาอื่นก็ควรหรี่ให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาน้อยลง ก็จะสามารถประหยัดพลังงานได้

2.11 แนวทางการจัดการพลังงานทั่วทั้งองค์กร



รูปที่ 2.2 แนวทางการประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงาน
ที่มา: สำหนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

2.11.1 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

(ใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร) ระบบปรับอากาศมีหลายชนิด แต่ที่ใช้กันมากในอาคารสถานที่ทำงานมักจะเป็นเครื่องทำน้ำเย็นแบบศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำ และเครื่องปรับอากาศแบบชุดระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำ

2.11.1.1 ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

ก. การลดชั่วโมงการทำงาน

ก.1 ปิดเครื่องทำน้ำเย็นซึ่งใช้ไฟฟ้ามากก่อนเวลาเลิกงาน 30 นาที เนื่องจากน้ำเย็นในระบบยังมีความเย็นเพียงพอ

ก.2 ปิดเครื่องส่งลมเย็นหรือเครื่องปรับอากาศแบบชุดในเวลาพักเที่ยงหรือในบริเวณที่เลิกใช้งาน

ก.3 ปิดพัดลมระบายอากาศในห้องน้ำหลังเลิกงานและวันหยุด

ข. ปรับตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทให้เหมาะสม

ข.1 ตั้งอุณหภูมิที่ 78 ฟาเรนไฮต์ (25 องศาเซลเซียส) ในบริเวณที่ทำงานทั่วไปและพื้นที่ส่วนกลาง

ข.2 ตั้งอุณหภูมิที่ 75 ฟาเรนไฮต์ (24 องศาเซลเซียส) ในบริเวณพื้นที่ทำงานใกล้หน้าต่างกระจก

ข.3 ตั้งอุณหภูมิที่ 72 ฟาเรนไฮต์ (22 องศาเซลเซียส) ในห้องคอมพิวเตอร์

ข.4 การปรับอุณหภูมิเพิ่มทุกๆ 1 องศาเซลเซียส จะช่วยประหยัดพลังงานร้อยละ 10 ของเครื่องปรับอากาศ

ข.5 ในกรณีที่มีเครื่องทำน้ำเย็นติดตั้งแบบขนานกันหลายเครื่อง ไม่ควรเดินเครื่องทำน้ำเย็นที่เป็นเครื่องสำรอง ในขณะที่ยังมีภาระทำความเย็นต่ำ (เช่นในวันนั้นมีคนมาทำงานจำนวนน้อย อากาศนอกอาคารเย็น หรือมีฝนตก) เพื่อที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุด และควรปิดวาล์วน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็นที่เข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็นสำรองนั้น

ข.6 ควรบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอโดยการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ การทำ ความสะอาด และตรวจสอบรอยรั่วตามขอบกระจกและผนังทุก 3-6 เดือน

2.11.1.2 ปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

ก. ปรับปรุงในส่วนระบบน้ำเย็น

ก.1 ควรเลือกเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง (ค่ากิโลวัตต์ต่อตันต่ำ) และเลือกจำนวนเครื่องให้ทำงานได้ค่าประสิทธิภาพสูงที่ภาระสูงสุดและภาระต่ำสุด

ก.2 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบแยกส่วนที่มีค่า EER สูง (เบอร์5) สำหรับบริเวณที่มีการทำงานในช่วงเย็นหรือในวันหยุด เพื่อลดชั่วโมงทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น

ก.3 ปรับปรุงฉนวนท่อน้ำเย็น เพื่อลดความร้อนที่ถ่ายเทเข้าไปสู่น้ำเย็น ซึ่งช่วยให้เครื่องทำน้ำเย็นใช้ไฟฟ้าลดลง EER : Energy Efficiency Ratio (อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน)

ข. ปรับปรุงในส่วนระบบลมเย็น

ข.1 ใช้เทอร์โมสตัทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งความถูกต้องในการควบคุมอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส จะทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ถึงร้อยละ 10

ข.2 ใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง ช่วยลดความสกปรกที่ขดน้ำเย็น เป็นการ เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องส่งลมเย็นและทำให้คุณภาพอากาศในที่ทำงานดีขึ้น

ข.3 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบค่าคาร์บอนไดออกไซด์ภายในที่ทำงาน เพื่อควบคุม การเปิดปิดทางเข้าของอากาศภายนอก ไม่ให้เข้ามาในอาคารมากเกินไปในขณะที่ยังคงรักษา ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ในที่ทำงานให้เพียงพออยู่เสมอ

ข.4 ใช้อุปกรณ์ควบคุมปริมาณลม พร้อมกับติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ มอเตอร์พัดลมของเครื่องส่งลมเย็น เพื่อขจัดปัญหาภาวะไม่สมดุลของลมที่จ่ายในแต่ละพื้นที่ ทำงานในขณะเดียวกันยังเป็นการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

2.11.1.3 ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นระบบประหยัดพลังงานทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ใช้ง่าย สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จำนวนมากโดยใช้บุคลากรเพียงคนเดียว

ก. สามารถกำหนดชั่วโมงทำงานของระบบปรับอากาศได้ถูกต้องแม่นยำและมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ สามารถเปิดและปิดอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด (Time Schedule) และสามารถเปิดและปิดตามสภาพอากาศภายนอกและตามภาระทำความเย็น (Optimum Start –Stop)

ข. สามารถเก็บบันทึกและรายงานสถานะใช้งานของระบบปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานของระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพตลอดเวลาอย่างอัตโนมัติ

ค. สามารถควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศในระยะไกล (จากหน้าจอคอมพิวเตอร์) ปรับปรุงในส่วนอาคาร

ง. ผนังทึบ ผนังภายนอกควรทาสีขาวหรือสีอ่อนเพื่อช่วยสะท้อนความร้อน ผนังภายในควรบุฉนวนกันความร้อน

จ. ผนังกระจก (ซึ่งนิยมมากสำหรับอาคารสถานที่ทำงานในปัจจุบัน) ควรใช้กระจกชนิดสะท้อนรังสีความร้อน (Heat Mirror) แทนที่จะใช้กระจกใสธรรมดา กรณีอาคารเก่าที่ใช้กระจกใสธรรมดาก็ควรพิจารณาติดฟิล์มชนิดสะท้อนรังสีความร้อน

2.11.2 อุปกรณ์อื่นๆ

2.11.2.1 อุปกณ์สำนักงาน ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer) เครื่องพิมพ์ผล (Printer) เครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องโทรสาร

ก. ปิดเครื่องหลังเลิกงานพร้อมทั้งดึงปลั๊กออกด้วย เนื่องจากยังมีการสิ้นเปลืองพลังงาน ยกเว้น เครื่องโทรสาร ซึ่งต้องเปิด 24 ชั่วโมง

ข. ปิดจอภาพในเวลาพักเที่ยง เนื่องจากจอภาพใช้ไฟฟ้ากว่าร้อยละ 70 ของ คอมพิวเตอร์ และควรสั่งให้ระบบประหยัดพลังงานอัตโนมัติที่มากับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน

ค. ซื้อเฉพาะอุปกรณ์สำนักงานที่มีสัญลักษณ์ Energy Star และตรวจสอบว่า ระบบประหยัดพลังงานทำงานได้จริง

ง. ซื้อจอภาพขนาดที่เหมาะสม เช่น จอภาพ 14 นิ้ว ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าจอภาพ 17 นิ้ว

จ. พิจารณาเครื่องพิมพ์ผล (Printer) และเครื่องถ่ายเอกสารที่มีระบบถ่าย 2 หน้า จะช่วยประหยัดกระดาษ

2.11.2.2 ลิฟท์

ก. ควรใช้บันไดกรณีขึ้นลงชั้นเดียว

ข. ควรตั้งโปรแกรมให้ลิฟท์หยุดเฉพาะชั้นคี่ หรือชั้นคู่ เนื่องจากลิฟท์ใช้ไฟฟ้ามาก ในขณะออกตัว

2.11.2.3 ปั๊มน้ำ

ก. ใช้หัวน้ำก๊อกชนิดประหยัดน้ำ

ข. ควรติดมิเตอร์วัดการใช้น้ำ แยกระหว่างระบบน้ำที่ใช้ระบายความร้อนของเครื่อง ทำน้ำเย็นกับระบบประปา เพื่อง่ายต่อการควบคุมตรวจสอบการใช้ปริมาณน้ำ

ค. ควรนำน้ำจากอ่างล้างมือมาใช้รดต้นไม้ (บริเวณรอบๆ สถานที่ทำงาน) หรือติดตั้ง อุปกรณ์ตรวจสอบความชื้นที่ผิวดิน บริเวณปลูกต้นไม้ เพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ

2.12 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

2.12.1 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าไฟฟ้า

2.12.1.1 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและการควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้า และแสงสว่าง เพื่อลดค่าไฟฟ้าและส่งผลให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดย

ก. จัดการและควบคุมค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า (จำนวนหน่วยที่ใช้) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด (Peak Demand) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด (Reactive Power) ให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ข. ดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจัดการ และการควบคุมมีอยู่หลายตัว การเลือกใช้ดัชนีตัวใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละสถานประกอบการ ได้แก่ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย ค่าตัวประกอบโหลด ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ประมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่เป็นต้น

ค. แนวทางการจัดการเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้ไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าวิธีการทั้งการส่งเสริมการประหยัดค่าพลังงานและการใช้กลไกด้านราคาไฟฟ้า สรุปเป็นมาตรการหลัก 4 มาตรการ ดังนี้

ค.1 ลดกำลังไฟฟ้าในช่วงโหลดสูงสุด

ค.2 เพิ่มการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาโหลดต่ำ

ค.3 เฉลี่ยการใช้โหลดในแต่ละเวลาให้ใกล้เคียงกัน

ค.4 อนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

โดยการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ แนวทางการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดจำเป็นต้องเข้าใจคำว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor) เสียก่อน ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ใช้ทั้งหมดใน1เดือน (kwh)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ใน1เดือน (kw) x จำนวนชั่วโมงใน1เดือน (h)}} \times 100\% \qquad (2.7)$$

2.12.1.2 ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

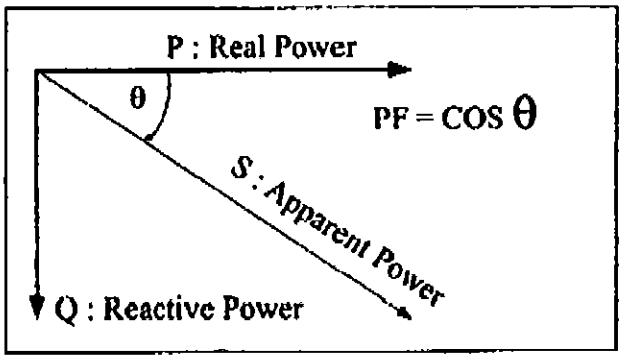
ระบบปรับและจ่ายไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยประหยัดพลังงานได้ ดังนั้น หากในอุตสาหกรรม และอาคารมีการออกแบบระบบรับ และจ่ายไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพก็จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี การออกแบบระบบไฟฟ้าที่ดีนั้น ผู้ออกแบบต้องเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม และได้มาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงหรือภูมิภาคซึ่งจะทำให้ใช้งานได้อย่างปลอดภัยและสามารถใช้งานได้ยาวนานการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้าช่วยลดการสูญเสียภายในหม้อแปลงไฟฟ้าทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถจ่ายโหลดได้เพิ่มขึ้นการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่ดีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า เช่น ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) ไว้ในตำแหน่งที่ใกล้กับโหลดที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ

ก. การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

หากสถานประกอบการกำลังพิจารณาซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าใหม่ ควรเลือกซื้อชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง หรือเป็นแบบประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีการสูญเสียใน Core Loss ต่ำกว่าแบบธรรมดา และควรเลือกขนาดที่เหมาะสมกับโหลด หากพิจารณาจากคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าตามรูปกราฟ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าจะแปรผันตามค่าโหลด ดังนั้นถ้าโรงงานซื้อหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้โหลดแฟคเตอร์ต่ำและประสิทธิภาพก็ต่ำด้วย ในขณะเดียวกันหากโหลดไฟฟ้าของสถานประกอบการมีค่าสูงในระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่เหลือของวันหนึ่งมีโหลดน้อยมาก ดังนั้น การเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะทำให้ประหยัดพลังงานได้มาก

ข. ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

หลักการบริหารการจัดการระบบไฟฟ้า คือ การลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในระบบให้อยู่ในระดับต่ำที่สุด ดังนั้นการตรวจสอบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการพลังงานที่ดี และการแก้ไขค่า ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) หรือเรียกย่อยๆ ว่าค่า PF ให้มีค่าสูงสุด (เท่ากับ 1) นับเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า และช่วยลดการสูญเสียในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าด้วย



รูปที่ 2.3 การเกิดตัวประกอบกำลังในระบบไฟฟ้า

ที่มา : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Energy_Conservation_in_Industrial_Plant/5_4_1.html

ระบบไฟฟ้ามีค่า PF มาก (สูงสุด = 1) ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลงเนื่องมาจากค่าของกำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power) ใกล้เคียงกับค่าของกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) หรือ (Active Power) ทั้งนี้เนื่องจากกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียหรือกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power) มีค่าน้อยนั่นเองระบบไฟฟ้าที่มีค่า PF ต่ำจะเกิดการสูญเสียพลังงานในระบบมากส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในพลังงานมาก ดังนั้น การแก้ให้ค่า PF สูงขึ้นจะทำให้ค่าไฟฟ้าลดลงแต่การแก้ค่า PF นี้ต้องลงทุนติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม จึงต้องประเมินความคุ้มค่าด้วย โดยพิจารณาเปรียบเทียบเงินลงทุนในการแก้ไขค่า PF กับมูลค่าที่สามารถประหยัดได้จากการแก้ไขค่า PF

ข.1 ผลของค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ

โรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ เพิ่มขึ้นดังต่อไปนี้

ข.1.1 ทำให้แรงดันไฟฟ้าตก

ในระบบที่มีค่า PF ต่ำ จะทำให้แรงดันไฟฟ้าในระบบต่ำกว่าปกติ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่สูงเป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างสายส่ง

ข.1.2 การใช้ไฟฟ้าต่อเดือน (kWh /เดือน) เพิ่มขึ้น

ข.1.3 ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกันจะมีการสูญเสียในระบบต่างกัน ยิ่งค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำเท่าใด การสูญเสียกำลังไฟฟ้าก็จะมีค่ามากขึ้น ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่ต่ำทำให้ต้องใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นและทำให้ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย

ข.2 วิธีแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า หากโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารใดมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโหลดแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Load) หรือเป็นโหลดแบบเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitive Load) ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว จะทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ แต่ถ้านำอุปกรณ์สองประเภทนี้มาใช้ร่วมกันในอัตราที่เหมาะสมจะทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

สูงถึงร้อยละ 95 – 100 ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า วิธีการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า การแก้ไขค่าตัวประกอบกำบังไฟฟ้าก็คือการเพิ่มค่า cos θ หรือลดมุม θ ที่แตกต่างกันระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าให้มีค่าน้อยที่สุดเพื่อเพิ่มค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ให้ใกล้เคียง 1 มากที่สุด การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้าหลัง (Lagging Power Factor) ให้มีค่าสูงขึ้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

ข.2.1 การใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) ต่อเข้าไปในระบบไฟฟ้านั้น มีประโยชน์หลายอย่าง นอกจากจะช่วยแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลดให้สูงขึ้นแล้ว ยังช่วยทำให้แรงดันไฟฟ้าดีขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่งคือการช่วยลด Var Flow ออกจากระบบไฟฟ้าหรือออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง เพราะตัวเก็บประจุไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยจ่ายกำบังไฟฟ้ารีแอคทีฟให้แก่ระบบไฟฟ้า อีกทั้งยังมีประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่วยกันป้องกันการจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือจากหม้อแปลงไฟฟ้าเกินกำลัง ช่วยลดความสูญเสียในระบบไฟฟ้า ช่วยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

ข.2.2 การใช้ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor) การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าอีกวิธีหนึ่งสามารถทำได้โดยใช้ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor) ขับโหลดเชิงกล (Mechanical Load) ในโรงงาน โดยเป็นการติดตั้งแทนมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) ที่ใช้งานอยู่เดิมหรือติดตั้งขึ้นมาใหม่เมื่อโรงงานมีการขยายงานเพิ่มขึ้น ซิงโครนัสมอเตอร์มีประสิทธิภาพการทำงานสูง เหมาะกับโหลดที่ต้องการประสิทธิภาพด้านความเร็วที่มีความคงที่สูงมีขนาดอย่างต่ำ 20 แรงม้า (HP) ขึ้นไป แต่การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในโรงงานจะเกิดขึ้นต่อเมื่อซิงโครนัสมอเตอร์เริ่มทำงานเท่านั้นหรือ จะใช้ซิงโครนัสมอเตอร์แก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าอย่างเดียวโดยไม่ใช้กับโหลดในโรงงานก็ได้ วิธีนี้นิยมใช้กันในระบบใหญ่ๆ ถ้าเป็นระเบียบที่เล็กกว่านั้นจะเป็นการลงทุนที่สูงกว่าวิธีอื่นมาก

2.12.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง

2.12.2.1 การเลือกใช้อุปกรณ์แสงสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานหลักการเลือกชนิดหลอดในการใช้งาน

ก. พิจารณาประสิทธิภาพทางแสงสว่าง (Lighting Efficiency) โดยหลอดที่มีประสิทธิภาพสูง คือหลอดที่กินไฟน้อยแต่ให้ความสว่างมากนั่นคือค่าประสิทธิภาพทางแสงสว่างยิ่งมีค่ามากยิ่งดี

ข. อายุการใช้งานของหลอดไฟ หลอดไฟที่มีราคาถูกมักจะอายุการใช้งานสั้นทำให้ต้องมีการเปลี่ยนหลอดอยู่บ่อยๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าหลอดที่มีราคาแพงแต่อายุการใช้งานนานกว่า เช่น หลอดไส้ราคาถูกกว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แต่อายุการใช้งานสั้นกว่า

ค. อุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature) จากหลอดต้องเหมาะสมกับลักษณะงานอุณหภูมิสีของแสง เป็นตัวที่บอกว่าแสงที่ได้มีความขาวมากน้อยแค่ไหน ถ้ามีอุณหภูมิต่ำแสงที่ได้ออกมาจะเป็นโทนสีเหลืองหรือแดงจะให้ความรู้สึกโทนสีอุ่น เช่น Warm White เหมาะกับ

บ้านที่อยู่อาศัย โรงแรม ห้างสรรพสินค้า ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นแสงก็จะยิ่งขาวขึ้นจะให้ความรู้สึกโทนสีเย็น เช่น White หรือ Daylight เหมาะกับโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร ออฟฟิศ

ง. หลอดไส้ (Incandescent Lamp) เป็นหลอดแสงสว่างราคาถูก สีของแสงดี ติดตั้งง่ายให้แสสว่างทันที่เมื่อเปิด สามารถติดอุปกรณ์เพื่อปรับหรือหรี่แสงได้ง่าย แต่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก อายุการใช้งานสั้น ไฟฟ้าที่ป้อนให้หลอดจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนกว่าร้อยละ 90 จึงไม่ประหยัด พลังงาน แต่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทที่ต้องการหรี่แสง เช่น ห้องจัดเลี้ยงตามโรงแรม ส่วนหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ไม่สามารถหรี่แสงได้

2.12.2.2 หลักการเลือกบัลลาสต์

บัลลาสต์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปที่หลอดให้มีความเหมาะสมและสม่ำเสมอตามแต่ประเภทและชนิดของหลอดโดยส่วนมากใช้กับหลอดประเภทฟลูออเรสเซนต์และหลอดประเภทคายประจุความดันสูงโดยแบ่งบัลลาสต์ออกได้เป็น 3 ชนิดหลัก คือ

ก. บัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา เป็นบัลลาสต์ที่ใช้กันแพร่หลาย เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก จะทำให้แกน เหล็กร้อน ทำให้มีพลังงานสูญเสียประมาณร้อยละ 20 ของพลังงานที่จ่ายให้ระบบแสงสว่างโดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 10-14 วัตต์ อุณภูมิขณะการใช้งานจะอยู่ที่ช่วง 55-70 องศาเซลเซียส ให้ค่าประกอบกำลังต่ำ (PF)

ข. บัลลาสต์ขดลวดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง หรือบัลลาสต์โลลอส เป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วยแกนเหล็ก และขดลวดที่มีคุณภาพดีทำให้มีการสูญเสียพลังงานจะลดลงเหลือ 5-6 วัตต์ อุณหภูมิขณะการใช้งานต่ำกว่าแบบแกนเหล็กธรรมดาโดยจะอยู่ที่ช่วง 35-50 องศาเซลเซียส ให้ค่าประกอบกำลังต่ำ (PF)

ค. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วย ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีการสูญเสียพลังงานน้อยประมาณ 1-2 วัตต์ เปิดติดทันทีไม่กระพริบไม่ต้อง ใช้สตาร์ทเตอร์ ไม่มีเสียงรบกวน ทำให้อายุการใช้งานของหลอดแสงสว่างนานขึ้น 2 เท่า ของหลอดแสงสว่างที่ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา ดังนั้นหากมีชั่วโมงการใช้งานต่อวันมาก ควรเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เพราะนอกจากจะช่วยประหยัดไฟแล้ว ยังมีประโยชน์อีกหลายอย่าง

2.12.2.3 หลักการเลือกโคมไฟส่องสว่าง

โคมไฟส่องสว่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมทิศทางของการส่องสว่างให้เหมาะสม และไม่ทำให้เกิดความไม่สบายตาในการมองสิ่งต่างๆ โดยโคมที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้ แต่จะช่วยในการลดจำนวนหลอด แสงสว่างได้ในขณะที่ความสว่างคงเดิม เช่น จากเดิมใช้หลอดไฟ 4 หลอดต่อ 1 โคม จะลดลงเหลือ 2 หลอดต่อ 1 โคม โดยที่แสงสว่างที่ส่องลงมาจะยังเท่าเดิมโดยทั่วไปมักใช้หลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามอาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า

2.12.2.4 การออกแบบแสงสว่างให้เหมาะสม

ก. ควรออกแบบให้มีความสว่างเหมาะสมกับลักษณะหรือประเภทงานไม่มากหรือน้อยเกินไประดับความสว่างได้ตามมาตรฐานวิศวกรรมส่องสว่าง หากแสงสว่างมากเกินไปอาจหาวิธีการลดหลอดเช่นจาก 4 หลอดอาจจะเหลือ 2 หลอดก็ได้แต่โดยทั่วไปการที่จะทำการลดหลอดที่เดียวเลยนั้นจะมีผลทางจิตวิทยากับคนทำงานเพราะเป็นการลดความสว่างจากเดิมทันทีทำให้เขารู้สึกว่าไม่ค่อยสว่างแต่ที่จริงแล้วแสงยังอยู่ในมาตรฐานดังนั้นควรที่จะเริ่มที่การปรับหรี่โดยใช้อุปกรณ์หรี่แสง (Dimmer) ปรับลดก่อน เช่น อุปกรณ์ OPTILUX

ข. ควรเลือกสีของหลอดไฟให้เหมาะสมกับลักษณะงานเพื่อให้เกิดความสบายตาและมองเห็นสีของวัตถุได้ถูกต้องตามความเป็นจริง และช่วยลดอุบัติเหตุ เช่น แสงสีขาวเหมาะกับการอ่านหนังสือ แสงสีส้มเหมาะกับส่องสินค้าในห้างสรรพสินค้าเป็นต้น

ค. การควบคุมการเปิดปิดไฟให้เป็นไปตามช่วงเวลาตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

ง. ควรออกแบบให้กำลังไฟฟ้าติดตั้งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดในพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

จ. ใช้แสงธรรมชาติ (Daylight Utilization) จากหลังคา จะช่วยลดจำนวนหลอดแสงสว่างช่วยประหยัดค่าไฟและค่าบำรุงรักษา แต่กระจกที่ใช้ควรเป็นกระจก 2 ชั้น หรือกระจกติดฟิล์มเพื่อลดความ ร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาด้วย เหมาะกับห้องโถงตามโรงแรม ห้างสรรพสินค้าและโรงงาน

2.12.2.5 การบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างให้สม่ำเสมอ

ก. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าที่เหมาะสม เนื่องจากเมื่อแรงดันไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจากค่าพิกัดของตัวอุปกรณ์ และหลอดไฟแล้วจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการส่องสว่างและฟลักซ์ของการส่องสว่างดังนั้นจึงต้องหมั่นตรวจสอบแรงดับของระบบไฟฟ้าอยู่เสมอ เช่น หลอดไฟที่อยู่บริเวณปลายทางของวงจรมักจะมีแรงดันต่ำกว่าต้นทางโดยเฉพาะหลอดที่เป็นแบบคายประจุความดันสูงที่ใช้บัลลาสต์แบบ Reactor ธรรมดาซึ่งจะทำให้ค่าตัวประกอบกำลังต่ำด้วยทำให้แรงดันตกมากกระแสในวงจรนั้นสูงสายไฟร้อนแก้ได้ด้วยการต่อคาปาซิเตอร์เพื่อแก้ไขค่าตัวประกอบกำลัง ช่วยให้แรงดันตกที่ปลายทางมีค่าน้อยลงกระแสในวงจรลดลงสายไม่ร้อน

ข. เลือกใช้บัลลาสต์ให้เหมาะสมกับชนิดของหลอดไฟ โดยบัลลาสต์แต่ละชนิดแต่ละประเภทจะระบุการใช้งานว่าใช้งานกับหลอดไฟชนิดใด ดังนั้นการเลือกใช้งานบัลลาสต์ควรดูว่าจะนำไปใช้กับหลอดชนิดไดเพราะหากนำไปใช้กับหลอดผิดประเภทก็จะมีผลต่อฟลักซ์ของความส่องสว่างและอายุการใช้งานของหลอดด้วย และควรเลือกบัลลาสต์ที่มีความสูญเสียน้อย

ค. เลือกโคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากเมื่อใช้งานไปเป็นเวลานานๆ ประสิทธิภาพของโคมก็จะเปลี่ยนไปเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน เช่น แผ่นสะท้อนแสงหมอง ผิว

ขรุขระ ฝาครอบชำรุดเป็นต้น ดังนั้นการเลือกโคมที่มีประสิทธิภาพสูงใช้วัสดุคุณภาพดีในการทำและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่นำไปใช้งานก็จะช่วยให้ใช้งานได้นานขึ้นช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีกทาง

ง. ควรดูแลรักษาทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟให้สม่ำเสมอโดยมีแผน PM เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน นอกจากนี้ยังต้องระมัดระวังไม่ให้ฝ้า เพดาน ผนังสกปรกหรือหมองคล้ำด้วยเพราะองค์ประกอบเหล่านี้มีผลกระทบต่อความสว่างด้วย

จ. ควรเปลี่ยนหลอดแสงสว่างเป็นกลุ่มแทนที่จะเปลี่ยนทุกครั้งเมื่อหลอดเสียจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายจากค่าแรงที่ลดลงจากการซื้อเป็นจำนวนมาก และยังทำให้ความ สว่างคงที่หรือดีขึ้นอยู่เสมอ ระยะเวลาที่ควรเปลี่ยนหลอดไฟให้ได้ผลคุ้มค่าคือ เมื่อร้อยละ 60-80 ของอายุการใช้งานหลอด

2.13 ประเภทของมาตรการประหยัดพลังงาน

หากพิจารณาในแง่ของการปรับปรุงหรือระดมการลงทุนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 มาตรการ คือ

2.13.1 มาตรการที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนน้อย เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนเลยหรือลงทุนน้อยมากดำเนินการได้ง่าย เช่น การควบคุมอากาศส่วนเกิน การปรับความตึงสายพาน เป็นต้น

2.13.2 มาตรการที่มีการลงทุนปรับปรุงอุปกรณ์พอสมควร เป็นมาตรการที่มีการลงทุนไม่มาก เช่น การหุ้มฉนวน การนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ การเปลี่ยนหัวเผาของหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและการติดตั้งกับดักไอน้ำ เป็นต้น

2.13.3 มาตรการที่มีการลงทุนสูง ระยะเวลาคืนทุนนาน เป็นมาตรการที่มีการลงทุนสูงโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์หรือกระบวนการผลิตใหม่ เช่น เปลี่ยนหม้อไอน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์นำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ เป็นต้น

2.14 การคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ

2.14.1 โครงสร้างของค่าไฟฟ้า

2.14.1.1 ค่าไฟฟ้าฐาน ประกอบด้วยค่าใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าบริการ

ก. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

= ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า x อัตราค่าไฟฟ้า (2.8)

ข. ค่าพลังงานไฟฟ้า

= หน่วยการใช้ไฟฟ้า x อัตราค่าไฟฟ้า (2.9)

2.14.1.2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่า Ft) รัฐบาลประกาศปรับเปลี่ยนค่าไฟฟ้าผันแปรทุก ๆ 4 เดือน โดยคำนึงถึงราคาค่าเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนไป

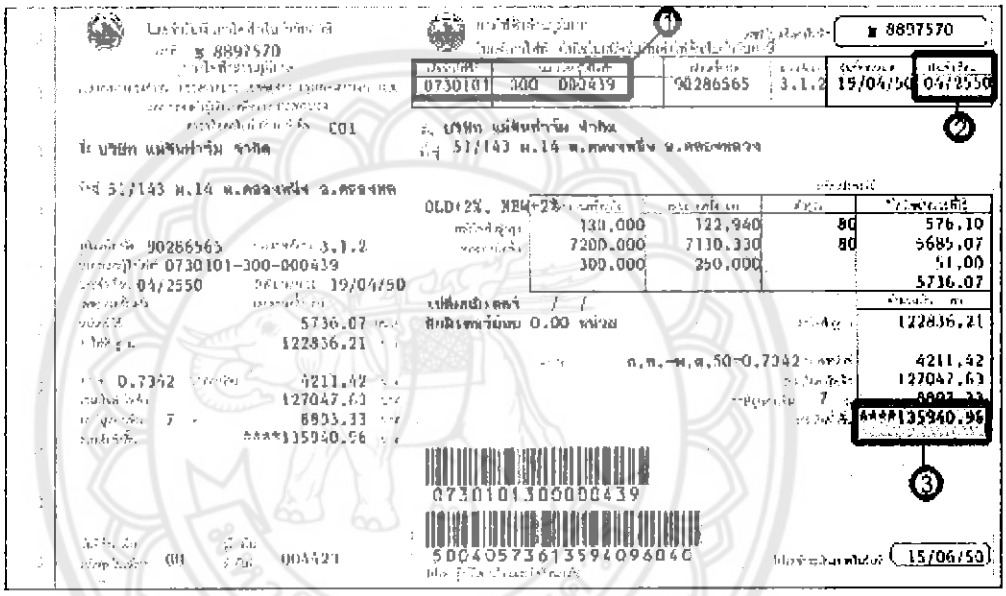
= หน่วยการใช้ไฟฟ้า x ค่า Ft (2.10)

2.14.1.3 ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

= ค่ากิโลวาร์สูงสุด - (0.6197 x ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด) x อัตราค่ากิโลวาร์ (2.11)

2.14.1.4 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 คิดจากยอดรวมของค่าไฟฟ้าฐานและค่าไฟฟ้าผันแปร ในอัตราตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งปัจจุบันกำหนดไว้ที่อัตราร้อยละ 7

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft + ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์) x 7 / 100 (2.12)



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างใบเสร็จการคิดค่าไฟฟ้า

ที่มา : http://www.eppo.go.th/vrs/VRS53-04-ng.html

2.14.2 วิธีคิดค่าไฟฟ้าอัตรา TOU และ TOD

TOD และ TOU เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดให้ราคาแตกต่างกันตามช่วงเวลา เหมือนกันแต่รายละเอียดของช่วงเวลา และ ราคาที่แตกต่างกันตามค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) แตกต่างกันออกไปดังนี้

2.14.2.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time Of Day Rate : TOD)

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD จะคิดโดย Peak ความต้องการพลังงานสูงสุด ในช่วงเวลา 18.30-21.30 น. + Partial Peak ความต้องการพลังงานสูงสุด ในช่วงเวลา 08.00-18.30 น. + ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (ดูจากบิลค่าไฟฟ้าได้) * บาท/หน่วย จะเห็นว่าค่าบาทต่อหน่วยที่ 22-33 KV ราคาเท่ากับอัตราปกติ คือ 1.7034 บาท แต่ต่างกันที่ค่า Peak ซึ่งถ้าเราสามารถ

ควบคุมการผลิตไม่ให้ผลิตในช่วงเวลา 18.30-21.30 ได้ หรือให้ผลิตน้อยที่สุด เราจะสามารถลดการจ่ายค่าไฟในส่วนของค่า Peak ลงได้มากทีเดียว

ตารางที่ 2.1 ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ

ค่าแรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)
	Peak	Partial	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	2.7441
2. แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	285.05	58.88	0	2.7815
3. แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	332.71	68.22	0	2.8095

ที่มา : http://www.pea.co.th/th/rates/rates_tou_tod_ft.htm

Peak : เวลา 18.30 - 21.30 น. ของทุกวัน

Partial : เวลา 08.00 - 18.30 น. ของทุกวัน (ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า คิดเฉพาะส่วนที่เกิน Peak)

Off Peak : เวลา 21.30 - 08.00 น. ของทุกวัน

ตัวอย่างที่ 1 ค่าไฟฟ้าคิดอัตราประเภทที่ 4.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD) ระดับแรงดัน 22 -33 เควี

ความต้องการพลังไฟฟ้า

On Peak (ทุกวัน 18.30 – 21.30 น.) = 9,972.22 กิโลวัตต์

Partail Peak (ทุกวัน 8.00 – 18.30) = 14,958.33 กิโลวัตต์

Off Peak (ทุกวัน 21.30 – 8.00) = 11,966.67 กิโลวัตต์

หน่วยการใช้ไฟฟ้า = 6,500,000 หน่วย

ก. ค่าไฟฟ้า

ก.1 ค่าความต้องการไฟฟ้า

= ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า X อัตราค่าไฟฟ้า

= (9,972.22 X 285.05) + [(14,958.33 – 9972.22) X 58.88]

= 3,136,163.47 บาท

= หน่วยการใช้ไฟฟ้า X อัตราค่าไฟฟ้า

ก.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า = (6,500,000 x2.7815)

=18,079,750 บาท

= 312.24 บาท

ก.3 ค่าบริการรายเดือน = 3,136,163.47 + 18,079,750 + 312.24

*รวมค่าไฟฟ้าฐาน = 21,216,225.71 บาท

ข. ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่า Ft)

หน่วยละ -0.06 บาท/หน่วย = หน่วยการใช้ไฟฟ้า X ค่า Ft

= 6,500,000 X -0.06

= -390,000 บาท

ค. ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft) X 7/100

= (21,216,225.71 -390,000) X 7/100

= 1,457,835.80 บาท

*รวมเงินที่ต้องชำระ = 21,216,225.71 - 390,000 +1,457,835.80

= 22,284,061.51 บาท

2.14.2.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time Of Use Rate : TOU)

การคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU จะคิดค่า Peak น้อยกว่าแบบอัตราปกติ และค่าบาทต่อหน่วยจะสูงกว่ามากในช่วง วันจันทร์ - ศุกร์ เวลา 09.00 - 22.00 น. แต่ถ้ามาทำช่วงเวลา 22.00 - 09.00 น. และ เสาร์ - อาทิตย์ ค่าบาทต่อหน่วยจะน้อยกว่าอัตราปกติ ดังนั้นถ้าสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการเดินเครื่องจักรให้ไปทำช่วงกลางคืน หรือวันหยุดได้ จะทำให้สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้

อัตราขั้นต่ำ : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือน ที่ผ่านมา

ตารางที่ 2.2 ค่าไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time Of Use Rate: TOU)

ค่าแรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท / กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท / หน่วย)		ค่าบริการ (บาท / เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	74.14	3.6917	2.2507	312.24
2. แรงดัน 22-33 กิโลโวลท์	132.93	3.7731	2.2695	312.24
3. แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	210.00	3.9189	2.3027	312.24

ที่มา : http://www.pea.co.th/th/rates/rates_tou_tod_ft.htm

Peak : วันจันทร์ - ศุกร์ 09.00 - 22.00 น

Off Peak : วันจันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 09.00 น. และวันเสาร์ วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งวัน

ตัวอย่างที่ 2 ค่าไฟฟ้าคิดอัตราประเภทที่ 4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) (ระดับแรงดัน 22 – 33 เควี)

ความต้องการพลังไฟฟ้า

On Peak (จันทร์ – ศุกร์ 9.00 -22.00 น.) = 7,500 กิโลวัตต์

Off Peak 1 (จันทร์ – ศุกร์ 22.00 -9.00 น.) = 6,000 กิโลวัตต์

Off Peak 2 (เสาร์,อาทิตย์,วันหยุดราชการ) = 5,000 กิโลวัตต์

หน่วยการใช้ไฟฟ้า

On Peak (จันทร์ – ศุกร์ 09.00 – 22.00 น.) = 400,000 หน่วย

Off Peak 1 (จันทร์ – ศุกร์ 22.00 -9.00 น.) = 350,000 หน่วย

Off Peak 2 (เสาร์,อาทิตย์,วันหยุดราชการ) = 250,000 หน่วย

ก. ค่าไฟฟ้า

ก.1 ค่าความต้องการไฟฟ้า = ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า X อัตราค่าไฟฟ้า

= 7,500 x 132.93

= 996,975.00 บาท

หน่วยการใช้ไฟฟ้า X อัตราค่าไฟฟ้า

ก.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า = (400,000 X 3.7731) + [(350,000 + 250,000) X 2.2695]

= 2,870,940 บาท

= 312.24 บาท

ก.3 ค่าบริการรายเดือน = 996,975.00 + 2,870,940 + 312.24

*รวมค่าไฟฟ้าฐาน = 3,868,227.24 บาท

ข. ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่า Ft)

หน่วยละ -0.06 บาท/หน่วย = หน่วยการใช้ไฟฟ้า x ค่า Ft

= 1,000,000 X - 0.06

= - 60,000 บาท

ค. ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7

= (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft) X 7/100

= (3,868,227.24 - 60,000) X7/100

= 266,575.91 บาท

*รวมเงินที่ต้องชำระ = 3,868,227.24 - 60,000 + 266,575.91

= 4,074,803.25 บาท

2.15 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ

ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ) ENERGY CONTENT OF FUEL (NET CALORIFIC VALUE)

Megajoules (MJ) คือ ค่าพลังงานความร้อน ค่าพลังงานความร้อนไม่สามารถแปรผันตามต้นทุนของการใช้พลังงาน แต่จะแปรผันตามปริมาณการใช้พลังงาน หากใช้พลังงานมากค่าพลังงานเป็น Megajoules (MJ) ก็มากขึ้น

2.15.1 หน่วยและการแปลงหน่วยความร้อน

1 กิโลแคลอรี่ (Kcal) = 4186 จูล (Joules)

= 3.968 บีทียู (Btu)

1 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (toe) = 10.093 จิกะแคลอรี่ (Gcal)

= 42.244 จิกะจูล (GJ)

= 40.047 x 10^6 บีทียู (Btu)

1 บาร์เรล (barrel) = 158.99 ลิตร (litres)

1 ลูกบาศก์เมตรของไม้ = 600 กิโลกรัม (kg.) (cu.m. of solid wood)

1 ลูกบาศก์เมตรของถ่าน = 250 กิโลกรัม (kg.) (cu.m. of charcoal)

5 กิโลกรัมของฟืน = 1 กิโลกรัมของถ่าน(kg. of fuel wood)

1 ลิตรของก๊าซปิโตรเลียมเหลว = 0.54 กิโลกรัม (kg.)

ตารางที่ 2.3 หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี่/หน่วย kcal /UNIT	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วยtoe / 106UNIT	เมกะจูล / หน่วย MJ/UNIT	พันบีทียู /หน่วย 103 Btu /UNIT
พลังงานใหม่และหมุนเวียน				
1. ฟืน (กก.)				
2. ถ่าน (กก.)	3820	378.48	15.99	15.16
3. แกลบ (กก.)	6900	683.64	28.88	27.38
4. กากอ้อย (กก.)	3440	340.83	14.40	13.65
5. ขยะ (กก.)	1800	178.34	7.53	7.14
6. ขี้เลื่อย (กก.)	1160	114.93	4.86	4.60
7. วัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตร (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32
	3030	300.21	12.68	12.02
8. ซังข้าวโพด (กก.)				
9. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	4309.60	427.04	18.04	17.10
	5000	495.39	20.93	19.84

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ

ประเภท(หน่วย)	กิโลแคลอรี่/หน่วย kcal /UNIT	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วยtoe / 106UNIT	เมกะจูล / หน่วย MJ/UNIT	พันบีทียู /หน่วย 103 Btu /UNIT
พลังงานเชิงพาณิชย์				
1. น้ำมันดิบ (ลิตร)	8680	860	36.33	34.44
2. คอนเดนเสท (ลิตร)	7900	782.72	33.07	31.35
3. ก๊าซธรรมชาติ				
3.1 ชื้น (ลูกบาศก์ฟุต)	248	24.57	1.04	0.98
3.2 แห้ง (ลูกบาศก์ฟุต)	244	24.18	1.02	0.97
4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม				
4.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร) 46.1 MJ/Litre	6360	630.14	26.62	25.24
4.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	7520	745.07	31.48	29.84
4.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74
4.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74
4.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	8700	861.98	36.42	34.52
4.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	9500	941.24	39.77	37.70
4.7 ยางมะตอย (ลิตร)	9840	974.93	41.19	39.05
4.8 ปิโตรเลียมโค๊ก (กก.)	8400	832.26	35.16	33.33
4.9 ก๊าซหุงต้ม (ลิตร)	11012.9	1091.28	46.1	43.70
5. ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	860	85.21	3.60	3.41
6. ไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	2236	221.54	9.36	8.87
7. พลังงานความร้อนใต้พิภพ(กิโลวัตต์ชั่วโมง)	9500	941.24	39.77	37.7
8. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	6300	624.19	26.37	
9. ถ่านโค๊ก (กก.)	6600	653.92	27.63	
10. แอนทราไซต์ (กก.)	7500	743.09	31.40	
11. อีเทน (กก.)	11203	1110.05	46.89	
12. โปรเพน (กก.)	11256	1115.34	47.11	44.67
13. ลิกไนต์				
13.1 ลี้ (กก.)	4400	435.94	18.42	17.46
13.2 กระบี่ (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32
13.3 แม่เมาะ (กก.)	2500	247.70	10.47	9.92
13.4 แจ้คอน (กก.)	3610	357.67	15.11	14.32

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนวิชา Energy Conservation.

2.16 การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นกระบวนการวางแผน ปฏิบัติการ และเก็บรวบรวมข้อมูลของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มสมรรถนะการทำงาน การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์จึงประกอบด้วยกิจกรรมหลายประการตั้งแต่ การวางแผนซื้อเครื่องจักร การตรวจตราดูแลรักษาสภาพคอยเปลี่ยนชิ้นส่วนที่หมดอายุ การซ่อมแซมเครื่องจักรที่เสียหายขัดข้อง การทำประวัติบันทึกของเครื่องจักรทุกเครื่อง ไปจนถึงการตัดสินใจซื้อเครื่องจักรใหม่มาทดแทนเครื่องจักรที่หมดสภาพแล้ว แนวทางของการบำรุงรักษามีอยู่ 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

2.16.1 การดำเนินการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ซึ่งแยกออกมาได้ 2 วิธีใหญ่ๆ คือ

2.16.1.1 การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance)

เป็นการบำรุงรักษาที่ใช้การตรวจตราเป็นประจำอย่างต่อเนื่องและซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดตามอายุการใช้งาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันมิให้เครื่องจักรชำรุดและอยู่ในสภาพพร้อมทำงาน ซึ่งทำได้ในขณะที่เดินเครื่องทำงานและขณะหยุดเครื่องโดยปกติแล้วการขัดข้องของเครื่องจักรมีอยู่หลายแบบ แต่ละแบบจะมีอัตราการเสียที่มีความสัมพันธ์กับช่วงอายุ แต่ละระยะของเครื่องจักร อัตราเครื่องจักรเสียมีระดับแตกต่างกัน ในช่วงแรกของอาการทำงานเครื่องจักร อัตราการเสียนี้จะสูงมาก เรียกว่าช่วง Infant Mortality ดังนั้นในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมอิเล็คโทรนิกส์ต้องทดสอบการผลิตหลายครั้งเพื่อป้องกันปัญหาการเกิดของเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสีย หรือ การเสียอาจเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรไม่ถูกวิธีซึ่งเป็นไปได้สูงในช่วงเริ่มแรกที่ฝ่ายผลิตยังไม่คุ้นเคยกับการใช้เครื่องจักรใหม่ ในช่วงต่อมาของอายุการทำงานเครื่องจักรเมื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระยะแรกได้แล้ว อัตราการเสียจะต่ำลงอยู่ในระดับปกติจนกระทั่งเข้าสู่ช่วงปลายของอายุการทำงานเครื่องจักร อัตราการเสียจะสูงขึ้นอีกครั้งจากความเก่าความสึกหรอของเครื่องจักรที่ใช้งานมานานเรียกว่า Wear Out Failure ในการบำรุงรักษาแบบป้องกันจะมีวิธีการที่จัดการกับการเสียของเครื่องจักรในช่วงอายุต่างๆ อย่างแตกต่างกันไปแล้วแต่สาเหตุของปัญหาและต้นทุนของการบำรุงรักษา ดังต่อไปนี้

ก. ช่วงแรก ควรมีการวางระบบการบำรุงรักษาอย่างมีแบบแผนกำหนดระยะเวลาการดูแลและซ่อมบำรุงอบรมฝึกฝนพนักงานฝ่ายช่างในเรื่องการดูแลและสอนพนักงานฝ่ายผลิตให้ใช้เครื่องจักรอย่างถูกวิธีจนสามารถดูแลเครื่องจักรเองได้ในระดับหนึ่ง

ข. ช่วงกลาง ควรมีการศึกษาค่า MTBF ของแต่ละเครื่องจักรว่ามีความไว้วางใจได้ในระดับใดและเตรียมการบำรุงรักษาแบบป้องกันให้พร้อมนอกจากนั้นควรมีการวิเคราะห์ถึงต้นทุนที่ประหยัดของการบำรุงรักษาเพราะการบำรุงรักษาที่พอเหมาะพอควรพอควรคือต้นทุนรวมของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมมีค่าต่ำที่สุดต้นทุนของการบำรุงรักษามี 3 ประเภทด้วยกัน ดังต่อไปนี้

ข.1 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม อันได้แก่ ค่าแรงพนักงาน ช่างซ่อม ค่าอะไหล่ วัสดุ ค่าโสหุ้ยในการซ่อมแซม

ข.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาป้องกัน อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ และค่าสูญเสียเวลาในการผลิตเพื่อหยุดเครื่องจักรมาดูแลตามปกติ

ข.3 ความเสียหายที่เกิดจากการชำรุด อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการหยุดเครื่อง เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรใช้งานไม่ได้ เช่น ค่าแรงของคนงานที่ต้องหยุดทำงาน ต้นทุนสินค้าคงคลังที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากสินค้าคงคลังต้องค้างอยู่ในกระบวนการผลิตนานขึ้น ค่าใช้จ่ายนี้เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ในการหยุดแต่ละครั้ง

ค่าใช้จ่ายสำหรับเวลาที่สูญเสีย เป็นค่าเสียโอกาสในการผลิตสินค้าซึ่งขึ้นกับระยะเวลาการหยุดเครื่อง

ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องใหม่ เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ในการเดินเครื่องใหม่แต่ละครั้งจะเห็นได้ว่าถ้ามีการบำรุงรักษามาก การซ่อมแซมและความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการชำรุดก็จะมีค่าใช้จ่ายน้อย แต่ก็จะมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงมาก ถ้าบำรุงรักษาน้อย การซ่อมแซมและความเสียหายที่เกิดจากการชำรุดก็จะมีค่าใช้จ่ายสูง แต่ก็จะมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาน้อย จึงควรบำรุงรักษาในระดับที่ทำให้ต้นทุนรวมในการบำรุงรักษาต่ำสุดนอกจากนี้ควรมีเครื่องมือที่จะบ่งบอกว่า เครื่องจักรใดถึงเวลาที่ควรได้รับการบำรุงรักษาแล้ว เช่น มีเกจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักรติดอยู่ และที่สำคัญคือควรมีการบันทึกประวัติเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการซ่อมแซมบำรุงรักษาแต่ละครั้ง ซึ่งในปัจจุบันได้ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ค. ช่วงท้าย ควรมีการพิจารณาตัดสินใจว่าควรจะซ่อมแซมบำรุงเครื่องจักรนั้นต่อไปหรือซื้อเครื่องจักรใหม่ทดแทนและคุ้มค่าเงินที่ต้องจ่ายมากกว่าเพราะเครื่องจักรที่เก่าเกินไปจะเสียค่าซ่อมบำรุงสูงมากและความเสี่ยงที่เครื่องจักรจะเสียก็มีมากเมื่อเทียบกับการซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีความทันสมัยกว่า และมีอายุการใช้งานอีกยาวนาน

การบำรุงรักษาแบบป้องกันนี้ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากสำหรับเครื่องจักรที่มีกรรมวิธีการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะกับเครื่องจักรหลักที่มีกระบวนการผลิตตามมาอีกหลายขั้นตอน ยิ่งจำเป็นมาก เพราะถ้าเครื่องจักรนี้เสียจะทำให้หลายกระบวนการผลิตหยุดชะงักหมด หรือในบางกรณีเครื่องจักรบางเครื่อง ถ้าปล่อยให้ชำรุดเสียหายก็จะเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้เป็นอย่างมาก เช่น หม้อน้ำ ลิฟต์ จึงต้องบำรุงรักษาแบบป้องกันตลอดเวลา

2.16.1.2 การบำรุงรักษาเพื่อซ่อมแซมเครื่องจักรที่เสีย (Breakdown Maintenance)

เป็นการซ่อมแซมเมื่อเครื่องจักรเก่าชำรุดขัดข้องขึ้นโดยไม่มีการวางแผนการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้าเลย มักใช้กับกับเครื่องจักรที่ทำการผลิตอย่างไม่ต่อเนื่อง เป็นเครื่องจักรที่ทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นกับเครื่องจักรอื่น ซึ่งในกรณีนี้เมื่อเกิดเสียขึ้นก็ไม่ทำให้เครื่องจักรอื่นๆ ต้องหยุดทำงานการที่ปล่อยให้เดินเครื่องจักรไปจนกระทั่งชำรุดแล้วจึงค่อยทำการซ่อมแซมอาจประหยัดค่าใช้จ่ายได้ดีกว่าเพราะการป้องกันการชำรุดอาจจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นหากเครื่องชำรุดการบำรุงรักษาเล็กน้อยก็อาจมีบ้างเช่น การทำความสะอาด การหล่อลื่นเท่านั้น

การบำรุงรักษาแบบนี้จะใช้ในโรงงานที่มีเครื่องจักรเล็ก ๆ ชนิดเดียวกันเป็นจำนวนมาก เช่น จักรเย็บผ้า ที่จะใช้งานกันไปจนเครื่องเสียแล้วจึงทำการซ่อมแซม โดยที่ใช้เครื่องจักรอันอื่นที่มีอยู่ทำการผลิตต่อไปก่อน

2.16.2 การเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการซ่อมแซม

เพื่อแก้ไขยกระดับความไว้วางใจได้ และทดแทนการขาดระบบการบำรุงรักษาแบบป้องกัน โรงงานควรต้องมีการซ่อมแซมที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพเดิมได้อย่างรวดเร็วที่สุด ซึ่งต้องมีปัจจัยที่เอื้ออำนวย ดังต่อไปนี้

ก. บุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดี ทั้งฝ่ายผลิตและฝ่ายช่างซ่อมบำรุง
ข. ทรัพยากรหรืองบประมาณที่เพียงพอ
ค. สมรรถนะในการสร้างแผนงานและลำดับความสำคัญของงานซ่อม
ง. สมรรถนะและอำนาจต่อรองในการวางแผนชิ้นส่วนและอะไหล่ทดแทน
จ. สมรรถนะในการวิเคราะห์หาสาเหตุของเครื่องจักรเสีย
ฉ. สมรรถนะในการสร้างวิธีรการเพิ่ม MTBF

การเพิ่มประสิทธิภาพในการซ่อมแซมจะได้ผลอย่างมาก ถ้าสามารถเน้นการพัฒนาคนในระบบงานได้ ด้วยแนวความคิดในการให้อำนาจแก่คนงาน (Employee Empowerment) ในการตัดสินใจบริหารและปฏิบัติงานเอง โดยให้คนงานที่ใช้เครื่องจักรนั้นอยู่ต้องทำความสะอาด ตรวจสอบ และหมั่นสังเกตความผิดปกติที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรที่ตนรับผิดชอบและใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งแนวคิดนี้เพิ่งใช้ในอุตสาหกรรมตะวันตก หลังจากลองประยุกต์เอาระบบ TQC ที่ใช้ในอุตสาหกรรมญี่ปุ่นมาปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาให้ดีขึ้น

2.17 ประเภทของการซ่อมบำรุงรักษา

2.17.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance : CM)

บ้างก็เรียกว่า Breakdown Maintenance ในทุกๆอุตสาหกรรมยังใช้กลยุทธ์การบำรุงรักษาแบบนี้อยู่ โดยจะดำเนินการก็ต่อเมื่ออุปกรณ์เสียหายจนทำให้ต้องหยุดเครื่องหรือหยุดทำการผลิต หรือเกิดข้อขัดข้องเสียหายในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่โดยไม่รู้มาก่อนว่าจะเกิดการเสียหายขึ้นและเมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้ต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสีย โดย ส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ไม่มีผลกระทบกับสายการผลิตถ้าหากเกิดการเสียหายขึ้น ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบแก้ไขคือ ได้ใช้ประโยชน์จากอายุการใช้งานของเครื่องจักรอย่างคุ้มค่า ไม่ต้องเสียกำลังคนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2.17.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM)

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาจาก CM ได้มีความพยายามที่จะดูแลรักษาอุปกรณ์ก่อนที่จะเสียหาย โดยการทำเช่นนี้ก็เพื่อวางเป้าหมายไม่ให้เกิดความเสียหายอันอาจจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและความเสี่ยง ซึ่งก็คือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน บ้างก็เรียกว่า การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance Calendar-Based Maintenance หรือ Historical Maintenance) PM เป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรรวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆเพื่อป้องกันความเสียหาย หรือวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้าซึ่งจะไม่ทำให้ขบวนการผลิตต้องหยุดฉุกเฉิน สิ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันคือการประเมินอายุการใช้งานของเครื่องจักรและทำการบำรุงรักษาก่อนเครื่องจักรเสียหาย การซ่อมบำรุงแบบนี้เหมาะสำหรับเครื่องจักรที่มีความสำคัญต่อระบบการผลิตหรือมีความสำคัญต่อความปลอดภัย และสามารถทำการซ่อมบำรุงได้แม้ในขณะที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นกำลังทำงานอยู่กิจกรรมของ PM ประกอบด้วย

2.17.2.1 การทำความสะอาด (Cleaning)

2.17.2.2 การหล่อลื่น (Lubrication)

2.17.2.3 การตรวจสภาพ (Inspection)

2.17.2.4 การตรวจสภาวะ (Condition Checking)

2.17.2.5 การตรวจสอบความถูกต้อง (Function Test)

ขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อสร้างระบบงาน PM ซึ่งจะพัฒนาเป็นระบบการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมมีดังต่อไปนี้

ก. การจัดทำข้อมูลเครื่องจักรอุปกรณ์ (Plant Data)

ประกอบด้วย

ก.1 ชื่อเครื่องจักร

ก.2 รหัสเครื่องจักร

ก.3 Spec เครื่องจักร

ก.4 สถานะเครื่องจักร ประวัติการซ่อมบำรุง

ข. การจัดทำ PM Instruction เป็นการจัดทำรายละเอียดของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องทำกิจกรรม PM ทั้งหมด

ข.1 ชื้อเครื่องจักร

ข.2 รหัสเครื่องจักร

ข.3 ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ต้องบำรุงรักษา

ข.4 งานและรายละเอียดของงานที่จะทำสำหรับชิ้นส่วนนั้น

ข.5 บุคคลที่จะทำงาน

ข.6 ความถี่ของงาน

ข.7 ระยะเวลาในการทำงานนั้น การบำรุงรักษาทำได้ทั้งขณะเครื่องจักรทำงานและหยุดเครื่อง

ค. การวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้เป็นหมวดหมู่แล้วกำหนดการทำการบำรุงรักษาและการซ่อมบำรุงแยกออกจากกันเพราะ PM ต้องทำต่อเนื่องตลอดเวลาซึ่งใช้ผู้รับผิดชอบมาก

ง. การนำไปปฏิบัติ (Execution) โดยการอบรมพนักงานให้เข้าใจระบบ PM กำหนดแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกเมื่อใช้วิเคราะห์ การให้พนักงานรายงานข้อมูลโดยมีระบบควบคุม

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) จะทำให้การใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยช่วยลดความสูญเสียจากการขัดข้องของเครื่องจักร การตั้งหรือปรับแต่งเครื่อง การเดินเครื่องสูญเปล่า การลดความเร็วในการผลิตฯลฯ ซึ่งส่งผลกระทบถึงผลผลิตทั้งสิ้น ระบบ TPM ที่ดีจะเป็นตัวเสริมกิจกรรม TQC และระบบการผลิตแบบ Just In Time เช่นเดียวกันกับระบบวิศวกรรมคุณค่าอันเป็นแนวทางที่ญี่ปุ่นใช้ในการบริหารอุตสาหกรรมจนประสบความสำเร็จ

2.17.3 การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance : CBM)

บ้างก็เรียกว่า Predictive Maintenance เป็นวิธีบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรอย่างเหมาะสมตามสภาพและเวลา กลยุทธ์การบำรุงรักษาตามสภาพจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีพื้นฐานอยู่ที่ข้อมูลปัจจุบันและอดีตย้อนหลังเพื่อที่จะกำหนดความสำคัญในการบำรุงรักษาให้ดีที่สุด โดยอาศัยสัญญาณเตือนจากเครื่องจักรซึ่งโดยทั่วไปเครื่องจักรจะให้สัญญาณเตือนก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย เช่น ความร้อน, เสียง,การสั่นสะเทือน เศษผงโลหะต่างๆ ถ้าหากเราสามารถตรวจสอบสัญญาณเตือนจากเครื่องจักรได้เราก็สามารถที่จะกำหนดการบำรุงรักษาที่จำเป็นก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดความเสียหายได้ทำให้เราลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้ สิ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาแบบตามสภาพคือเราต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับชนิดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และต้องกำหนดความถี่ในการตรวจสอบให้เพียงพอที่จะสามารถตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม CBM ก็ยังมีประเด็นที่ท้าทายบางประการ ค่อนข้างที่จะมีรายจ่ายสูง

2.17.4 การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

คือการแก้ปัญหาที่สาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องจักรเสียหาย เราทำการแก้ไขปัญหาล่วงหน้าเพื่อลดโอกาสการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรซึ่งจะทำให้เครื่องจักรมีอายุยาวนานขึ้นเมื่อถูกนำไปใช้งาน ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบเชิงรุก อายุการณ์ใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น, ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงลดการเสียหายของเครื่องจักรแต่เราต้องเสียกำลังคนในการรวบรวมข้อมูลและทำการแก้ไข ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ผลิตที่เก็บข้อมูลจากลูกค้าและทำการปรับปรุงตัวผลิตภัณฑ์ เช่นเมาส์ที่เราใช้กับคอมพิวเตอร์แต่ก่อนจะเสียหายที่ลูกกลิ้งบ่อยมากปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาไปใช้เป็นแบบใช้แสง

2.17.5 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM)

เป้าหมายสูงสุดของ TPM คือ เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์หรือ Zero Breakdown ของเสียเป็นศูนย์ หรือ Zero Defect และอุบัติเหตุเป็นศูนย์ Zero Accident เสาหลัก 8 ประการของ TPM ประกอบด้วย

ก. การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Individual Improvement)

ข. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

ค. การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)

ง. การศึกษาและฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะการทำงานและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Skill Development)

จ. การคำนึงถึงการบำรุงรักษาตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบ (Initial Phase Management)

ฉ. ระบบการบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance)

ช. ระบบการทำงานของฝ่ายบริหารที่ตระหนักถึงประสิทธิภาพการผลิตหรือเรียกว่า TPM ในสำนักงาน (TPM in Office)

ซ. ระบบชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน (Safety, Hygiene and Working Environment)

การดำเนินการ TPM บางครั้งต้องมีกิจกรรมอื่นควบคู่กันไปด้วย เพื่อเป็นส่วนเสริมหรือส่วนเพิ่มศักยภาพ เช่น การดำเนินกิจกรรม 5ส หรือ 5s Activity การนำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็นหรือ Visual Control การติดตั้งระบบป้องกันความผิดพลาด หรือ Poka - Yoke แม้กระทั่งการนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ หรือ IE Technique มาใช้ก็สามารถทำได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความสูญเสีย (Waste) ในกระบวนการผลิตหรือการบริหารการผลิต ซึ่งเป็นแนวทางไปสู่ระบบการผลิตแบบปราศจากความสูญเสีย หรือ Waste-Free Production ได้อีกทางหนึ่ง

2.17.6 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance : AM)

ลักษณะเฉพาะอย่างหนึ่งของ TPM ก็คือ การบำรุงรักษาที่มุ่งเน้นให้ผู้ใช้เครื่องจักรมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำรุงรักษา โดยเฉพาะการดูแลรักษาเครื่องจักรที่ตนเองใช้ไม่ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของฝ่ายซ่อมบำรุงเท่านั้นการบำรุงรักษาด้วยตนเองเป็นการทำกิจกรรมบำรุงรักษาในลักษณะของกิจกรรมกลุ่มย่อย โดยแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ดูแลรักษาเครื่องจักรของตนเองภายใต้ความคิดที่ว่า "ไม่มีใครเข้าใจเครื่องจักรได้ดีเท่ากับผู้ใช้เครื่อง" "ไม่มีใครคอยสังเกตสิ่งผิดปกติได้ดีเท่ากับผู้ใช้เครื่อง" "ไม่มีใครคอยดูแลรักษาเครื่องจักรได้ดีเท่ากับผู้ใช้เครื่อง" และที่สำคัญหากเครื่องจักรเกิดความเสียหายขึ้นไม่มีใครได้รับผลกระทบมากเท่ากับผู้ใช้เครื่อง

2.18 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ (Check Sheet) คือ ใบรายการที่ใช้อ้างอิงสำหรับการตรวจสอบเปรียบเทียบระบบงานที่ได้กระทำจริงกับระบบงานที่กำหนดไว้ว่าเป็นอย่างไร ใบตรวจสอบนี้ สามารถใช้สำหรับการเก็บข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

2.18.1 ความสำคัญของใบตรวจสอบ

สามารถนำใบตรวจสอบมาใช้ในการทำงานหลายประเภท ใบตรวจสอบจะช่วยให้มองเห็นได้ชัดเจนขึ้นว่าตอนนี้อยู่ในตำแหน่งไหน เช่น หากใช้ใบตรวจสอบสำหรับตรวจสอบความก้าวหน้าของงานที่ทำจะทราบได้ว่างานก้าวหน้าไปถึงจุดไหนแล้ว เมื่อนำมาเทียบกับแผนที่วางไว้แล้วดีกว่าหรือเลวกว่าทั้งยังนำมาช่วยในการปรับเปลี่ยนให้แผนการทำงานในช่วงเวลาที่เหลือมีความเหมาะสมเพื่อให้งานเสร็จตามกำหนดการและตามเป้าหมายที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ใบตรวจสอบยังมีประโยชน์ในด้านของการควบคุมรายละเอียดใบตรวจสอบที่มีการออกแบบมาดีจะ

สามารถเก็บรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลหรือสิ่งที่ทำการตรวจสอบได้อย่างครบถ้วนนอกจากนี้ยังนำใบตรวจสอบมาใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงหรือเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงาน

2.18.2 การออกแบบใบตรวจสอบ

สามารถแบ่งรายละเอียดขั้นตอนในการออกแบบและจัดทำใบตรวจสอบได้ดังนี้

2.18.2.1 กำหนดเป้าหมายในการตรวจสอบ

เพื่อจะออกแบบใบตรวจสอบให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ต้องทราบถึงจุดประสงค์ที่แท้จริงว่าจะนำใบตรวจสอบมาใช้ตรวจสอบข้อมูลอะไรบ้าง และข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบนั้นจะเอาไปใช้ทำอะไรอาจนำเทคนิคการตั้งคำถามมาช่วยในขั้นตอนนี้ก็ได้เพื่อให้สามารถหาคำตอบได้ง่ายขึ้น เช่น “ปัญหาคืออะไร” “ข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา” “ใครจะเป็นคนใช้ข้อมูลนี้” “ใครมีหน้าที่ในการเก็บข้อมูล” ฯลฯ

2.18.2.2 กำหนดแบบฟอร์มสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยจะกำหนดให้หัวข้อของข้อมูลที่ต้องการทำการตรวจสอบอยู่ทางด้านซ้ายมือของกระดาษ ทางขวามือจะเว้นว่างไว้ให้ผู้ตรวจสอบกรอกรายละเอียดได้สำหรับเวลาในการตรวจสอบและสถานที่ในการตรวจสอบควรเอาไว้บนหัวกระดาษ

2.18.2.3 จัดเก็บข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้ในการตรวจสอบ

ผู้ทำการรวบรวมข้อมูลจะต้องทำการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

2.18.2.4 รวบรวมข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดและนำไปวิเคราะห์

2.18.3 ใบตรวจสอบกับการนำไปใช้งาน

ในการทำงานจริงโรงงานบางที่อาจไม่รู้ว่าจะต้องใช้ใบตรวจสอบแบบไหนกับงานแต่ละประเภทที่แตกต่างกันในระยะแรกผู้ประกอบการจึงอาจจะหาตัวอย่างของใบตรวจสอบมาจากหนังสือ คู่มือ ตำราต่างๆ โดยเฉพาะในงานด้านวิศวกรรมจะมีตัวอย่างของใบตรวจสอบปรากฏอยู่ในหนังสือหลายเล่มหรืออาจไปขอยืมมาจากโรงงานที่รู้จักกันมาใช้ไปก่อนหลังจากนำมาใช้ไปได้พักหนึ่งทางโรงงานควรตรวจสอบดูว่าในการใช้งานมีปัญหาอะไรหรือไม่สามารถบอกข้อมูลที่เราต้องการได้หรือไม่แล้วจึงทำการดัดแปลงใบตรวจสอบให้มีลักษณะเฉพาะกับงานเพื่อที่ใบตรวจสอบจะช่วยให้สามารถพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้

2.19 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลง หรือหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานจากวงจรไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกวงจรโดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปกติจะใช้เชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำ หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์หลักในระบบส่งกำลังไฟฟ้า

2.19.1 โครงสร้างของหม้อแปลง

หม้อแปลงแบ่งออกตามการใช้งานของระบบไฟฟ้ากำลังได้ 2 แบบคือ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 1 เฟส และหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟสแต่ละชนิดมีโครงสร้างสำคัญประกอบด้วย

2.19.1.1 ขดลวดตัวนำปฐมภูมิ (Primary Winding) ทำหน้าที่รับแรงเคลื่อนไฟฟ้า

2.19.1.2 ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทำหน้าที่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า

2.19.1.3 ขั้วต่อสายไฟ (Terminal) ทำหน้าที่เป็นจุดต่อสายไฟกับขดลวด

2.19.1.4 แผ่นป้าย (Name Plate) ทำหน้าที่บอกรายละเอียดประจำตัวหม้อแปลง

2.19.1.5 อุปกรณ์ระบายความร้อน (Coolant) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับขดลวด เช่น อากาศ, พัดลม, น้ำมัน หรือใช้ทั้งพัดลมและน้ำมันช่วยระบายความร้อน เป็นต้น

2.19.1.6 โครง (Frame) หรือตัวถังของหม้อแปลง (Tank) ทำหน้าที่บรรจุขดลวดแกนเหล็กรวมทั้งการติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงขนาดใหญ่

2.19.1.7 สวิตช์และอุปกรณ์ควบคุม (Switch Controller) ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า และมีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ รวมอยู่ด้วย

วัสดุที่ใช้ทำขดลวดหม้อแปลงโดยทั่วไปทำมาจากสายทองแดงเคลือบน้ำยาฉนวน มีขนาดและลักษณะลวดเป็นทรงกลมหรือแบนขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลง ลวดเส้นโตจะมีความสามารถในการจ่ายกระแสได้มากกว่าลวดเส้นเล็ก

หม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้ลวดถักแบบตีเกลียวเพื่อเพิ่มพื้นที่สายตัวนำให้มีทางเดินของกระแสไฟมากขึ้น สายตัวนำที่ใช้พันขดลวดบนแกนเหล็กทั้งขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิอาจมีแทปแยก (Tap) เพื่อแบ่งขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (ในหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้การเปลี่ยนแทปด้วยสวิตช์อัตโนมัติ)

2.19.2 หลักการทำงาน

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's Law) กล่าวไว้ว่า เมื่อขดลวดได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้ขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ และทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดนี้

เมื่อขดลวดปฐมภูมิได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นตามกฎของฟาราเดย์ ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบของขดลวด พื้นที่แกนเหล็ก และความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงจากไฟฟ้า

กระแสสลับ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้มีเส้นแรงแม่เหล็กในขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กนี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้าที่ได้รับ เส้นแรงแม่เหล็กเกือบทั้งหมดจะอยู่รอบแกนเหล็ก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กผ่านขดลวด จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมินี้

2.19.3 ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

2.19.3.1 ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ไปจากเดิม

2.19.3.2 กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิเท่ากับด้านทุติยภูมิ เช่น หม้อแปลงขนาด 100 VA, 20 V / 5 V จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 20 V ส่วนด้านทุติยภูมิจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V

2.19.4 ประเภทของหม้อแปลง

หม้อแปลงอาจแบ่งได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามพิกัดกำลัง ระดับแรงดันไฟฟ้า หรือจุดประสงค์การใช้งาน สำหรับในประเทศไทย อาจจะแบ่งหยาบๆ ได้ดังนี้

2.19.4.1 หม้อแปลงกำลัง (Power Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปจนถึงหลายร้อย MVA

2.19.4.2 หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง

2.19.4.3 หม้อแปลงวัด (Instrument Transformer) เป็นหม้อแปลงที่มิได้ใช้เพื่อการส่งผ่านพลังงาน แต่ใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันสูงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดค่าต่างๆ เช่น มิเตอร์

2.19.5 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.19.5.1 การจำแนกหม้อแปลงตามขนาดกำลังไฟฟ้า

ก. ขนาดเล็กจนถึง 1 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับการเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณในงานอิเล็กทรอนิกส์

ข. ขนาด 1-1000 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาดเล็ก

ค. ขนาด 1 kVA -1 MVA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานจำหน่ายไฟฟ้าในโรงงาน สำนักงาน ที่พักอาศัย

ง. ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไป เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานระบบไฟฟ้ากำลัง ในสถานีไฟฟ้าย่อย การผลิตและจ่ายไฟฟ้า

2.19.5.2 การจำแนกชนิดตามจำนวนรอบของขดลวด

ก. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step-Up) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ

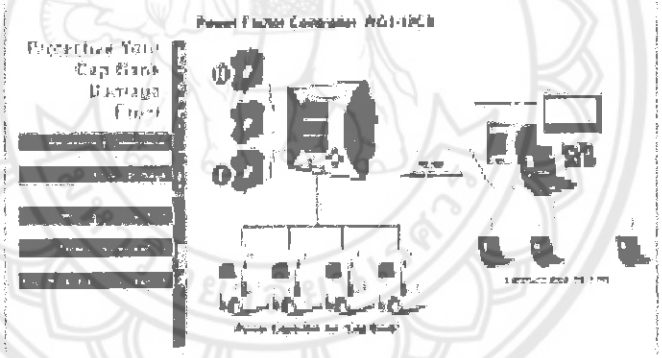
ข. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง (Step-Down) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบน้อยกว่าปฐมภูมิ

ค. หม้อแปลงที่มีแทปแยก (Tap) ทำให้มีขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้หลายระดับ

ง. หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน (Isolating) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบเท่ากันกับขดลวดปฐมภูมิหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า

2.20 Capacitor Bank

Capacitor Bank ก็คือตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) ขนาดใหญ่จำนวนหลายชุด ที่ใส่ขนานเข้ามาในระบบไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ปรับค่า Power Factor ของระบบให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อที่จะไม่ต้องเสียค่าปรับและลดกำลังงานสูญเสียใน ระบบ



รูปที่ 2.5 : ส่วนประกอบภายในของ Capacitor Bank

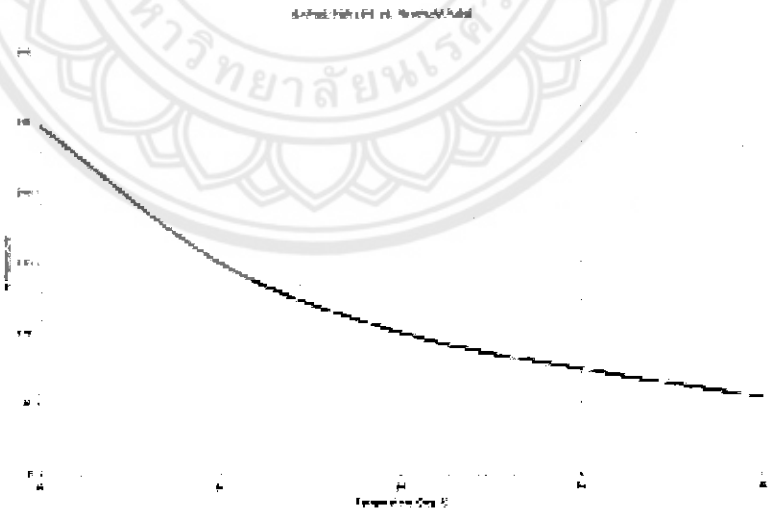
ที่มา https://sites.google.com/a/wellwave-tech.com/th-wellwave-tech-com/article-knowledge/cap-bank

ส่วนประกอบภายใน Capacitor Bank ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมค่า Power Factor (PF. Controller) ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) และอุปกรณ์ตัดต่อตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Magnetic Contractor) โดยจำนวนหรือขนาดของคาปาซิเตอร์ที่ต้องการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับ ค่ากำลังงานรีแอคทีฟที่เกิดขึ้นในระบบในขณะนั้น โดย PF. Controller จะทำการตรวจวัดค่า Power Factor ของระบบและจะสั่งการให้ Magnetic Contractor ต่อหรือปลดคาปาซิเตอร์จากระบบเพื่อให้ได้ค่า Power Factor ตามต้องการ

ทั้งนี้ในการใช้งาน Capacitor Bank ท่านต้องมั่นใจได้ว่าระบบไฟฟ้าของท่านไม่มีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพไฟฟ้า มิฉะนั้นอาจจะทำให้ Capacitor Bank ของท่านเกิดความเสียหายหรือไม่สามารถใช้งานได้ก็เป็นได้ หรือแม้กระทั่งอาจเกิดปัญหาเรโซแนนซ์อันจะทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบการผลิตเสียหายฉับพลันได้

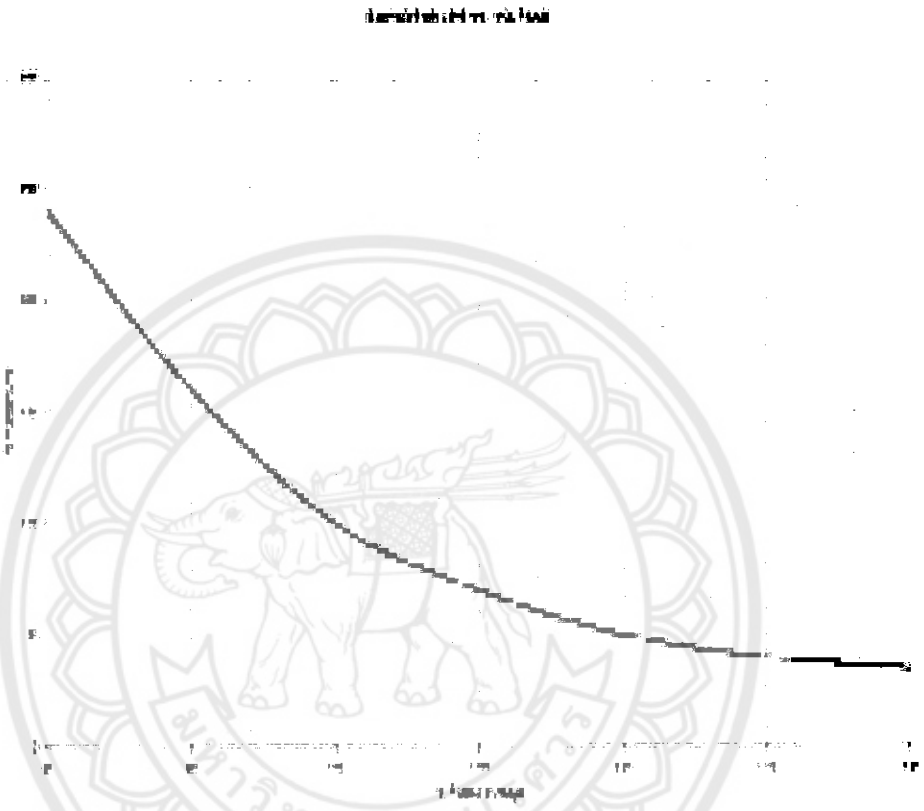
2.20.1 สาเหตุของ Capacitor Bank อายุสั้น/ระเบิด ตามปกติแล้วคาปาซิเตอร์ที่ใช้งานสำหรับวัตถุประสงค์ในการแก้ค่าตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า (Power Factor : PF.) ที่เราเรียกกันสั้นๆว่า Capacitor Bank นั้น อย่างน้อยที่สุดควรจะมีอายุการใช้งานต่อเนื่องเกิน 2 ปีที่อุณภูมิไม่เกิน 46 องศาเซลเซียส (อ้างอิงจากเอกสารการรับประกันคุณภาพการใช้งานจากผู้ผลิต Capacitor Bank) สาเหตุหลักๆที่ทำให้อายุการใช้งาน Capacitor Bank สั้นหรือเสียหายอย่างรุนแรงนั้นสามารถแบ่งออกได้ 3 สาเหตุดังนี้

2.20.2 อุณหภูมิที่ตัว Capacitor Bank ขณะทำงานสูง โดยอาจมีสาเหตุจากค่ากำลังสังงานสูญเสียภายในตัวเองรวมกับอุณหภูมิภายในตู้ สูงอันเนื่องมาจากการระบายความร้อนไม่ดีหรือติดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความ ร้อนสูงมาก โดยรูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานที่น้อยลงจากร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิมากกว่า 46 องศาเซลเซียส ความเสียหายจากอุณหภูมิขณะทำงานนี้ไม่ได้ทำให้อุปกรณ์ Capacitor Bank เสียหายในทันทีแต่จะทำให้ค่าความจุไฟฟ้าของตัวอุปกรณ์ลดลงเรื่อยๆ จนทำให้ค่า Kvar ที่ต้องการเพื่อใช้ชดเชยกำลังงานรีแอคทีฟไม่เพียงพอต่อการเพิ่มค่า Power Factor ของระบบ



รูปที่ 2.6 : กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขณะทำงานและเปอร์เซ็นต์อายุการใช้งาน
ที่มา https://sites.google.com/a/wellwave-tech.com/th-wellwave-tech-com/article-knowledge/cap-bank

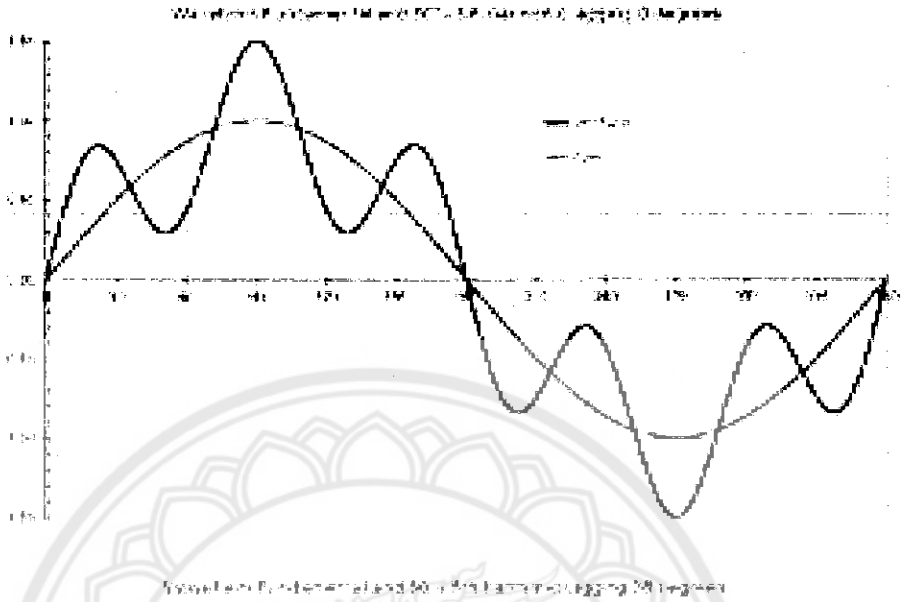
2.20.2.1 ค่าแรงดันขณะทำงานสูงเกินพิกัดของตัว Capacitor Bank ความเสียหายจากกรณีนี้มีผลทั้งอายุการใช้งานที่สั้นลงดังแสดงในรูปที่ 2 หรือถ้าขนาดของแรงดันใช้งานสูงเกินพิกัดมากๆ ก็อาจเป็นสาเหตุให้ Capacitor Bank เสียหายรุนแรงได้ในทันที ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากปรากฏการณ์เรโซแนนซ์



รูปที่ 2.7: ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์พิกัดแรงดันขณะทำงานและเปอร์เซ็นต์อายุการใช้งาน
ที่มา https://sites.google.com/a/wellwave-tech.com/th-wellwave-tech-com/article-knowledge/cap-bank

2.20.2.2 เกิดจากฮาร์มอนิก (Harmonic) ใน การติดตั้งใช้งาน Capacitor Bank ในระบบไฟฟ้าที่มีการติดตั้งเครื่องจักรที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังเป็น ส่วนประกอบ เช่น อินเวอร์เตอร์ในระบบขับเคลื่อน หรือการแปลงความถี่ต่างๆ หรือแม้กระทั่งอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร เหล่านี้ล้วนเป็นแหล่งกำเนิดหรือสาเหตุของกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก (Harmonic Current and Harmonic Voltage) ในระบบ ซึ่งเมื่อเกิดฮาร์มอนิก (Harmonic) ขึ้นในระบบขึ้นแล้วจะทำให้แรงดันและกระแสที่เกิดขึ้นที่ Capacitor Bank ขณะทำงานสูงกว่าปกติหรืออาจเรียกว่าเกิดโอเวอร์โหลดขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนสูงสะสมภายในซึ่งถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นนี้มี

ค่าสูง มากเกินก็จะทำให้เกิดความดันสูงภายในโครงสร้างของ Capacitor Bank อันเป็นสาเหตุให้เกิดการระเบิดของ Capacitor Bank ได้



รูปที่ 2.8: ตัวอย่างรูปคลื่นที่มีส่วนประกอบฮาร์มอนิก (Harmonic)

ที่มา https://sites.google.com/a/wellwave-tech.com/th-wellwave-tech-com/article-knowledge/cap-bank

2.21 มอเตอร์

เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยสร้างมอเตอร์จะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงทุกอย่าง จะมีข้อแตกต่างออกไปบ้างก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้เพราะว่าสภาพที่นำมาใช้งานแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่วไปจะเป็นชนิดเปิด (Open Type) กล่าวคือขดลวดอาร์เมเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็กจะพันเป็นแบบเปิดทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความ เสียหายขึ้นกับลวดอย่างไรก็ตามเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงเครื่องเดียวสามารถใช้ทำเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าได้

2.21.1 หลักการทำงานของมอเตอร์

เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนอาร์เมเจอร์ จะเกิดสันแรงแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำ และทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนตัวนำทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้ ขดลวดที่มีกระแส ไฟฟ้าไหลและวางอยู่บนแกนของอาร์เมเจอร์ โดยวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ r กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย A และไหลออกที่ปลาย B จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้นปริมาณ

ของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีจำนวนมากที่ด้านบนของปลาย A จึงทำให้เกิดแรง F1 กดตัวนำ A ลงด้านล่างและขณะเดียวกันที่ปลาย B นั้น เส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากที่ด้านหน้าทำให้เกิดแรง F2 ดันให้ตัวนำ B เคลื่อนที่ด้านบนของแรง F1 และ F2 นี้เองทำให้อาร์เมเจอร์ของมอเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ไปได้ ดังนั้นการทำ งานของมอเตอร์จึงขึ้นอยู่กับหลักการที่ว่า เมื่อเอาตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปวางในสนามแม่เหล็ก มันจึงพยายามทำให้ตัวนำเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก

2.21.2 คุณสมบัติของมอเตอร์

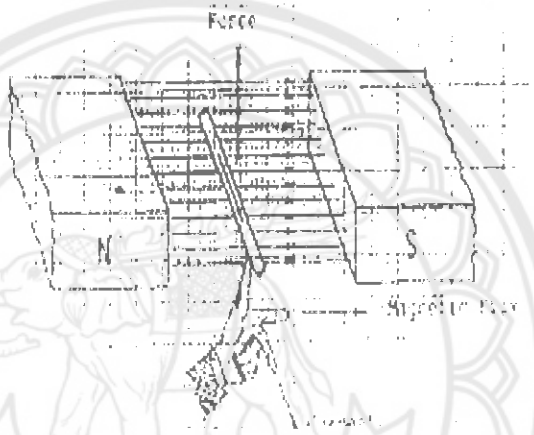
คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ คุณสมบัติทั่วไปและคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้

2.20.2.1 คุณสมบัติทั่วไป เป็นคุณสมบัติประจำตัวของมอเตอร์ ไฟฟ้าแต่ละประเภทที่ควรจะทราบอย่างกว้าง ๆ โดยมิได้เจาะลึกเข้าไปในเนื้อหาเชิงวิชาการแต่อย่างใด ได้แก่ ลักษณะโครงสร้าง ลักษณะงาน ลักษณะของวงจรเช่นคุณสมบัติ ของมอเตอร์อนุกรม คือ ลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยลวดหนามแม่เหล็กที่มีความต้านทานต่ำมาก (พันด้วยลวดทองแดงเส้นใหญ่น้อยรอบแกนขั้วแม่เหล็ก) ต่อเป็นอนุกรมกับอาร์เมเจอร์และต่อโดยตรงกับแรงดันเมน ลักษณะวงจร A1 – A2 เป็นอาร์เมเจอร์ต่อเป็นอนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็กชุดอนุกรม D1 – D2 และต่อโดยตรงกับสายเมน L+, L- และลักษณะสนามแม่เหล็กทำให้ความเร็วสูงเมื่อโหลดลง จึงเป็นมอเตอร์ที่หมุนไม่คงที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามโหลดจะเหมาะสมอย่าง ยิ่งที่จะใช้เป็นมอเตอร์สตาร์ทเครื่องพ่นน้ำ

2.20.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิค เป็นคุณสมบัติประจำเครื่องกลไฟฟ้าแต่ละประเภทเช่นเดียวกัน ที่ให้รายละเอียดซึ่งเจาะลึกเข้าไปในเชิงวิชาการ สามารถทดสอบและวัดด้วยเครื่องวัดได้ด้วยวิธีทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง ส่วนใหญ่จะแสดงด้วยกราฟเพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าหนึ่งกับอีก ค่าหนึ่ง เช่น สมรรถในการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงด้วย “กราฟแม่เหล็กอิ่มตัว (Saturation หรือ Magnetization curve)” สมรรถนะในการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงด้วย External Characteristic ส่วนคุณสมบัติทางเทคนิคของมอเตอร์จะแสดงด้วย Performance Curve ซึ่งได้แก่ สมรรถนะในการหมุนขับโหลด (Speed load Curves หรือ Speed/load Characteristic) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสมอเตอร์ (n = ความเร็วรอบให้อยู่บนแกน Y หรือ Ordinate และ Ia = กระแสอาร์เมเจอร์ให้อยู่บนแกน X หรือ abscissae) หรืออาจให้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ (n เป็น ordinate หรือแกน Y) กับทอร์ค หรือกำลังที่หมุนขับงาน (T = ทอร์ด, P = กำลังวัตต์หรือกิโลวัตต์ ให้อยู่บนแกน x หรือ abscissae) จุดประสงค์เพื่อต้องการแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบของมอเตอร์ที่หมุนขับโหลดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อโหลดเปลี่ยนแปลง ไป

2.21.3 กฎมือซ้ายสำหรับมอเตอร์

เนื่องจากมีความสัมพันธ์ อย่างแน่นอนเกิดขึ้นระหว่าทิศทางของสนามแม่เหล็ก ทิศทางของกระแสไฟฟ้าในตัวนำและทิศทางที่ตัวนำเคลื่อนที่ซึ่งมีความสัมพันธ์ ของปริมาณเหล่านี้ให้ตั้งเป็นกฎมอเตอร์ขึ้น ซึ่งกฎนี้ได้นำไปใช้แบบเดียวกันกับกฎมือขวาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแต่เพียงใช้มือซ้ายแทนเท่านั้น กฎนี้ ได้แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1 และได้กล่าวไว้ดังนี้คือ กลางหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลาง ให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยใช้นิ้วชี้ ชี้ไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก (Magnotic Flux = B) นิ้วกลางชี้ไปตามทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า (Current = I) แล้วหัวแม่มือจะบอกทิศทางของการเคลื่อนที่ของตัวนำ (Force = F)



รูปที่ 2.9: กฎมือซ้ายของมอเตอร์

ที่มา https://sites.google.com/a/wellwave-tech.com/th-wellwave-tech-com/article-knowledge/cap-bank

แรงที่เกิดขึ้นในตัวนำ การกระทำของแรงที่เกิดขึ้นเป็นตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในขณะที่มันวางอยู่ ในสนามแม่เหล็กจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก ความยาวของตัวนำและค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำแรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำ สามารถหาได้จากสมการ

$$F = BIL$$

เมื่อ F = แรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำหนึ่งตัว หน่วย นิวตัน

B = ความหนาแน่นสนามแม่เหล็ก หน่วย Wb/m2

I = กระแสที่ไหลในตัวนำ หน่วย แอมแปร์ (A)

L = ความยาวของตัวนำ หน่วย เมตร (m)

แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อต้าน เกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อขดลวดตัวนำหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็ก มันจะติดกับเส้นแรงแม่เหล็กแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหนี่ยวขึ้นในขดลวด แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมีทิศทางขัดขวางกับแรงเคลื่อนที่ ไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ จึงเรียกว่า "แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อต้าน" (Back e.m.f) ซึ่งมันจะเกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์เสมอ ดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มีผลต่อการใช้งานจริง ๆ ในอาร์เมเจอร์จึงมีค่าเท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้ลบด้วยแรงเคลื่อน ไฟฟ้าต้านกลับจึงเขียนสมการได้ดังนี้

Vt = Ia + Eb หรือ IaRa = Vt -- Eb

เมื่อ Eb = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต้านกลับ หน่วยโวลท์ (V)

Vt = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ หน่วยโวลท์ (V)

Ia = กระแสที่ไหลในอาร์เมเจอร์ หน่วยแอมแปร์ (A)

Ra = ความต้านทานของขดลวดในอาร์เมเจอร์ หน่วยโอม

สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าของมอเตอร์

จากวงจรสามารถเขียนเป็นสมการได้คือ

Vt = Eb + IaRa

เมื่อ Vt = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ หน่วยโวลท์ (V)

Eb = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต้านกลับ หน่วยโวลท์ (V)

IaRa = แรงเคลื่อนไฟฟ้าตกคร่อมในอาร์เมเจอร์ หน่วยโวลท์ (V)

กำลังที่เกิดขึ้นในมอเตอร์

จากสมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าของมอเตอร์

Vt = Eb + IaRa

นำเอาค่า Ia คูณตลอดเพื่อหา Power จะได้คือ

Vt Ia = Ia Eb+ Ia2Ra

จะได้ Vt Ia = กำลังงานจ่ายให้กับมอเตอร์ หน่วยวัตต์ (W)

Eb Ia = กำลังงานที่เกิดขึ้นจากอาร์เมเจอร์ หน่วยวัตต์ (W)

Ia2Ra = กำลังงานการสูญเสียที่เกิดขึ้นที่อาร์เมเจอร์ หน่วยวัตต์ (W)

2.22 บอยเลอร์ หรือ หม้อไอน้ำ

หมายถึง เครื่องกำเนิดไอน้ำชนิดภาชนะปิด ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ วัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ซึ่งได้รับการออกแบบและสร้างอย่างแข็งแรงถูกต้องตามหลักเกณฑ์ทางวิศวกรรม ภายในภาชนะบรรจุน้ำและไอน้ำ

2.22.1 การทำงานของหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำจะได้รับความร้อนจาก ภายนอก หรือภายในก็ได้ จากนั้นจะส่งผ่านความร้อนต่อไปยังน้ำที่อยู่ภายในหม้อไอน้ำจนกระทั่งน้ำกลาย เป็นไอ ส่วนใหญ่แล้วจะมีหน้าที่ในการสร้างไอน้ำเพื่อใช่ส่งผ่านความร้อนไปยัง เครื่องจักร ทำให้ต้นทุนค่าพลังงานถูกลงกว่าการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องจักร บอยเลอร์นั้นปกติไม่ได้หมายถึงเครื่องกำเนิดไอน้ำเพียงอย่างเดียว แต่ยังหมายรวมถึงเครื่องกำเนิดน้ำร้อน (Hot Water Boiler) และเครื่องกำเนิดน้ำมันร้อน (Thermal Oil Heater) ซึ่งที่กำลังอธิบายอยู่นี้จะหมายถึงการแบ่งชนิดของบอยเลอร์ตามตัวนำความร้อน โดยปกติทั่วๆไป
Hot Water Boiler จะใช้งานช่วงอุณหภูมิไม่สูงมากนักไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส ยกเว้นว่าเราจะใช้งานภายใต้ความดัน (Under Pressure) Steam Boiler เป็นที่นิยมใช้งานบ่อย เพราะว่าไอน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่สุดถ่ายเทได้เร็ว โดยทั่วไปแบ่งได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามการออกแบบ (4 Pass- dry back),(3 Pass- dry back), (3- Pass wet back), (2- Pass, reversing flame), Once Through Boiler

2.22.2 ลักษณะ

แบ่งตามลักษณะการการถ่ายเทความร้อน, แบบท่อไฟ (Fire Tube Boiler) เป็นหม้อน้ำที่มีไฟวิ่งไปตามท่อ และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำที่ล้อมรอบท่อไฟ แบ่งได้อีกเป็น 4 ประเภท

2.22.2.1 แบบลูกหมู (Cornish or Lancashire Boiler) เป็นหม้อน้ำที่มีโครงสร้างง่าย ๆ ประกอบด้วย เปลือกหม้อน้ำ และตัวลูกหมู(ท่อไฟใหญ่) แล้วหุ้มด้วยอิฐทนไฟเกือบมิดเปลือกประมาณ 3ใน4 ของทั้งหมด ส่วนใหญ่พบในโรงสีข้าว โรงเลื่อย ใช้เชื้อเพลิงแข็ง เช่น แกลบ ฟืน มีข้อดีคือ มีโครงสร้างและระบบการทำงานง่าย ทำความสะอาดง่าย สะดวก และราคาถูก แต่มีข้อเสียตรงที่ต้องใช้เวลาติดเตานานกว่าจะนำเอาไอน้ำไปใช้ได้ เปลืองพื้นที่ ใช้เหล็กหนาทำให้ถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี และได้ความดันต่ำ

2.22.2.2 แบบหม้อน้ำเรือ

2.22.2.3 แบบหม้อน้ำรถไฟ

2.22.2.4 แบบหม้อน้ำสำเร็จรูป

2.22.2.5 แบบท่อน้ำ (Water Tube Boiler)

จะพบเห็นในกรณีที่ไม่สามารถออกแบบเป็นแบบท่อไฟได้ พวกขนาด 100 -300 ตัน หรือแรงดัน 20 บาร์ขึ้นไป ช่วงการใช้งานส่วนมากอุณหภูมิไม่เกิน 220 องศาเซลเซียส เพราะแรงดันจะสูงขึ้นมาก เมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น เปิดดู Steam Table ประกอบความเข้าใจ
Thermal Oil Heaer จะใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า Steam Boiler โดยทั่วไปใช้ที่อุณหภูมิประมาณ 220 - 300 องศาเซลเซียส มีบางโรงงานใช้เกินกว่านั้น จะต้องออกแบบเครื่องแบบพิเศษให้สามารถรองรับได้ อาจใช้ได้ถึง 350 องศาเซลเซียส

2.22.3 การแบ่งประเภทของหม้อไอน้ำ

การออกแบบหม้อไอน้ำจึงมีอยู่หลายแบบตามความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน ดังนี้

2.22.3.1 แบ่งตามลักษณะการวางแนวแกนของเปลือกหม้อไอน้ำ

2.22.3.2 แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

2.22.3.3 แบ่งตามตำแหน่งเตา

2.22.3.4 แบ่งตามน้ำหรือแก๊สร้อนที่อยู่ในท่อ

2.22.3.5 หม้อไอน้ำที่สร้างขึ้นมาพิเศษ

2.23 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรรถพล จันทะมัด, (2552) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ซึ่งในปี 2551 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 162,568.08 kWh คิดเป็นเงิน 597,940.70 บาท ซึ่งมีการผลิตทั้งหมด 49,786.74 ตัน คิดเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิต 1 ตัน 3.2 kw และมีการใช้น้ำมัน 128465.44 ลิตร เป็นค่าเงิน 4,379,910 อัตราการใช้น้ำมันต่อการผลิต 1 ตัน 2.58 ลิตร ซึ่งการศึกษาเน้นที่แนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันทั้งหมดของโรงงานและได้นำกระบวนการการจัดการการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันระบบการจัดการพลังงาน และการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานจากการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตในช่วงก่อนทำการศึกษา มีการใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลค่อนข้างสูง คือ 3.45 kwh ต่อหน่วย และ 2.57 ลิตรต่อหน่วย ส่วนในช่วงทำการศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลโดยเฉลี่ย 3.25 kwh ต่อหน่วย และ 2.40 ลิตรต่อหน่วย คิดเป็นร้อยละของการใช้พลังงานทั้ง 2 ชนิด ได้ร้อยละ 12.41 ซึ่งลดลงได้มากกว่าเป้าที่ตั้งไว้

อริยา แสงเมือง, (2553) การศึกษาการนำหลักการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ในการลดต้นทุนกระบวนการวิจัย ได้นำกระบวนการทางด้านการจัดการการซ่อมบำรุงรักษามาใช้ในการแก้ไขปัญหา กรณีศึกษาโรงสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร แสดงให้เห็นว่าสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ โดยการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและยังช่วยกำหนดมาตรการและระเบียบปฏิบัติในการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบและยังทราบปริมาณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค, (2550) ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตรองเท้า ซึ่งในปี 2549 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 111,600 kwh คิดเป็นค่าเงิน 204,000 บาท ในปีดังกล่าวมีการผลิต 144,000 คู่ เป็นการใช้พลังงานต่อรองเท้า 1 คู่ 0.5 kw ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 2 ของต้นทุนทั้งหมด จากการศึกษาการใช้พลังงานของโรงงาน พบว่าสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงาน คือระบบแสง ระบบเครื่องจักรกลค่าตัวประกอบกำลังต่ำ มีค่า 0.81 และโรงงานสามารถลดค่าการใช้พลังงานได้ปีละ

23,796 kwh คิดเป็นเงิน 47,592 บาท อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเป็น 0.1 kw ต่อการผลิตรองเท้า 1 คู่ โดยใช้เงินลงทุน18,000บาท

นายกาลัญญู สักลอ, นางสาวอังคณา สุขนิ่ม (2553) ศึกษาการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และแก๊สหุงต้มในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นและหมูยอให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยใช้กระบวนการต่างๆ เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ระบบการจัดการพลังงาน และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ เป็นต้น สามารถลดการใช้พลังงานโดยรวมของโรงงานคิดเป็นร้อยละ 9.6 ซึ่งลดได้มากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาข้อมูลเรื่องการประหยัดพลังงานทั้งทางทฤษฎี และปฏิบัติ โดยศึกษาข้อมูลจากการเข้าอบรมการประหยัดพลังงาน และกรณีศึกษาที่มีการดำเนินการลดการใช้พลังงานดังรายละเอียดที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิง โดยบุคคลที่มีความรู้ด้านนี้ เช่น อาจารย์ และพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อเป็นการปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงภายในโรงงาน

3.2 สำรวจสภาพปัญหาในโรงงานและเก็บข้อมูลก่อนทำโครงการ

3.2.1 ข้อมูลด้วยตนเอง และจากเอกสาร ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากพนักงานในโรงงาน ได้แก่ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า (ใบเสร็จค่าไฟฟ้า) ข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซล และข้อมูลอัตราการผลิตที่แสดงถึงการใช้พลังงานในแต่ละเดือนย้อนหลังเป็นเวลา 1 ปี ข้อมูลแผนการซ่อมบำรุง และข้อมูลกระบวนการผลิต เป็นต้น

3.2.2 ข้อมูลจากการสำรวจและสอบถาม ทำการสำรวจกระบวนการผลิต และสอบถามลักษณะการทำงานรวมถึงการสอบถามข้อมูลทั่วๆ ไปจากพนักงาน และนอกจากนี้ได้ทำการสำรวจสภาพเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงานอุปกรณ์หลักๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

3.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทำมาตรการประหยัดพลังงาน

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้พลังงานมาวิเคราะห์ว่าวิเคราะห์ว่ามีสภาพการใช้พลังงานเป็นอย่างไร

3.3.1 การวิเคราะห์การใช้งานของบอยเลอร์

3.3.2 การวิเคราะห์การใช้เครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า

3.3.3 การวิเคราะห์การเดินเครื่องตัวเปล่าของเครื่องจักร

3.3.4 การวิเคราะห์การใช้เครื่อง Compressor

เพื่อนำไปใช้ในการออกมาตรการประหยัดพลังงาน

3.4 ดำเนินงานตามมาตรการประหยัดพลังงานที่ได้ออกแบบไว้

กำหนดให้พนักงานในโรงงานเส้นหมี่ดำเนินงานตามมาตรการ และวิธีปฏิบัติงานตามนโยบายที่ผู้บริหารวางไว้อย่างเคร่งคัดโดยที่พนักงานทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการเสนอแนะ หรือแจ้งปัญหาในการปฏิบัติงานประหยัดพลังงานหลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง (โดยมีระยะเวลาดำเนินการบริหารจัดการพลังงานหลังจากออกมาตรการเสร็จสิ้น)

3.5 เก็บข้อมูลเพื่อทำดัชนีชี้วัดหลังการปรับปรุงด้านพลังงาน

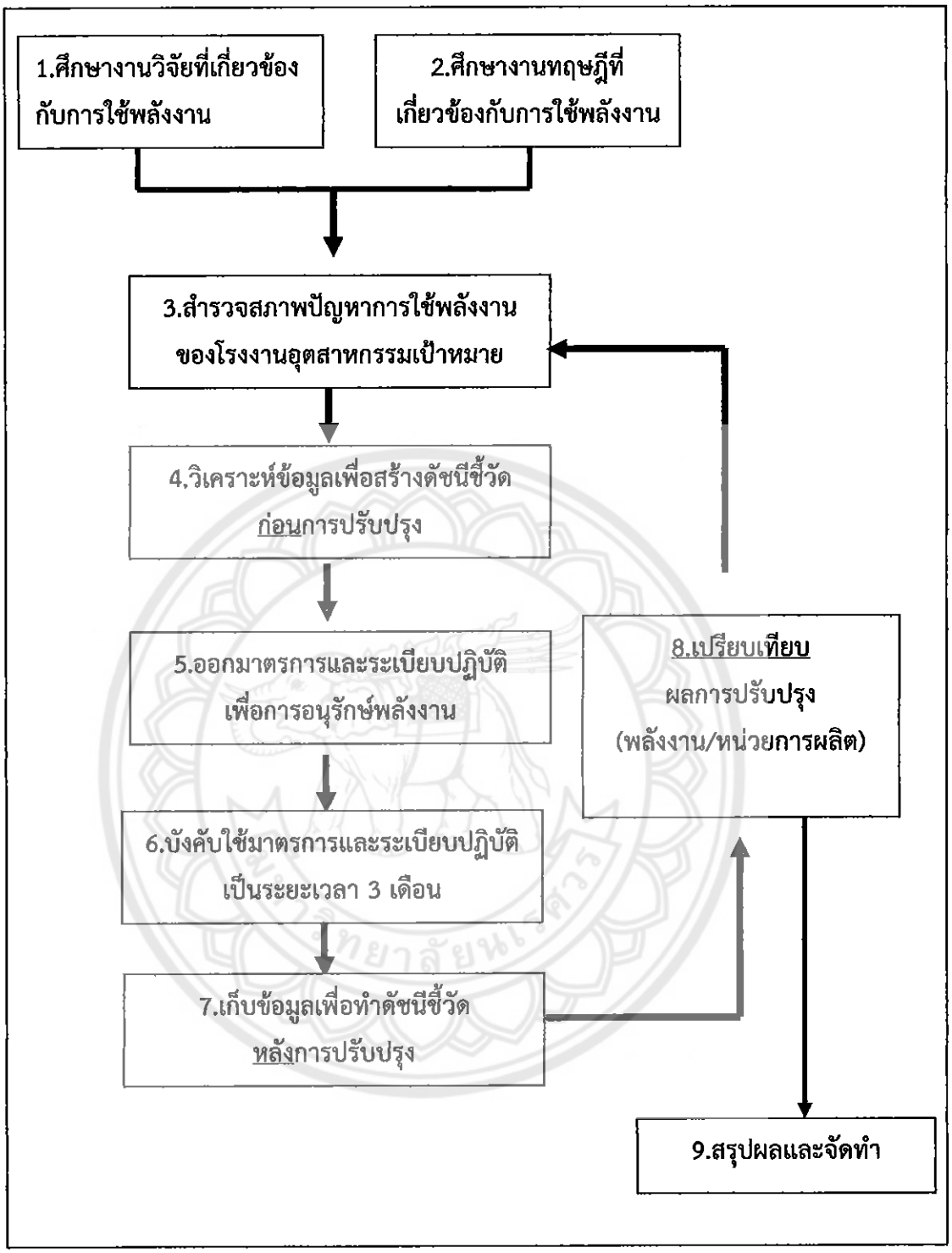
มีการสุ่มเข้าโรงงาน หรือติดต่อสอบถามทีมงานอนุรักษ์พลังงานทุกเดือนหลังจากบังคับใช้มาตรการ เพื่อตรวจการปฏิบัติงานของพนักงาน และสังเกตการปฏิบัติงานว่ามีปัญหาอะไรหรือไม่เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

3.6 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงด้านพลังงานก่อนและหลังการบังคับใช้มาตรการและระเบียบปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

นำดัชนีชี้วัดก่อนทำมาเปรียบเทียบกับดัชนีชี้วัดหลังทำ เพื่อสังเกตการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตลดลงมากน้อยเพียงใด สังเกตกระบวนการผลิต และพฤติกรรมของพนักงานในองค์กร รวมทั้งระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.7 สรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดทำรายงานประกอบโครงงาน

โรงงานเส้นหมี่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และน้ำมันในหน่วยค่าความร้อน Mega Joules (MJ) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ต่อหน่วยการผลิต



รูปที่ 3.1 แผนผังสรุปขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 การสำรวจสภาพเบื้องต้น

ชื่อวิสาหกิจ โรงงานเส้นหมี่ จังหวัดเพชรบูรณ์

ปีที่ก่อตั้ง ปี พ.ศ. 2547

ประเภทอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมอาหาร

จำนวนพนักงาน ประจำ 150 คน

ผลิตภัณฑ์ ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ เส้นเล็ก เส้นหมี่ขาว

4.1.1 ข้อมูลและผังกระบวนการผลิต

การผลิตผลิตภัณฑ์ขององค์กรเริ่มจากรับวัตถุดิบมาพับไว้ในคลังเพื่อรอการผลิตต่อไปโดยวัตถุดิบหลักคือข้าวเจ้า

ตารางที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์หลัก	1. ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ 2. ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก 3. เส้นหมี่ขาว
กำลังการผลิต	400 ตัน/ปี
ผลิตจริง	310.00 ตัน/ปี
วัตถุดิบหลัก	ข้าวจ้าว
วัตถุดิบรอง	แป้งมัน

ตารางที่ 4.2 เวลาการผลิต

	จำนวนวันทำงาน (วัน/ปี)	**จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง/วัน)**	**จำนวนกะ (กะ/วัน)**
ฝ่ายผลิต	365	9	1
ฝ่ายสำนักงาน	365	8	1

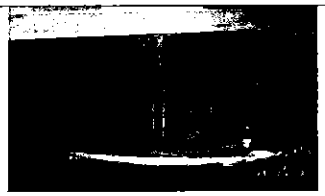
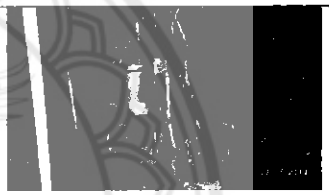
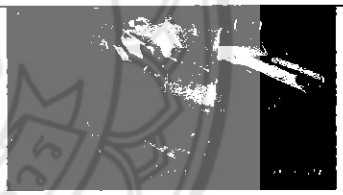
ตารางที่ 4.3 ผลผลิตรายเดือนในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา (มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554) ของโรงงานเส้นหมี่จังหวัดเพชรบูรณ์

เดือน	ปริมาณการผลิต (ตัน)
มกราคม	27.80
กุมภาพันธ์	26.70
มีนาคม	23.50
เมษายน	21.60
พฤษภาคม	24.50
มิถุนายน	23.80
กรกฎาคม	26.20
สิงหาคม	26.60
กันยายน	25.40
ตุลาคม	26.70
พฤศจิกายน	26.30
ธันวาคม	27.90
รวม	307.00
เฉลี่ย	25.58

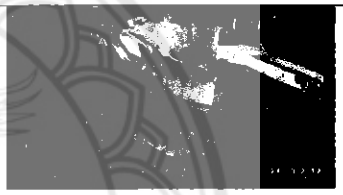
4.1.2 ข้อมูลและขั้นตอนกระบวนการผลิต

การผลิตผลิตภัณฑ์ขององค์กรเริ่มจากรับวัตถุดิบมาพับไว้ในคลังเพื่อรอการผลิตต่อไปโดยวัตถุดิบหลักคือข้าวเจ้า

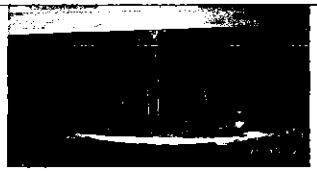
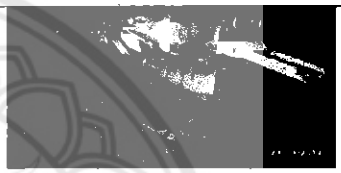
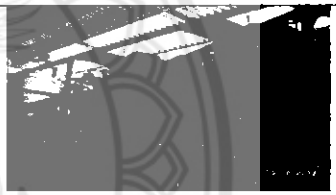
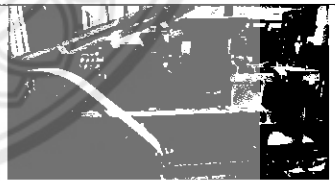
ตารางที่ 4.4 ขั้นตอนกระบวนการผลิต ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่

ลำดับ	ขั้นตอนกระบวนการผลิต	รูปภาพของขั้นตอนการผลิต
1	ล้างข้าวสาร	
2	โม่หยาบ	
3	โม่ละเอียด	
4	กรองแป้งพักไว้ในถัง	
5	ผสมน้ำแป้งกับสารเคมีและแป้งชนิดอื่น	
6	นึ่งแป้ง	
7	ซอยแป้งทำเป็นเส้นใหญ่	
8	บรรจุใส่ถุง	

ตารางที่ 4.5 ขั้นตอนกระบวนการผลิต ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก

ลำดับ	ขั้นตอนกระบวนการผลิต	รูปภาพของขั้นตอนการผลิต
1	ล้างข้าวสาร	
2	โม่หยาบ	
3	โม่ละเอียด	
4	กรองแป้งพักไว้ในถัง	
5	ผสมน้ำแป้งกับสารเคมี และแป้งชนิดอื่น	
6	นึ่งแป้ง	
7	อบด้วยความร้อน และทิ้งให้แป้งอยู่ตัว	
8	ซอยแป้งทำเป็นเส้นเล็ก	
9	บรรจุใส่ถุง	

ตารางที่ 4.6 ขั้นตอนกระบวนการผลิต เส้นหมี่ขาว

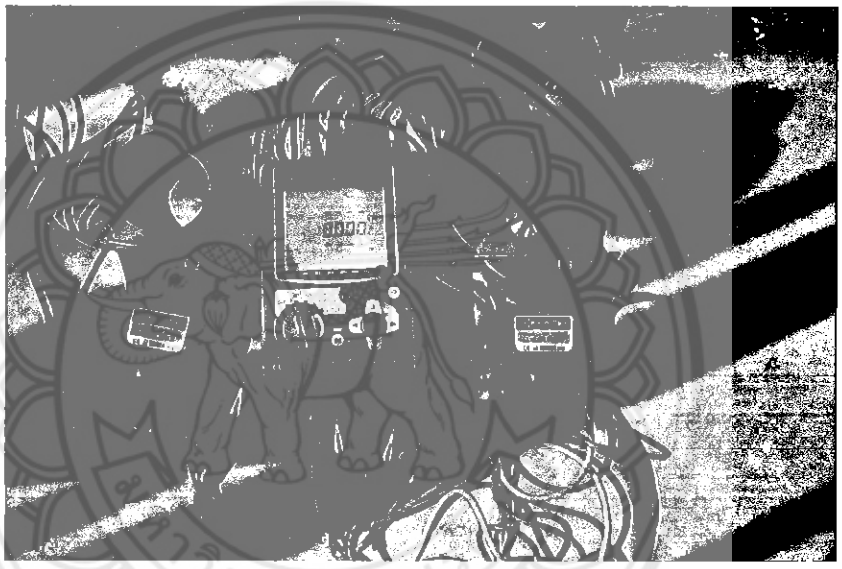
ลำดับ	ขั้นตอนกระบวนการผลิต	รูปภาพรูปภาพของขั้นตอนการผลิต
1	ล้างข้าวสาร	
2	โม่หยาบ	
3	โม่ละเอียด	
4	กรองแป้ง	
5	บีบน้ำแป้ง+บีบเป็นก่อนแป้ง	
6	นึ่งแป้งหมี่	
7	อัดแป้งหมี่เป็นเส้น	
8	นึ่งเส้นหมี่	
9	อบกำมะถัน	
10	บรรจุใส่ถุง	

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบการใช้พลังงาน

การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเส้นหมี่ที่ใช้ในการผลิตแต่ละเดือน เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานจากแกลบ เพื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้ โดยการดูบัญชีใบเสร็จค่าไฟฟ้าหรือสอบถามข้อมูลโดยตรงจากพนักงานบันทึกการใช้น้ำมันดีเซลและแกลบในแต่ละเดือน

4.2.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานเส้นหมี่

การเก็บข้อมูลโดยการดูจากในเสร็จค่าไฟฟ้าของปีที่ผ่านมา (มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554) และการตรวจวัดลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน จากตู้ไฟฟ้าหลักของโรงงาน โดยใช้เครื่องมือวัด Power Meter ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 เครื่องมือวัด Power Meter

4.2.1.1 ลักษณะของหม้อแปลง

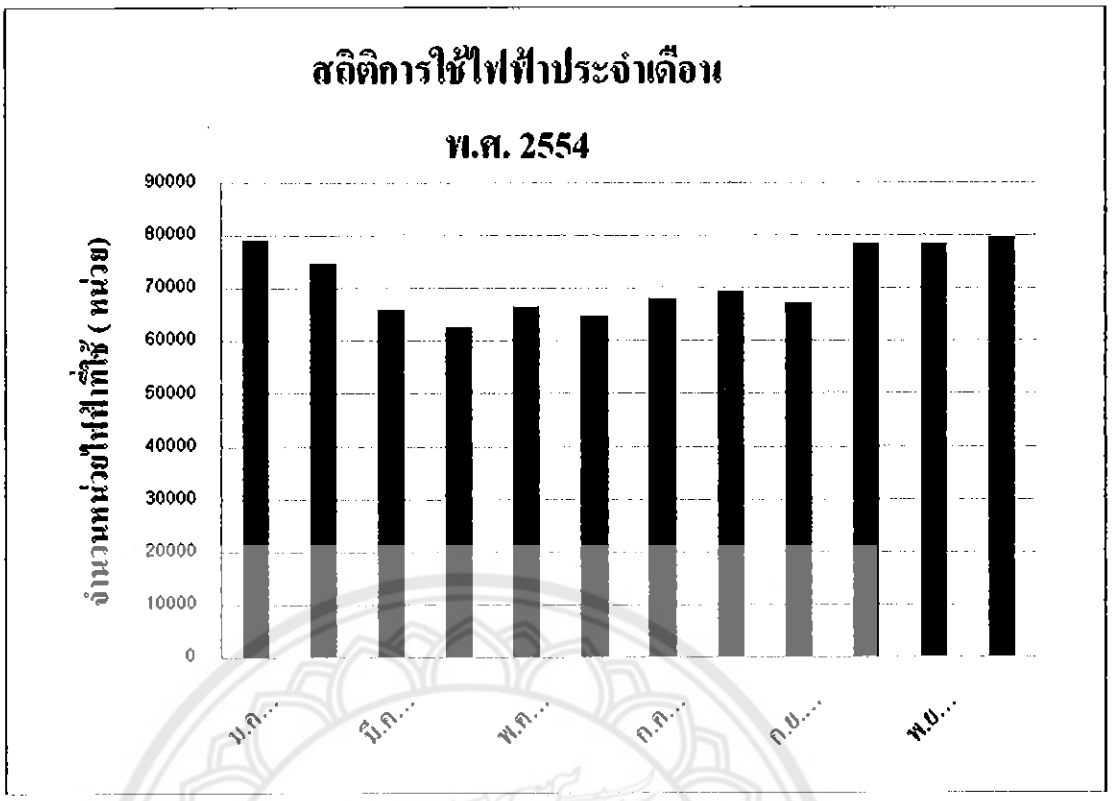
จำนวนหม้อแปลง 1 ลูก พิกัดหม้อแปลง 630 kVA

แรงดัน 22 kV ค่า PF 0.57

จากการเข้าไปเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน ในช่วง เดือนมกราคม 2554 - ธันวาคม 2554 เพราะอยู่ในช่วงที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบการออกมาตรการไป (ซึ่งจะเก็บผลปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังจากออกมาตรการในช่วงเดือนเดือนมกราคม 2554 – ธันวาคม 2554) ได้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.7 ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้า ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา (มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554)

เดือน/ปี	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด		พลังงานไฟฟ้า					รวมจำนวนเงิน (บาท)
	(kW)	(บาท)	On-peak (kWh)	Off-peak (kWh)	Holiday (kWh)	รวม (kWh)	บาท	
มกราคม	262.4	51,499				78,992		292,475
กุมภาพันธ์	281	55,952				74,656		242,752
มีนาคม	267	70,576				65,952		252,514
เมษายน	273	53,579				62,563		239,847
พฤษภาคม	269	52,794				66,384		250,134
มิถุนายน	264	51,813				64,872		244,681
กรกฎาคม	274	53,778				67,856		255,471
สิงหาคม	276	54,168				69,288		286,408
กันยายน	270.4	53,775				67,300		257,275
ตุลาคม	272.8	53,540				78,432		292,736
พฤศจิกายน	260	51,028				78,350		284,745
ธันวาคม	249	48,672				79,608		290,710
รวม	3,219	651,174				854,253		**3,189,748**
เฉลี่ย	**268.22**	**54,264**				**71,187**		**265,812**



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนของปี 2553 ของโรงสีข้าว จังหวัดอุตรดิตถ์

4.2.1.2 ค่าความร้อนของพลังงานไฟฟ้า (MJ)

ค่าความร้อนของพลังงานไฟฟ้า (MJ) = ปริมาณไฟฟ้ารวม (kWh) x ค่าพลังงานไฟฟ้า 3.6 MJ/kWh

= 854,253 kWh x 3.6 MJ/kWh

= 3,075,311 MJ

4.2.1.3 ราคาไฟฟ้าโดยเฉลี่ย

ราคาไฟฟ้าโดยเฉลี่ย = ปริมาณไฟฟ้ารวม x ราคาพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.73 บาท/ กิโลวัตต์ชั่วโมง

= 854,253 กิโลวัตต์ชั่วโมง x 3.73 บาท/kWh

= ค่าใช้จ่ายปริมาณพลังงานไฟฟ้า 2,989,886 บาท

4.2.2 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงแกลบของโรงงานผลิตเส้นหมี่

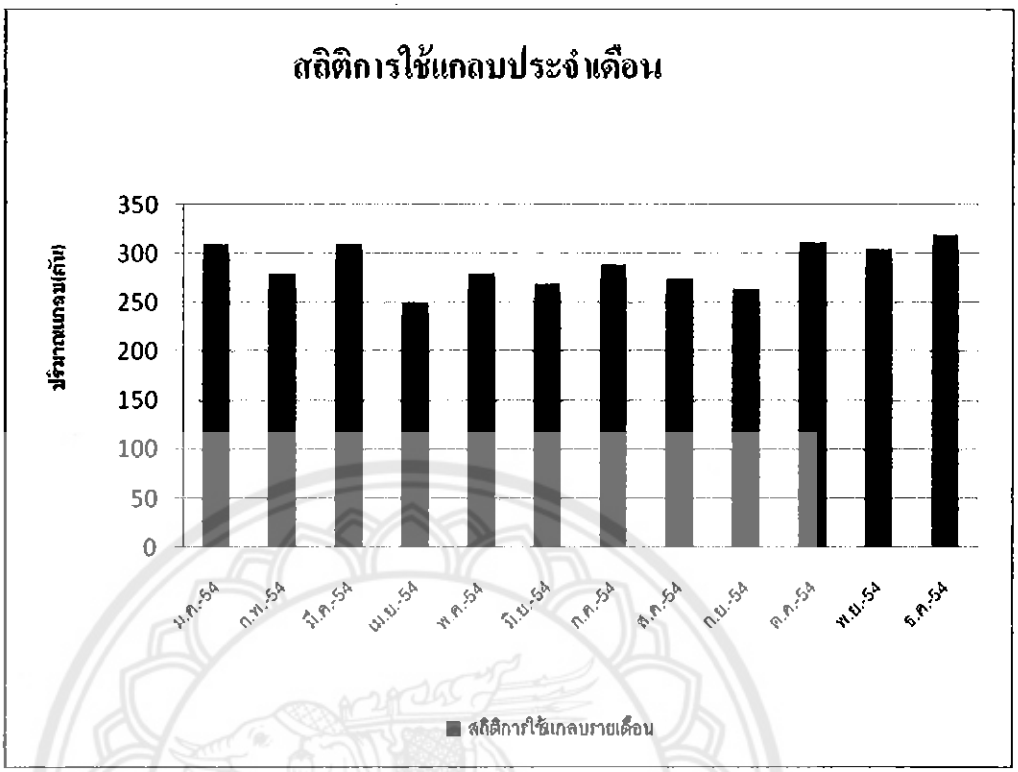
แกลบถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงของบอยเลอร์ ใช้ความร้อนในกระบวนการนึ่งและอบก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก กระบวนการนึ่งก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ กระบวนการนึ่งเส้นหมี่

ตารางที่ 4.8 ตารางปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

(มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554)

เดือน/ปี	ชนิดเชื้อเพลิง แกลบ อุปกรณ์ที่ใช้ หม้อไอน้ำ		รวมค่าใช้จ่าย (บาท)
	ปริมาณ (ตัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	
มกราคม	310	372,000	372,000
กุมภาพันธ์	280	336,000	336,000
มีนาคม	310	372,000	372,000
เมษายน	250	300,000	300,000
พฤษภาคม	280	336,000	336,000
มิถุนายน	270	324,000	324,000
กรกฎาคม	290	348,000	348,000
สิงหาคม	275	330,000	330,000
กันยายน	265	318,000	318,000
ตุลาคม	312	374,400	374,400
พฤศจิกายน	305	366,000	366,000
ธันวาคม	320	384,000	384,000
รวม	3,467	4,160,400	4,160,400
เฉลี่ย	289	346,700	346,700

จากตารางที่ 4.6 นำไปสร้างเป็นกราฟแท่งได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณการใช้แกลบในแต่ละเดือนของปี 2554 ของโรงงานผลิตเส้นหมี่จังหวัดเพชรบูรณ์

4.2.2.1 วิธีการคำนวณค่าความร้อนของแกลบ (MJ)

ค่าความร้อนของแกลบ (MJ) = ปริมาณการใช้แกลบ (กก.) x ค่าพลังงานแกลบ 14.40 เมกะจูล/กิโลกรัม

= 3,467 ตัน/ปี x 1,000 กก./1 ตัน x 14.40 เมกะจูล/กิโลกัม

= 49,924,800 เมกะจูล/ปี

4.2.2.2 ราคาแกลบ

ราคาแกลบโดยเฉลี่ย = ปริมาณแกลบรวม (ตัน) x ราคาแกลบเฉลี่ย 1,200 บาท/ตัน

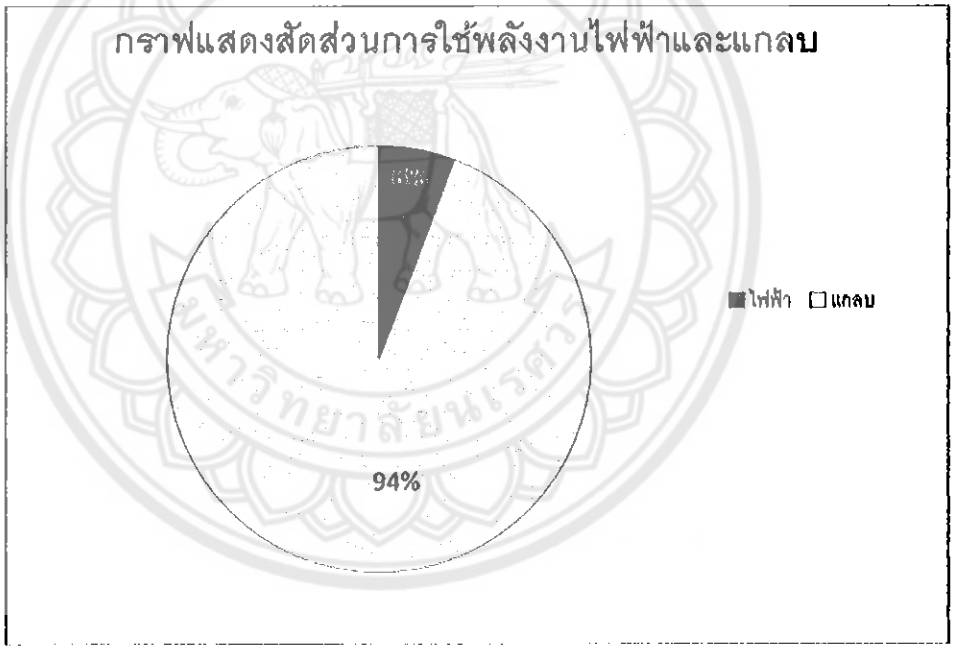
= 3,467 ตัน x ราคาแกลบเฉลี่ย 1,200 บาท/ตัน

= ค่าใช้จ่ายของแกลบ 4,160,400 บาท

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า และแกลบ สามารถหาพลังงานความร้อนรวมของโรงงานผลิตเส้นหมี่ได้ ดังตารางที่ 4.9 และหาสัดส่วนการใช้พลังงานทั้ง 2 ชนิดได้ ดังรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.9 การใช้พลังงานรวมของปี 2554 (มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554)

พลังงาน	ปริมาณ	ค่าความร้อน (MJ)	ร้อยละ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ไฟฟ้า (kWh)	854,253	3,075,311	5.80	3,189,748
แกลบ (ตัน)	3,467	49,924,800	94.20	4,160,400
รวม	-	53,000,111	100	7,350,148



รูปที่ 4.4 กราฟสัดส่วนการใช้พลังงาน

การหาค่าดัชนีการใช้พลังงาน วิธีนี้เป็นการหาค่าดัชนีการใช้พลังงานจากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และแกลบ ในแต่ละเดือนโดยแบ่งเป็นช่วงก่อนออกมาตรการ คือ (มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554) ดังตารางที่ 4.8 ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

ตารางที่ 4.10 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงงาน ปี 2554 (มกราคม 2554 - ธันวาคม 2554)

เดือน/ปี	ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน				ดัชนีการใช้พลังงาน			
		ไฟฟ้า		ความร้อน	รวม	ไฟฟ้า		ความร้อน	รวม
		kWh	MJ	MJ	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
มกราคม	27.80	78,992	284,371	4,464,000	4,748,371	2,841.44	10,229.18	160,575.54	170,804.72
กุมภาพันธ์	26.70	74,656	268,762	4,032,000	4,300,762	2,796.10	10,065.98	151,011.24	161,077.21
มีนาคม	23.50	65,952	237,427	4,464,000	4,701,427	2,806.47	10,103.29	189,957.45	200,060.73
เมษายน	21.60	62,563	225,227	3,600,000	3,825,227	2,896.44	10,427.17	166,666.67	177,093.83
พฤษภาคม	24.50	66,384	238,982	4,032,000	4,270,982	2,709.55	9,754.38	164,571.43	174,325.81
มิถุนายน	23.80	64,872	233,539	3,888,000	4,121,539	2,725.71	9,812.57	163,361.34	173,173.92
กรกฎาคม	26.20	67,856	244,282	4,176,000	4,420,282	2,589.92	9,323.73	159,389.31	168,713.04
สิงหาคม	26.60	69,288	249,437	3,960,000	4,209,437	2,604.81	9,377.32	148,872.18	158,249.50
กันยายน	25.40	67,300	242,280	3,816,000	4,058,280	2,649.61	9,538.58	150,236.22	159,774.80
ตุลาคม	26.70	78,432	282,355	4,492,800	4,775,155	2,937.53	10,575.10	168,269.66	178,844.76
พฤศจิกายน	26.30	78,350	282,060	4,392,000	4,674,060	2,979.09	10,724.71	166,996.20	177,720.91
ธันวาคม	27.90	79,608	286,589	4,608,000	4,894,589	2,853.33	10,272.00	165,161.29	175,433.29
รวม	307.00	854,253	3,075,311	49,924,800	53,000,111	33,390.00	120,204.01	1,955,068.53	2,075,272.52
สูงสุด	27.90	79,608	286,589	4,608,000	4,894,589	2,979.09	10,724.71	189,957.45	175,433.29
ต่ำสุด	21.60	62,563	225,227	3,600,000	3,825,227	2,589.92	9,323.73	148,872.18	177,093.83
เฉลี่ย	51.17	71,188	256,276	4,160,400	4,416,676	2,782.50	10,017.00	162,922.38	86,319.40

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิต หมี่ขาว

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
1. ล้างข้าวสาร	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับใบกวนล้างข้าวสาร ขนาด 15 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 55 องศาเซลเซียส
2. โม่หยาบ	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องโม่ 10 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
3. โม่ละเอียด	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องโม่ 10 HP	น้ำแป้งรั่วจากปั๊มน้ำแป้งประมาณ 15 kg/วัน	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
4. กรองแป้ง	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ 1.5 HP ตะแกรงตาถี่	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
5.บีบน้ำแป้ง+อัดแป้งหมี่ให้เป็นก้อน	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับปั๊มน้ำ 1.5 HP มอเตอร์ขับเครื่องอัดเส้น 15 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ปั๊มน้ำ 90 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิต หมี่ขาว

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
6. นึ่งแป้งหมี่	หม้อไอน้ำขนาด 5 ตัน และ 3 ตัน	ความดัน 3-5 บาร์	ไอน้ำความดัน 3 บาร์	ไอร้อนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส	ความร้อนในเส้นแป้ง 110 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ท่อไอเสีย 238 องศาเซลเซียส
7. อัดแป้งหมี่ให้เป็นเส้น	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องอัดเส้น 15 HP	-	-
8. นึ่งเส้นหมี่	หม้อไอน้ำขนาด 5 ตัน และ 3 ตัน	ความดัน 3-5 บาร์	ไอน้ำความดัน 3 บาร์	ไอร้อนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส	ความร้อนในเส้นแป้ง 110 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ท่อไอเสีย 238 องศาเซลเซียส
9. อบกำมะถัน	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์เป่ากำมะถัน 3 HP	-	-
10. บรรจุใส่ถุง	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	เครื่องปิดปากถุงด้วยความร้อน	-	-
11. แช่ผลิตภัณฑ์	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	แช่ผลิตภัณฑ์ห้องเย็น 4 ตัน 5,595 W	-	อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิต เส้นเล็ก

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
1.ล้างข้าวสาร	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับใบกวนล้างข้าวสาร ขนาด 15 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 55 องศาเซลเซียส
2.โม่หยาบ	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องโม่ 10 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
3.โม่ละเอียด	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องโม่ 10 HP	น้ำแป้งรั่วจากปั๊มน้ำแป้งประมาณ 15 kg/วัน	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
4.กรองแป้งพักไว้ในถัง	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	1.5 HP ตะแกรงตาถี่	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
5.ผสมน้ำแป้งกับสารเคมีและแป้งชนิดอื่น	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ 3 HP ขับเครื่องผสมแป้ง	ผงแป้งมันรั่วประมาณ 30 kg/วัน	-
6.นึ่งแป้ง	หม้อไอน้ำขนาด 5 ตัน และ 3 ตัน	ความดัน 3-5 บาร์	ไอน้ำความดัน 3 บาร์	ไอร้อนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส	ความร้อนในเส้นแป้ง 110 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ท่อไอเสีย 238 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิต เส้นเล็ก

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
7.อบด้วยความร้อน และทิ้งให้แป้งอยู่ตัว	หม้อไอน้ำขนาด 5 ตัน และ 3 ตัน หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	ความดัน 3-5 บาร์ แรงดัน 380 V	-อบไล่ความชื้นแผ่นแป้ง -มอเตอร์ 1 HP สายพานลำเลียง	-ไอร้อนอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส -แป้งเปื้อนคราบน้ำมัน 40 กิโลกรัม/เดือน	-ความร้อนในเส้นแป้ง 70 องศาเซลเซียส -ความร้อนที่ท่อไอเสีย 238 องศาเซลเซียส -อุณหภูมิ มอเตอร์ 67 องศาเซลเซียส วัดกระแสได้ 1.3 แอมป์
8.ซอยแป้งทำเป็นเส้นเล็ก	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ 1 HP ขับใบมีดตัด	-	
9.บรรจุใส่ถุง	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	เครื่องปิดปากถุงด้วยความร้อน	-	
10. แช่ผลิตภัณฑ์	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	แช่ผลิตภัณฑ์ห้องเย็น 4 ตัน 5,595 W	-	อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิต เส้นใหญ่

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
1.ล้างข้าวสาร	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับใบกวนล้างข้าวสาร ขนาด 15 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 55 องศาเซลเซียส
2.โม่หยาบ	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องโม่ 10 HP	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
3.โม่ละเอียด	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ขับเครื่องโม่ 10 HP	น้ำแป้งรั่วจากปั๊มน้ำแป้งประมาณ 15 kg/วัน	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
4.กรองแป้งพักไว้ในถัง	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	1.5 HP ตะแกรงตาถี่	-	อุณหภูมิ มอเตอร์ 50 องศาเซลเซียส
5.ผสมน้ำแป้งกับสารเคมีและแป้งชนิดอื่น	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ 3 HP ขับเครื่องผสมแป้ง	ผงแป้งมันรั่วประมาณ 30 kg/วัน	
6.นึ่งแป้ง	หม้อไอน้ำขนาด 5 ตัน และ 3 ตัน	ความดัน 3-5 บาร์	ไอน้ำความดัน 3 บาร์	ไอร้อนอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส	ความร้อนในเส้นแป้ง 110 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ท่อไอเสีย 238 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.13 (ต่อ) การวิเคราะห์การใช้พลังงานกระบวนการผลิต เส้นใหญ่

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	ที่แหล่งกำเนิด	ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิต	การใช้ประโยชน์พลังงาน	เหลือออกจากกระบวนการผลิต	เหลือในเครื่องจักรอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์
7.ซอยแป้งทำเป็นเส้นเล็ก	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	มอเตอร์ 1 HP ขับใบมีดตัด	-	
8.บรรจุใส่ถุง	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	เครื่องปิดปากถุงด้วยความร้อน	-	
9. แช่ผลิตภัณฑ์	หม้อแปลงไฟฟ้า 630kVA	แรงดัน 380 V	แช่ผลิตภัณฑ์ห้องเย็น 4 ตัน5,595 W	-	อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

4.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน

จากการที่ได้เข้าไปสำรวจและสังเกตการณ์การใช้พลังงานของโรงงาน จะสามารถวิเคราะห์ได้ถึงสภาพการใช้พลังงานของโรงงานว่าจุดใดใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม จุดใดมีปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกมาตรการ และระเบียบปฏิบัติบังคับใช้ โดยมีการวิเคราะห์ตามการใช้พลังงานในแต่ละประเภทดังต่อไปนี้

4.3.1 พลังงานความร้อนจากแกลบ

พลังงานความร้อนเป็นพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตเส้นหมี่ ซึ่งพลังงานความร้อนที่ได้นั้นเป็นพลังงานความร้อนที่ได้จากแกลบ ซึ่งความร้อนที่ได้จากแกลบนี้เป็นการใช้ในรูปแบบหม้อไอน้ำ โดยมีการใช้หม้อไอน้ำ 2 ลูกคือ หม้อไอน้ำขนาด 3 ตัน และ 5 ตัน ซึ่งนำไอน้ำไปใช้ในกระบวนการผลิต กล่าวคือ ขั้นตอนการนึ่งแป้งหมี่และการนึ่งเส้นหมี่ ขั้นตอนการนึ่งเส้นใหญ่ ขั้นตอนการนึ่งเส้นเล็ก และขั้นตอนกระบวนการอบไล่ความชื้นเส้นเล็ก โดยสามารถวิเคราะห์เพื่อใช้หามาตรการได้ดังนี้

4.3.1.1 ในการผลิตไอน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการการผลิต จะใช้หม้อต้มไอน้ำ 2 ขนาด คือ ขนาด 3 ตัน และ 5 ตัน โดยหม้อขนาด 5 ตัน จะเปิดใช้งานในเวลา 6.00 น. และจะปิดการใช้งานในเวลา 14.30 น. ส่วนหม้อขนาด 3 ตัน จะเปิดใช้งานในเวลา 7.30 น. และจะปิดใช้งานในเวลา 18.00 น. แต่หากวันใดมีการผลิตมากก็จะปิดใช้งานในเวลาประมาณ 19.30-20.00 น. ในส่วนนี้สำรวจพบว่าไอเสียที่ปล่อยออกมามีอุณหภูมิสูงถึง 238 องศาเซลเซียส โดยที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์เลย จึงวิเคราะห์ว่า ถ้าติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยนำเอาไอเสียที่ปล่อยทิ้งมาอุ่นน้ำดิบเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำดิบสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าไปในหม้อต้มไอน้ำจะทำให้สิ้นเปลืองแกลบในการต้มน้ำให้เดือดน้อยลง เพราะอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นจะทำให้น้ำเดือดเร็วขึ้น ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.1.2 จากการตรวจสอบระบบส่งไอน้ำจากหม้อไอน้ำมายังแต่ละกระบวนการการผลิตนั้น มีการรั่วไหลของไอน้ำเกิดขึ้น กล่าวคือ เริ่มตั้งแต่วาล์วควบคุมไอน้ำใต้หม้อไอน้ำ มีการรั่วไหลบริเวณฝาตู้สำหรับนึ่งเส้นหมี่ ซึ่งมีรูรั่วขนาดใหญ่มาก และรวมไปถึงข้อต่อต่างๆในกระบวนการผลิต จากการประมาณการปริมาณไอน้ำที่รั่วไหลออกจากจุดที่รั่วดังกล่าว ไม่น่าจะน้อยกว่า 0.1 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งถ้ามีการซ่อมหรือปรับปรุงอุปกรณ์ต่อเชื่อมต่างๆไม่ให้หม้อไอน้ำมีการรั่วไหล ก็จะสามารถลดการใช้แกลบลงได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงได้ออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.2 พลังงานไฟฟ้า

จากการเข้าไปสำรวจการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน พบว่าการใช้ไฟฟ้ายังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ในส่วนที่เข้าไปสำรวจนี้พบว่า ค่า PF ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า PF เพียง 0.57 เท่านั้น ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานมาก และในส่วนของอุปกรณ์อื่นก็พบว่าค่อนข้างเก่าและชำรุด อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิต เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ตู้แช่ หลอดไฟ โดยอุปกรณ์ต่างๆมีการใช้พลังงานดังต่อไปนี้

4.3.2.1 ห้องเย็น ในกระบวนการผลิตของโรงงานจะมีห้องเย็นที่ใช้ในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอยู่ 1 เครื่อง ซึ่งห้องเย็นจะมีขนาด 4 ตัน และใช้คอมเพรสเซอร์ 5,559 w จากการตรวจสอบพบว่า ห้องเย็นมีการติดตั้ง Thermostat ให้มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักมาก โดยเฉลี่ยคอมเพรสเซอร์จะทำงานชั่วโมงละ 55 นาที แต่จากการสังเกตนั้นพบว่าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนั้นสามารถอยู่ได้โดยไม่เกิดความเสียหายในอุณหภูมิที่สูงกว่านี้เล็กน้อย ซึ่งถ้าเพิ่มอุณหภูมิในห้องเย็นก็จะส่งผลดีให้กับคอมเพรสเซอร์ได้ทำงานน้อยลง ก็จะทำให้ใช้ไฟฟ้าน้อยลงตามไปด้วย ดังนั้นจึงเห็นสมควรออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.2.2 จากการสำรวจตรวจวัดค่าการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน พบว่าการใช้ไฟฟ้าไม่สมดุลกันในแต่ละเฟส โดยจะมีอยู่หนึ่งเฟสที่ค่าแอมป์ไฟฟ้าจะสูงกว่าอีกสองเฟส โดยวัดค่าแต่ละเฟสได้ดังนี้ เฟส A วัดได้ 256 A. เฟส B วัดได้ 440 A. และเฟส C วัดได้ 274 A. และมีค่าตัวประกอบกำลัง (PF) เพียง 0.75 เท่านั้น ซึ่งตามมาตรฐานแล้ว ค่า PF ไม่ควรต่ำกว่า 0.85 จากค่า PF ที่ต่ำนี้จะทำให้โรงงานจะต้องเสียค่า PF เป็นเงินจำนวนหลายบาทในแต่ละเดือน และยังมีหนังสือเตือนจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้ทางโรงงานปรับปรุงค่า PF ด้วย ดังนั้นจึงออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.2.3 ชุดมอเตอร์เกียร์บล็อกขับสายพานลำเลียงของไลน์ที่ 2 ของกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก จากที่ได้เข้าไปสำรวจบริเวณนี้พบว่า มอเตอร์ที่ใช้งานอยู่ค่อนข้างเก่าเนื่องจากใช้งานมานาน และเกียร์บล็อกที่ใช้งานนั้นก็เกิดการชำรุดแล้ว ทำให้การใช้งานในการขับสายพานลำเลียงไม่เสถียร เกิดการสะดุด และทำให้มอเตอร์ใช้งานหนัก วัดที่อุณหภูมิของมอเตอร์ได้ 67 องศาเซลเซียส ดังนั้น จึงเห็นสมควรออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.2.4 มอเตอร์ปั๊มน้ำขึ้นไลน์ผลิตเส้นหมี่ขาว จากการที่ได้สำรวจบริเวณนี้พบว่า มอเตอร์มีอุณหภูมิสูงมาก โดยวัดอุณหภูมิได้ถึง 90 องศาเซลเซียส โดยสาเหตุมาจากฝาครอบพัดลมระบายความร้อนของมอเตอร์ไม่มี และมีน้ำจากด้านบนมอเตอร์หยดลงมาใส่มอเตอร์ ดังนั้น จึงเห็นสมควรออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.3 การสูญเสียอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน

4.3.3.1 การปรับเปลี่ยนถุงแป้งมันเพื่อลดต้นทุนการผลิต จากที่ได้เข้าไปสำรวจในจุดนี้พบว่า บริเวณเส้นทางที่มีการขนย้ายถุงแป้งมัน ตั้งแต่รับวัตถุดิบลงจากรถมาเก็บไว้ในคลัง จนไปถึงกระบวนการผลิตเส้นเล็กและเส้นใหญ่ที่ต้องใช้แป้งมันเป็นวัตถุดิบ ตามเส้นทางนี้มีแป้งมันหล่นอยู่ตามพื้นเป็นจำนวนมาก โดยในแต่ละวันแม่บ้านจะกวาดแป้งมันที่หล่นตามพื้นเก็บมาชั่งได้เฉลี่ย 30 กิโลกรัม/วัน เพื่อลดการสูญเสียแป้งมัน จึงเห็นสมควรออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.3.2 ลดการสูญเสียน้ำแป้งจากการรั่วซึมของปั๊มน้ำแป้งบริเวณกระบวนการโม่ละเอียด จากการสำรวจพบว่าบริเวณเพลาของปั๊ม จะมีน้ำแป้งรั่วออกมาเป็นจำนวนมาก โดยการรั่วนั้นน้ำแป้งจะรั่วจากปั๊มดึง 2 ตัว ในแต่ละวันจะมีการสูญเสียน้ำแป้งมากกว่า 15 กิโลกรัม เพื่อลดการสูญเสียน้ำแป้ง จึงเห็นสมควรออกมาตรการในส่วนนี้

4.3.3.3 การลดการสูญเสียแผ่นแป้งก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กจากการเปื้อนคราบน้ำมันหล่อลื่นจากการเข้าไปสำรวจที่โรงงานพบการเปื้อนคราบน้ำมันของแป้งก๋วยเตี๋ยวทุกครั้ง โดยเมื่อถามเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบบอกว่า จะเกิดการเปื้อนบริเวณนี้เฉลี่ยเดือนละครั้ง ครั้งละประมาณ 40 กิโลกรัม โดยการเปื้อนแต่ละครั้งจะเกิดจากลูกปืนรองรับสายพานลำเลียงแตก ทำให้สูญเสียลูกปืนรองรับสายพานไปด้วย เพื่อลดการสูญเสีย จึงเห็นสมควรออกมาตรการในส่วนนี้

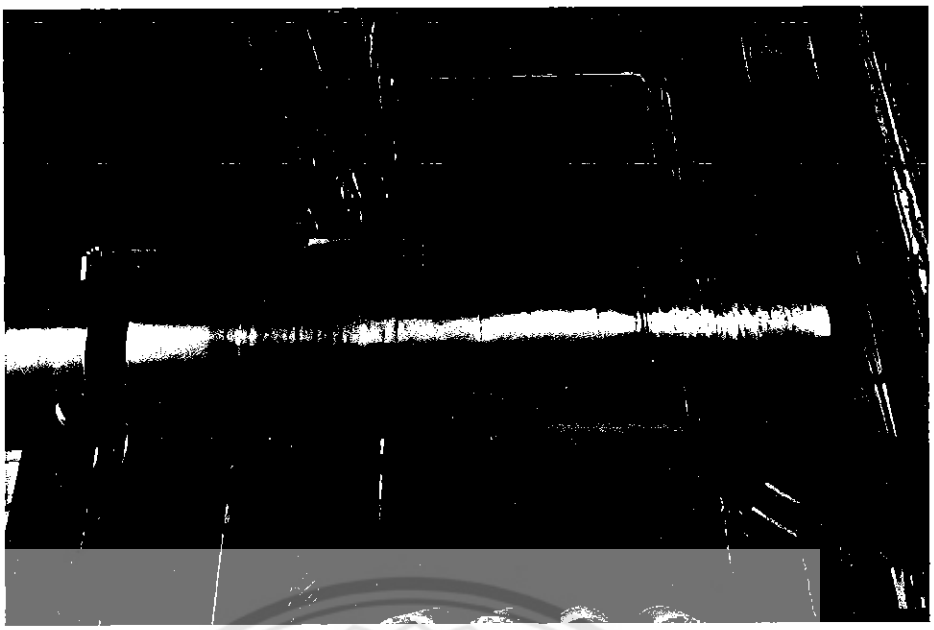
4.3.3.4 มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆในโรงงานให้มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการลดพลังงาน หรือลดการสูญเสียได้เช่นกัน แต่การเก็บค่าต่างๆเพื่อมาประเมินผลนั้นค่อนข้างทำได้ยาก จึงไม่ได้นำมาทำเป็นมาตรการหลัก จึงออกมาตรการมาเป็นเพียงกฎข้อบังคับใช้เท่านั้น

4.4 รายละเอียดมาตรการลดการใช้พลังงาน

4.4.1 มาตรการนำไอเสียจากเตาเผาแกลบมาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

แนวคิดและที่มาในการทำมาตรการ

เมื่อตรวจสภาพการผลิตไอน้ำของโรงงานพบว่ามีการใช้ หม้อไอน้ำ 2 ขนาด 5 ตันและ 3 ตัน ซึ่งได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ Preheat น้ำ โดยการนำไอน้ำที่เหลือจากการผลิตเส้นใหญ่ นำกลับเข้ามาต้มน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นได้สูงสุดถึง 70 องศาเซลเซียส แต่หากไม่มีการผลิตเส้นเล็กขบวนการนำไอน้ำมาอุ่นน้ำก่อนส่งเข้าหม้อต้มก็ไม่เกิดขึ้น จากการตรวจสอบการเผาไหม้ของเตาแกลบ มีความร้อนที่ติดไปกับไอเสียอุณหภูมิประมาณ 238 องศาเซลเซียส หากนำน้ำดิบอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส มาผ่าน Heat Exchanger สามารถทำให้น้ำดิบมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 50 องศาเซลเซียส ก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ จะสามารถประหยัดความร้อนจากการเผาแกลบลงได้ ซึ่งความร้อนที่นำมาอุ่นน้ำนี้ใช้ไอเสียอุณหภูมิประมาณ 230 องศาเซลเซียส จากการเผาไหม้ในเตาเผาแกลบ ซึ่งต้องระบายทิ้งผ่านระบบกำจัดฝุ่นก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศไป



รูปที่ 4.5 : Preheater ใช้ไอน้ำจากขบวนการผลิตเส้นใหญ่มาอุ่นน้ำให้ร้อนขึ้นก่อน**ส่งเข้าหม้อไอน้ำ**

รูปที่ 4.6 : ไอเสียอุณหภูมิ 238 องศาเซลเซียส จากเตาเผาแกลบนำมาผ่านเครื่องกำจัดฝุ่นละออง ก่อนปล่อยทิ้งออกไป

4.4.1.1 ขั้นตอนในการดำเนินการ

ก. ตรวจวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำดิบที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

ข. นำน้ำดิบให้ไหลผ่านท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจากไอเสียจนน้ำดิบมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 25 องศาเซลเซียส

ค. ตรวจสอบคุณภาพอากาศที่ปล่อยทิ้งไปอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน หลังการปรับปรุง สังเกตจากสีของควันโดยข้อบังคับของกรมโรงงานจะไม่ให้มีควันสีดำแต่ถ้ามีก็ขอให้น้อยที่สุด

ง. วิเคราะห์และคำนวณผลประหยัด

4.4.1.2 ก่อนปรับปรุง

[1]	น้ำดิบป้อนเข้าเตา	=	25	องศาเซลเซียส
[2]	อัตราการไหลของน้ำดิบ	=	3	m^3 / ชั่วโมง
	ใช้แกลบ	=	10	ตัน / วัน
	ทำงานผลิตไอน้ำเฉลี่ย	=	7	ชั่วโมง / วัน
	1 เดือนทำงานผลิตไอน้ำเฉลี่ย	=	30	วัน

ข้อมูลการคำนวณอ้างอิงก่อนปรับปรุง

[3]	ค่าความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	=	104.83 kJ / kg
	ค่าความร้อนของน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	=	209.33 kJ / kg

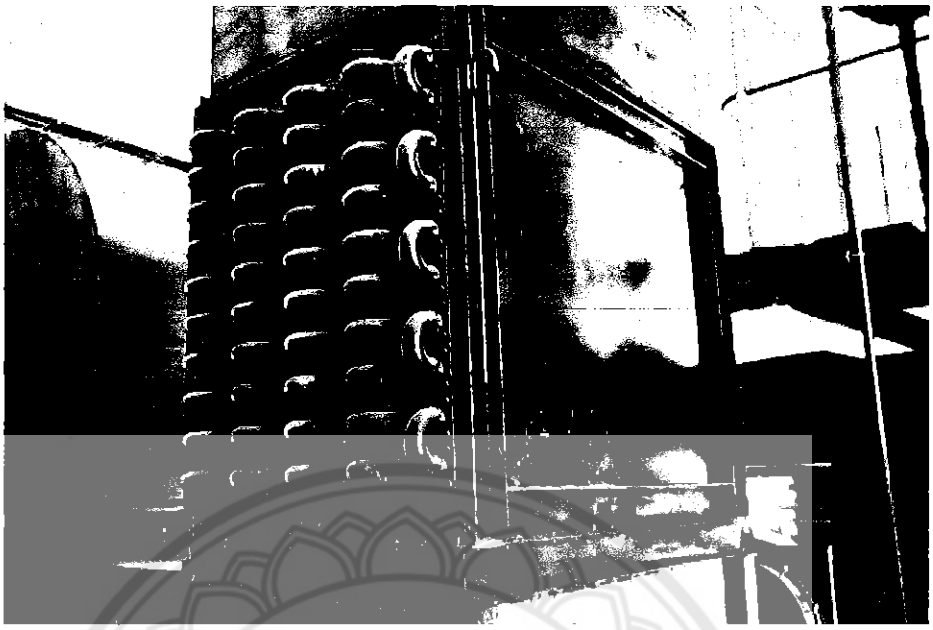
---

[1] อุณหภูมิน้ำดิบ 25 องศาเซลเซียส วัดจากเครื่องยิงอุณหภูมิ

[2] อัตราไหลของน้ำดิบ ดูจากกำลังการผลิตไอน้ำสูงสุดของหม้อไอน้ำ 3,000 กิโลกรัม/ชั่วโมง

[3] ข้อมูลจากหนังสือหม้อไอน้ำฉบับใช้งานในโรงงาน, ตารางไอน้ำอิ่มตัว, หน้า 10

4.4.1.3 หลังปรับปรุง



รูปที่ 4.7: ติดตั้ง Heat Exchanger

ค่าความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากไอเสีย = 209.33 - 104.83 kJ / kg

= 104.5 kJ / kg

ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากน้ำทั้งหมด = ความร้อนที่เพิ่มขึ้น x ปริมาณน้ำดิบต่อวัน

= 104.5 x (3,000 x 7) /1000

= 2,560 MJ / วัน

คิดใน 1 เดือน = 2,560 x 30 MJ

= 76,800 MJ

หรือ ปีละ = 921,600 MJ

[4]ประสิทธิภาพรวมในการให้ความร้อนหม้อไอน้ำ ร้อยละ 65

ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ = 14.40 MJ/kg

คิดเป็นแกลบที่ประหยัดได้ = พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ / ประสิทธิภาพรวมในการให้ ความร้อนแก่อากาศ / ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ

= 921,600 / 0.65 / 14.40

= 98,462 kg/ปี

[4] ดูจากใบตรวจสอบความปลอดภัยของหม้อไอน้ำตามกฎหมายทุกปี แต่ทางโรงงานไม่สามารถให้ได้เนื่องจากเป็นความลับของทางโรงงาน

คิดเป็นค่าความร้อนของแกลบที่ประหยัดได้รวม = 98,462 x 14.40 MJ

= 1,417,853 MJ

ราคาแกลบเฉลี่ย = 1.20 บาท / kg

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = แกลบที่ประหยัดได้ต่อปีxค่าแกลบเฉลี่ย

= 98,462 x 1.20 บาท/ปี

= 118,154 บาท/ปี

การลงทุนและผลตอบแทน

การลงทุน = 200,000 บาท

คืนทุน = 200,000 / 118,154 ปี

= 1.7 ปี

4.4.2 มาตรการอุดรูรั่วอุปกรณ์ส่งไอน้ำ

แนวคิดและที่มาในการทำมาตรการ

จากการตรวจสภาพการนำไอน้ำจากหม้อไอน้ำมายังจุดใช้งานพบว่ามีการรั่วไหลของไอน้ำเริ่มตั้งแต่วาล์วควบคุมไอน้ำใต้หม้อไอน้ำ มีการรั่วไหลบริเวณฝานึ่งแป้ง และบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ในสายการผลิต จากการประมาณปริมาณไอน้ำสูญเสียจากรูรั่วดังกล่าว ไม่น้อยกว่า 0.1 ตัน ต่อชั่วโมง ซึ่งถ้าหากทำการซ่อมหรือปรับปรุงอุปกรณ์ต่อเชื่อมต่าง ๆ ไม่ให้ไอน้ำรั่วไหล จะสามารถลดการใช้แกลบได้จำนวนมาก

รูปที่ 4.8: วาล์วควบคุมไอน้ำบริเวณใต้หม้อไอน้ำรั่ว

รูปที่ 4.9: ไอน้ำรั่วออกมาจากห้องอบแป้งตามรอยตะเข็บฝาปิดชำรุด

รูปที่ 4.10: ไอน้ำรั่วไหลตามข้อต่อต่าง ๆ

4.4.2.1 แนวคิดและขั้นตอนในการดำเนินการ

ก. สำรวจตำแหน่งรั่วไหลของไอน้ำ

ข. ทำการซ่อม หรือปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อลดการรั่วไหลของไอน้ำ

ค. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์หลังปรับปรุงแล้ว

ง. วิเคราะห์และคำนวณผลประหยัดหาจุดคุ้มทุน

4.4.2.2 ก่อนปรับปรุง

[5]ปริมาณไอน้ำที่ใช้ในขบวนการผลิตอย่างน้อย	=	3,000 กิโลกรัม/ชั่วโมง	
[6]ปริมาณการรั่วไหลของไอน้ำประมาณการ	=	0.150 m^3 / ชั่วโมง	
	=	150 กิโลกรัม/ชั่วโมง	
ใช้แกลบ	=	10	ตัน/วัน
ทำงานผลิตไอน้ำเฉลี่ย	=	8	ชั่วโมง/วัน
1 เดือนทำงานผลิตไอน้ำเฉลี่ย	=	30	วัน
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำร้อยละ 65			
ข้อมูลการคำนวณอ้างอิงก่อนปรับปรุง			
ความดันไอน้ำที่จุดรั่วไหล	=	3	บาร์
ค่าความร้อนของไอน้ำที่ 3 บาร์	=	2,724.66 kJ/kg	

4.4.2.3 หลังปรับปรุง

ซ่อมหน้าแปลนและข้อต่อต่างๆซ่อมรูรั่วของวาล์ว

ค่าความร้อนที่ประหยัดได้ = ค่าความร้อนของไอน้ำxปริมาณการรั่วไหลxชั่วโมงทำงาน

= (2,724.66 x 150 x 8) /1000 MJ / วัน

= 3,270 MJ / วัน

ปริมาณความร้อนที่เสียไปมาจากแกลบ = (ความร้อนที่สูญเสีย)/ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นไอน้ำของหม้อไอน้ำ

= 3,270 / 0.65

เสียความร้อนจากแกลบ	=	5,031	MJ / วัน
คิดใน 1 เดือน	=	5,031 x 30	MJ
	=	150,930	MJ
หรือ ปีละ	=	1,811,160	MJ

[5] อัตราไหลของน้ำดิบ ดูจากกำลังการผลิตไอน้ำสูงสุดของหม้อไอน้ำ 3,000 กิโลกรัม/ชั่วโมง

[6] เป็นการประมาณการณ์โดยอ้างอิงจากหนังสือเทคโนโลยีไอน้ำ หน้า 279 ที่กล่าวว่า "ไอน้ำมีรูรั่วขนาด 3.175 มิลลิเมตร จะสูญเสียไอน้ำจากรูรั่ว 27 กิโลกรัม/ชั่วโมง จากการตรวจสอบระบบไอน้ำภายในโรงงานพบการรั่วไหลหลายจุด บางจุดเกิน 5 เซนติเมตร จึงประมาณการณ์ให้มีการรั่วไหลของไอน้ำอย่างต่ำ 150 กิโลกรัม/ชั่วโมง"

ถ้าผลการซ่อมบำรุงสามารถลดการรั่วของไอน้ำได้เพียงร้อยละ 80

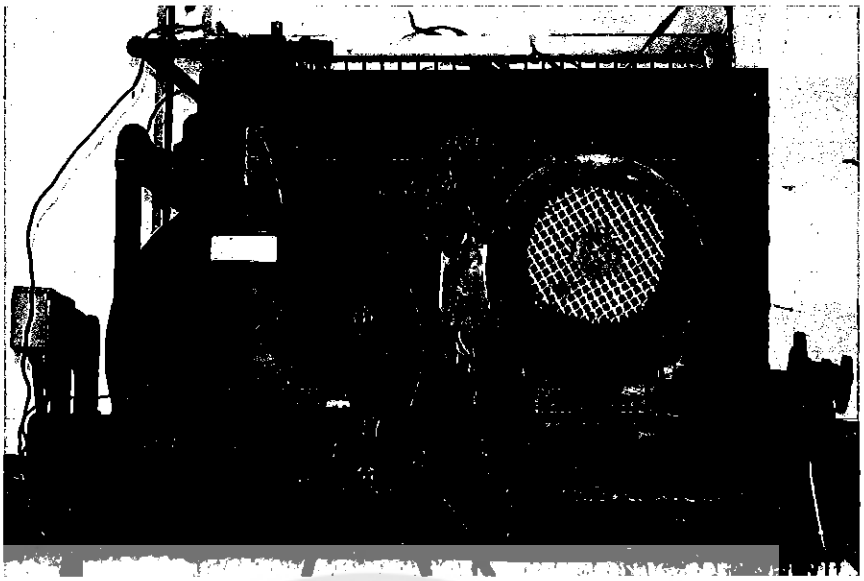
คิดเป็นน้ำหนักแกลบ	=	พลังงานความร้อนสูญเสีย x สัดส่วนที่แก้ไขได้/ ค่าพลังงานความร้อนของแกลบ
	=	1,811,160 x 0.8 / 14.40
	=	100,620 kg/ปี
	=	100 ตัน / ปี
ราคาแกลบเฉลี่ย	=	1,200 บาท / ตัน
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	แกลบที่เสียความร้อนไปxค่าแกลบเฉลี่ย
	=	100x 1,200 บาท/ปี
	=	120,000 บาท/ปี
การลงทุนและผลตอบแทน		
การลงทุนซ่อมอุปกรณ์ส่งไอน้ำที่รั่ว	=	100,000 บาท
คืนทุน	=	100,000 / 120,000 ปี
	=	0.83 ปี

4.4.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรชเซอร์

แนวคิดและที่มาในการทำมาตรการ

ในห้องเย็น ขนาด 4 ตัน ของ โรงงานเส้นหมี่กิจเจริญจำกัด ซึ่งใช้คอมเพรชเซอร์ 5,595 วัตต์ 1 ชุด ใช้แรงดันไฟฟ้า 380 V กินกระแส 8.5 A PF 0.75

จากการตรวจสอบห้องเย็นพบว่า มีการนำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปแช่ไว้ โดยห้องเย็นมีการติดตั้ง Thermostat ให้มีอุณหภูมิ 0 องศาตลอดเวลา ทำให้ Compressor ทำงานมาก เฉลี่ยชั่วโมงละ 55 นาที แต่เนื่องจากปริมาณผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิคงตัวแล้ว หลังแช่เย็นประมาณ 5 ชั่วโมง หลังจากช่วงนั้นไป สามารถปรับอุณหภูมิขึ้นเป็น 3 องศาเซลเซียส ซึ่งความเย็นขนาดนี้ยังสามารถรักษาสภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ตามปกติ แต่จะส่งผลดีทำให้ Compressor ทำงานน้อยลงไป เหลือทำงานชั่วโมงละประมาณ 45 นาที โดยทำงานประมาณ 24 ชั่วโมงต่อวัน



รูปที่ 4.11: สภาพ Compressor ห้องเย็น

4.4.3.1 ผลการประหยัด

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ เฉลี่ยประมาณ = 5, 595 w

จากการสังเกตการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมงต้องทำงาน ประมาณ 55 นาที หากตั้งอุณหภูมิเหลือ 3 องศาเซลเซียส การทำงานเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์จะเหลือประมาณ 45 นาทีดังนั้น

4.4.3.2 ก่อนการแก้ไข

คอมเพรสเซอร์จะกินไฟ	= 55/60 * 5, 595 / 1000	หน่วยต่อชั่วโมง	
	= 5.13	หน่วย	
เวลาการทำงานของห้องเย็น	= 24	ชั่วโมง	
ดังนั้นใน 1 วันจะเปลืองไฟประมาณ	= 5.13 x 24	หน่วย	
	= 123.12	หน่วย ต่อวัน	

4.4.3.3 หลังการแก้ไข

เดิน Compressor อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

ดังนั้น คอมเพรสเซอร์จะกินไฟเหลือ	= 55/60 * 5, 595 / 1000	หน่วยต่อชั่วโมง	
	= 5.13	หน่วย	
เวลาการทำงานของห้องเย็น	= 5	ชั่วโมง	
ดังนั้นใน 1 วันจะเปลืองไฟประมาณ	= 5.13 x 5	หน่วย	
	= 25.65	หน่วย ต่อวัน	

เดิน Compressor อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 ชั่วโมง

ดังนั้น คอมเพรสเซอร์จะกินไฟเหลือ = 45/60 * 5, 595 / 1000 หน่วยต่อชั่วโมง

= 4.2 หน่วย

เวลาการทำงานของห้องเย็น = 19 ชั่วโมง

ดังนั้นใน 1 วันจะเปลืองไฟประมาณ = 4.2 x 19 หน่วย

= 79.8 หน่วย ต่อวัน

ดังนั้น พลังงานที่ใช้ทั้ง 2 ช่วง รวมเป็น = 25.65 + 79.8

= 105.45 หน่วย ต่อวัน

พลังงานที่ลดลงได้ = ก่อนแก้ไข – หลังแก้ไข

= 123.12 – 105.45 หน่วย ต่อวัน

= 17.67 หน่วย ต่อวัน

ใน 1 เดือน ทำงานทำงานเฉลี่ย 30 วัน คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่เสียลดได้

= 17.67 x 30 หน่วยต่อเดือน

= 530 หน่วย ต่อเดือน

หรือคิดเป็นปี = 530 x 12

= 6,360 หน่วยต่อปี

ดังนั้นหากมีการควบคุมการตั้งอุณหภูมิ เป็น 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงต่อวัน และตั้งอุณหภูมิเป็น 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 ชั่วโมง จะสามารถลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้คิดเป็นพลังงานที่ลดได้

= 6,360 หน่วยต่อปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ = 3.73 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.73 x 6,360 = 23,723 บาท/ปี

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี = 6,360 หน่วย x 3.6 MJ/หน่วย

= 22,896 MJ / ปี

4.4.3.4 ประเมินผลการลงทุน

เปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ = 20,000 บาท

ระยะเวลาการคืนทุน = เงินลงทุน/ เงินค่าพลังงานที่ประหยัดได้

= 20,000 / 23,723

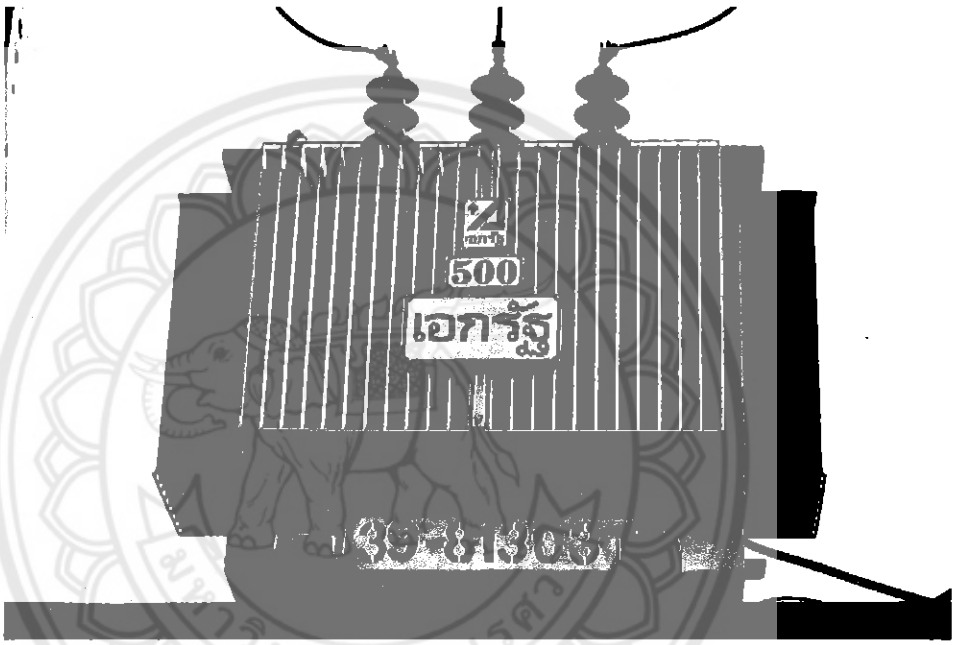
= 0.873 ปี

= 320 วัน

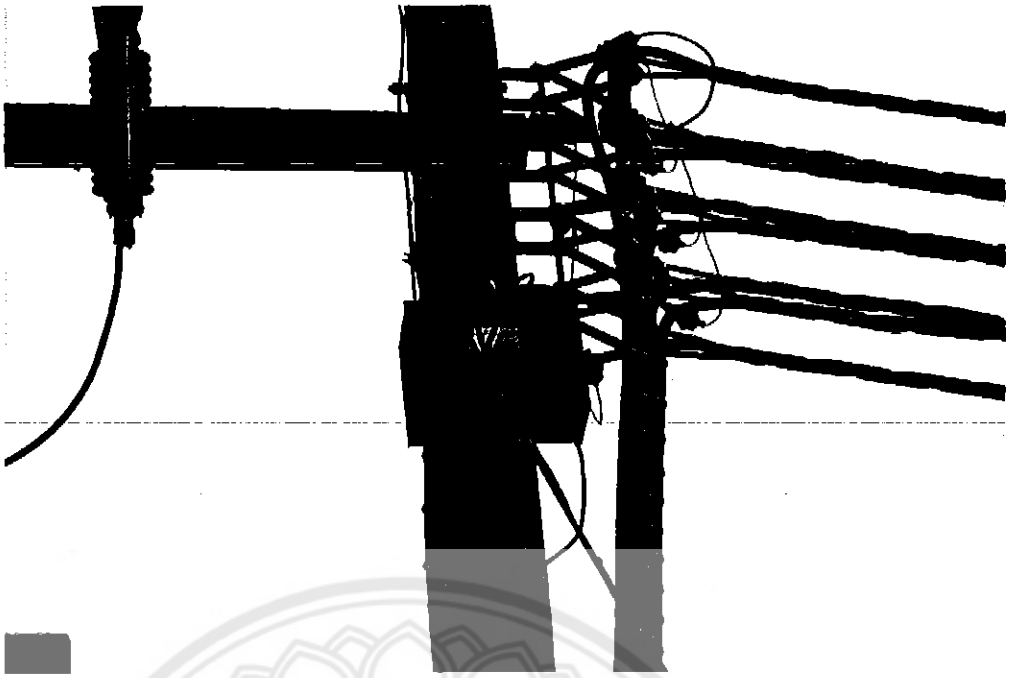
4.4.4 มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

แนวคิดและที่มาในการทำมาตรการ

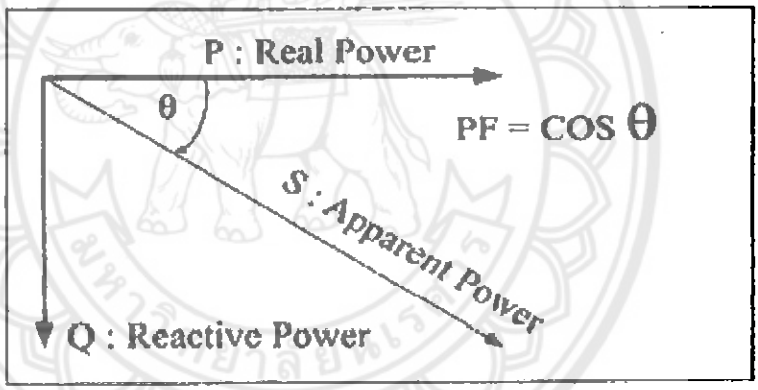
จากการตรวจวัดค่าการใช้ไฟฟ้าของโรงงานพบการใช้กระแสไฟฟ้าไม่สมดุลกันในแต่ละเฟส ดังนี้ เฟส A 256 A เฟส B 440 A และเฟส C 274 A และมีค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) เพียง 0.57 เท่านั้น จากกการที่ค่า Pf ต่ำนี้ทำให้บริษัทต้องเสียค่า PF เป็นจำนวนเงินหลายบาทต่อเดือน และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหล่มสัก ได้มีหนังสือเตือนมาให้บริษัทปรับปรุงค่า PF อีกด้วย



รูปที่ 4.12: หม้อแปลงของโรงงาน



รูปที่ 4.13: Capacitor Bank ของโรงงาน



รูปที่ 4.14: การเกิดตัวประกอบกำลังในระบบไฟฟ้า

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าจริง}}{\text{กำลังไฟฟ้าปรากฏ}}$$

$$PF = \frac{V \times I \times \cos\theta}{V \times I} = \cos\theta$$

โดย V = แรงดันไฟฟ้า (V)

I = กระแสไฟฟ้า (A)

θ = มุมแตกต่างระหว่างกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

ตารางที่ 4.14: ความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบไฟฟ้าที่ลดลง กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น และกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป

ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (%)	กระแสไฟฟ้าปกติ (A)	กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (%)	ขนาดสายที่เพิ่มขึ้นและกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (%)
100	100	0	0
90	111	11	23
80	125	25	56
70	143	43	104
60	167	67	179
50	200	100	300
40	250	150	525

ในระบบที่มีค่า PF ต่ำ จะทำให้แรงดันไฟฟ้าในระบบต่ำกว่าปกติ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่สูงเป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างสายส่ง

4.4.4.1 วิธีแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

หากโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารใดมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโหลดแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Load) หรือเป็นโหลดแบบเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitive Load) ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว จะทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ แต่ถ้านำอุปกรณ์สองประเภทนี้มาใช้ร่วมกันในอัตราที่เหมาะสมจะทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 95 – 100 ซึ่งวิธีนี้เรียกว่าวิธีการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

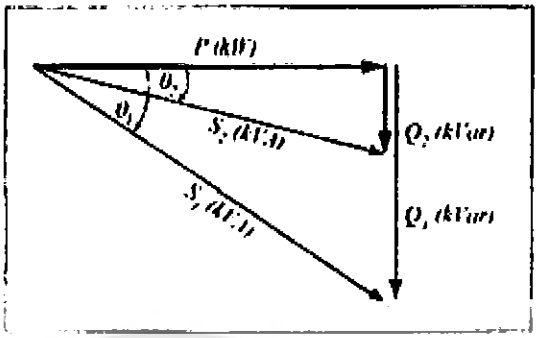
การแก้ไขค่าตัวประกอบกำบังไฟฟ้าก็คือการเพิ่มค่า cos θ หรือลดมุม θ ที่แตกต่างกันระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้ใกล้เคียง 1 มากที่สุด การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าล้าหลัง (Lagging Power Factor) ให้มีค่าสูงขึ้นสามารถทำได้ คือ

4.4.4.2 การใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor)

การใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) ต่อเข้าไปในระบบไฟฟ้านั้น มีประโยชน์หลายอย่าง นอกจากจะช่วยแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลดให้สูงขึ้นแล้ว ยังช่วยทำให้แรงดันไฟฟ้าดีขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่งคือการช่วยลด Var Flow ออกจากระบบไฟฟ้า หรือออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง เพราะตัวเก็บประจุไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยจ่ายกำบังไฟฟ้ารีแอคทีฟให้แก่ระบบไฟฟ้า อีกทั้งยังมีประโยชน์อื่น ๆ เช่น ช่วยกันป้องกันการจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือจากหม้อแปลงไฟฟ้าเกินกำลัง ช่วยลดความสูญเสียในระบบไฟฟ้า ช่วยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

4.4.4.3 ขนาดของตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม

การใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์ในการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นนั้นต้องเลือกขนาดให้เหมาะสม



รูปที่ 4.15: ขนาดของตัวเก็บประจุไฟฟ้า

4.4.4.4 การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

ก. ก่อนการแก้ไข

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 220x256 + 220x440 + 220x274 VA

= 213,400 VA

= 213.4 kVA

Power Factor เดิม = 0.57

มุม Q1 = $\cos^{-1}$ (0.57)

= 55.25 องศา

หาค่า kW = kVA sin Q1

= 213.4 x sin (55.25)

= 175.34 kW

ตามมาตรฐานของ กฟภ. ต้องให้ค่า PF เกิน 0.85 ขึ้นไป

ดังนั้น มุม Q2 = $\cos^{-1}$ (0.85)

= 31.79 องศา

หาขนาด C bank

หา Q1 = kW Tan (Q1)

= 175.34 x tan (55.25)

= 252.75 kVAR

หา Q2 = kW Tan (Q2)

= 175.34 x tan (31.79)

= 108.67 kVAR

ดังนั้นต้องหา C bank มาต่อ ขนาด

= Q1 – Q2

= 252.75 - 108.67

= 144.08 kVAR

หาค่าความสูญเสียก่อนแก้ไข

kVA sin (Q1) = 175.34 kW

A = 175.34 x 1000 / sqr. 3 /380 / sin (55.25)

= 324 A

$I^2 \times R$ = kW

R = kW / I^2

= 175.34 / 324^2

= 1.67 โอหม์

ก่อนแก้ไข I_1 = 213.4 kVA_1 / sqr. 3 / 380

= 324 A

I_2 = kVA_2 / sqt 3 / 380

= Sqr. (175.34^2 + 108.67^2) /sqr. 3/ 380

= 267.3 A

ดังนั้น พลังงานสูญเสียหลังแก้ไข

= R x (I_1^2 – I_2^2)

= 1.67 (324^2 – 267.3^2)

= 33.527 kW

ใน 1 วันทำงาน 10 ชั่งโมง การสูญเสีย

= 33.527 x 10

= 335.27 หน่วย ต่อวัน

1 ปี ทำงาน 365 วัน = 335.27 x 365

= 122,373 หน่วย

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ = 3.50 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.50 x 122,373

= 428,305 บาท/ปี

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี

= 122,373 หน่วย x 3.6 MJ/หน่วย

= 440,543 MJ / ปี

4.4.4.5 ประเมินผลการลงทุน

ลงทุนติดตั้ง C Bank ขนาด 145 kVAR

= 340,000 บาท

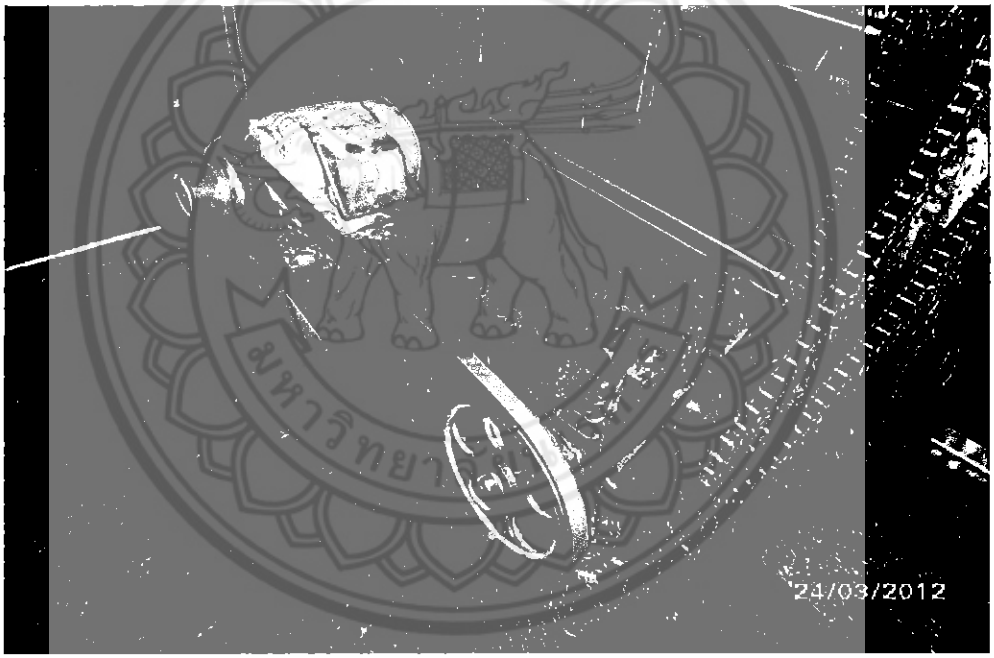
ระยะเวลาการคืนทุน = เงินลงทุน /เงินค่าพลังงานที่ประหยัดได้

= 340,000 / 456,451.30

= 0.74 ปี

= 264 วัน

4.4.5 การลดพลังงานไฟฟ้าตรงชุดเกียร์บล็อกขับสายพานลำเลียง**แผ่นแป้งของไลน์ที่ 2 ของ**การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก



รูปที่ 4.16: รูปชุดมอเตอร์และเกียร์บล็อก

4.4.5.1 แนวคิดและที่มาในกาทำมาตรการ

เนื่องจากมอเตอร์ตัวปัจจุบันที่ใช้อยู่ค่อนข้างเก่ามากและเกียร์บล็อกที่ใช้อยู่เกิดการชำรุดเสียหายและวัดอุณหภูมิได้ 67 องศาเซลเซียส จึงทำให้จุดนี้มอเตอร์กินไฟสูงกว่าปกติโดยก่อนดำเนินมาตรการวัดกระแสไฟฟ้าได้ 1.3 แอมป์ และหลังจากดำเนินมาตรการสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าลดลงมาเป็น 1 แอมป์

4.4.5.2 ขั้นตอนในการดำเนินมาตรการ

ก. สำรวจหาจุดบกพร่องของชุดเกียร์บล็อก

ข. ทำการซ่อม และเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ที่ชำรุดเสียหายของชุดเกียร์บล็อก

ค. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์หลังปรับปรุงแล้ว

ง. วิเคราะห์และคำนวณผลประหยัดหาจุดคุ้มทุน

4.4.5.3 ผลการประหยัด

ก. ก่อนการแก้ไข

ขนาดมอเตอร์ขับเกียร์บล็อก = 1 HP 38 V กินกระแส 1.3 A PF 0.83

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของ เฉลี่ยประมาณ = 0.71 kW

ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

มอเตอร์จะกินไฟ = 8 x 0.71 หน่วย / วัน

= 5.68 หน่วย / วัน

ข. หลังการแก้ไข

ขนาดมอเตอร์ขับเกียร์บล็อก = 1 HP 380 V กินกระแส 1 A PF 0.83

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของ เฉลี่ยประมาณ = 0.546 kW

ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

มอเตอร์จะกินไฟ = 8 x 0.546 หน่วย / วัน

= 4.37 หน่วย / วัน

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ = ก่อนแก้ไข – หลังแก้ไข

= 5.68 – 4.37 หน่วย ต่อวัน

= 1.31 หน่วย ต่อวัน

ใน 1 ปี ทำงานทำงานเฉลี่ย 365 วัน คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่เสียลดได้

= 1.31x 365 หน่วย / ปี

= 478.15 หน่วย / ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ = 3.73 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.73 x 478.15

= 1783.5 บาท/ปี

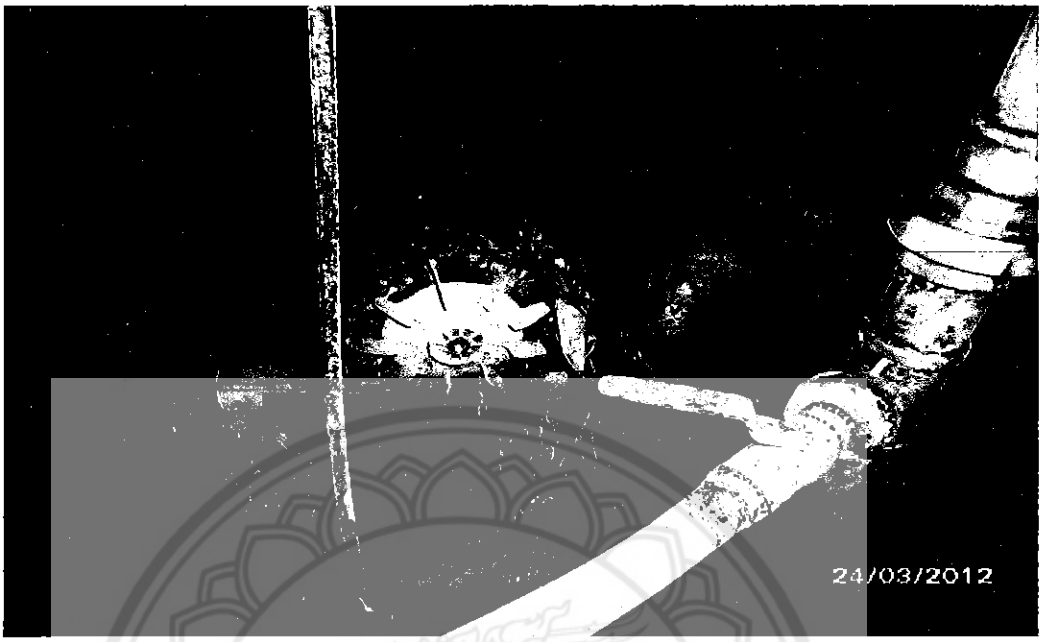
คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี = 478.15 หน่วย x 3.6 MJ/หน่วย

= 1721.43 MJ/ ปี

ค. ประเมินผลการลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากใช้อะไหล่เดิมที่อยู่ในคลังวัตถุดิบ

4.4.6 มาตรการลดพลังงานไฟฟ้าด้วยการซ่อมบำรุงชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำแป้งขึ้นไลน์ผลิตเส้นหมี่



รูปที่ 4.17: ปั๊มน้ำแป้งส่งขึ้นเครื่องบีบแป้งหมี่

4.4.6.1 แนวคิดและที่มาในกาทำมาตรการ

เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้อยู่ค่อนข้างเก่าและชิ้นส่วนบางชิ้นชำรุดเสียหาย เช่น ฝาครอบด้านหลังไม่มีทำให้การระบายความร้อนทำได้ไม่ดี วัดอุณหภูมิของมอเตอร์ได้สูงถึง 90 องศาเซลเซียส โดยก่อนการปรับปรุงสามารถวัดกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 2.37 แอมป์ และหลังจากดำเนินมาตรการสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าลดลงมาเป็น 1.78 แอมป์

4.4.6.2 ขั้นตอนในการดำเนินมาตรการ

ก. สำรวจหาจุดบกพร่องจุดที่ชำรุดเสียหาย

ข. ทำการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ที่ชำรุดเสียหายของชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำแป้ง

ค. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์หลังปรับปรุงแล้ว

ง. วิเคราะห์และคำนวณผลประหยัดหาจุดคุ้มทุน

4.4.6.3 ผลการประหยัด

ก. ก่อนการแก้ไข

ขนาดมอเตอร์ปั๊มน้ำแป้ง = 1.5 HP 380 V กินกระแส 2.37 A PF 0.83

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของ เฉลี่ยประมาณ = 1.29 kW

ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

มอเตอร์จะกินไฟ = 8 x 1.29 หน่วย / วัน

= 10.32 หน่วย / วัน

ข. หลังการแก้ไข

ขนาดมอเตอร์ปั๊มน้ำแป้ง = 1.5HP 380 V กินกระแส 1.78 A PF 0.83

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของ เฉลี่ยประมาณ = 0.97 kW

ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

มอเตอร์จะกินไฟ = 8 x 0.97 หน่วย / วัน

= 7.76 หน่วย / วัน

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ = ก่อนแก้ไข – หลังแก้ไข

= 10.32 – 7.76 หน่วย ต่อวัน

= 2.56 หน่วย ต่อวัน

ใน 1 วัน ทำงาน 2 ชุด = 5.12 หน่วย ต่อวัน

ใน 1 ปี ทำงานทำงานเฉลี่ย 365 วัน คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่เสียลดได้

= 5.12 x 365 หน่วย / ปี

= 1868.8 หน่วย / ปี

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยหน่วยละ = 3.73 บาท

ดังนั้นสามารถประหยัดได้ = 3.73 x 1868.8 = 6970 บาท/ปี

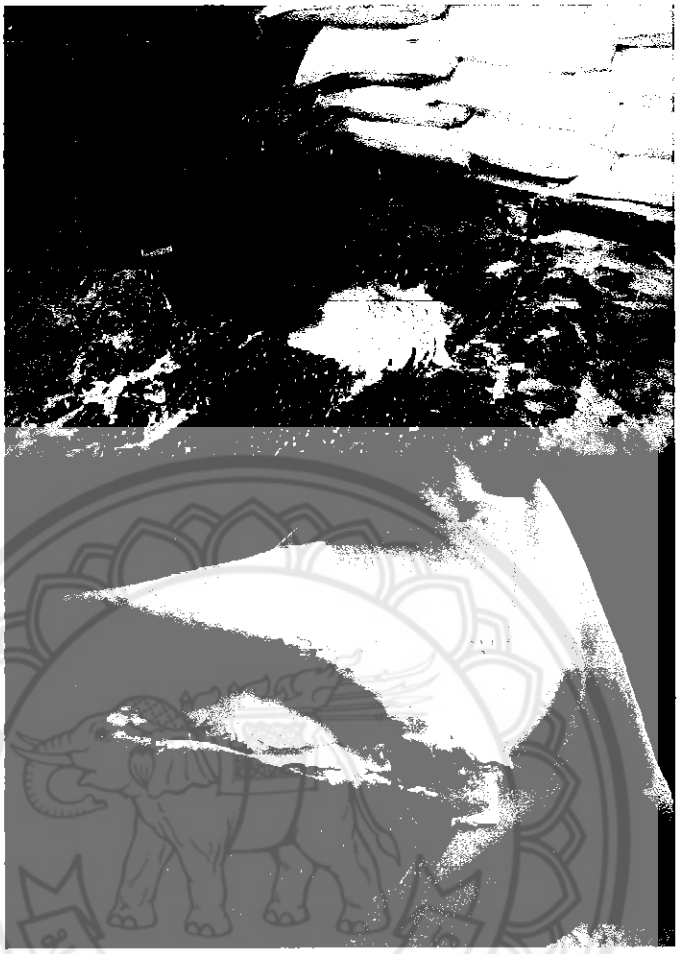
คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี = 1868.8 หน่วย x 3.6 MJ/หน่วย

= 6727.7 MJ / ปี

ค. ประเมินผลการลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากใช้อะไหล่เดิมที่อยู่ในคลังวัตถุดิบ

4.4.7 มาตรการปรับเปลี่ยนถุงแป้งมันเพื่อลดต้นทุนการผลิต



รูปที่ 4.18: รูปการสูญเสียแป้งมัน

4.4.7.1 แนวคิดและที่มา

เนื่องจากโรงงานผลิตเส้นหมี่ใช้แป้งมันเป็นวัตถุดิบหลักรองลงมาจากข้าวจ้าว โดยในแต่ละปีโรงงานใช้แป้งมันมากกว่า 2,000 ตัน แต่การนำแป้งมันเข้าสู่กระบวนการผลิตจะบรรจุเป็นถุงถุงละ 30 กิโลกรัม ถือว่าใช้ถุงในปริมาณมากในแต่ละปี และถุงที่ใช้บรรจุแป้งมันในปัจจุบันเป็นถุงพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) นั้น ทำให้แป้งมันที่บรรจุอยู่ในถุงรั่วไหลออกมาเป็นจำนวนมากจึงนำเสนอมาตรการในส่วนนี้ให้โรงงานพิจารณา

4.4.7.2 ข้อมูล

ถุงแป้งมันหนักถุงละ 30 กิโลกรัม กิโลกรัม ละ 16 บาท

1 วันใช้ 200 ถุง = 30x200 = 6,000 กิโลกรัม

1 เดือนใช้ 6,000 x 30 = 180,000 กิโลกรัม

1 ปีจะใช้แป้ง 180,000 x 12 =2,160,000 กิโลกรัม

1 วันจะใช้เงิน 6000 x 16 = 96,000 บาท

1 เดือนใช้เงิน 96,000x 30 =2,880,000 บาท

1 ปีจะใช้เงิน 2,880,000 x 12 = 34,560,000 บาท

4.4.7.3 การสูญเสีย

จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูล จะเห็นการสูญเสียตั้งแต่แป้งลงจากรถ จนถึงกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากข้อมูลที่เก็บมาได้มีข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.15: การสูญเสียแป้งในกระบวนการการผลิต

จุดที่	บริเวณที่เก็บ	น้ำหนัก (kg)	หมายเหตุ	คิดเป็น (กิโลกรัม ต่อวัน)
1	บริเวณถังผสมในการผลิตเส้นใหญ่	20.3	2 วัน/ครั้ง	10.15
2	บริเวณถังผสมในการผลิตเส้นเล็ก	16.4	2 วัน/ครั้ง	8.2
3	บนรถบรรทุกที่มาส่งแป้ง	17	ต่อครั้ง (3 วัน/ครั้ง)	5.7
4	บนพื้นระหว่างขนลงจากรถไปยังคลังวัตถุดิบ	18.4	ต่อครั้ง (3 วัน/ครั้ง)	6.1
รวม สูญเสียแป้งเฉลี่ยต่อวัน				30.15

1 วัน จะสูญเสียแป้ง 30.15 กิโลกรัม

1 เดือน จะสูญเสียแป้ง 30.15 x 30 = 904.5 กิโลกรัม

1 ปีจะสูญเสียแป้ง 904.5 x 12 = 10,854 กิโลกรัม

1 ปีคิดเป็นเงิน 10,854 x 16 = 173,664 บาท

4.4.7.4 แก้ไข

เสนอเปลี่ยนถุงแป้งเป็นแบบเคลือบพลาสติก จากการสอบถามจะเพิ่ม 5 บาท/ถุง โดยจากการที่โรงงานเคยใช้มาครั้งหนึ่งแล้ว และพอใช้เสร็จโรงงานแป้งไม่ได้นำถุงคืนจึง คำนวณเพื่อเปรียบเทียบ

ใน 1 วัน จะใช้ถุงทั้งหมด 200 ถุง

ใน 1 เดือน จะใช้ถุงทั้งหมด 200x30 = 6000 ถุง

ใน 1 ปี จะใช้ถุงทั้งหมด 6000x12 = 72,000 ถุง

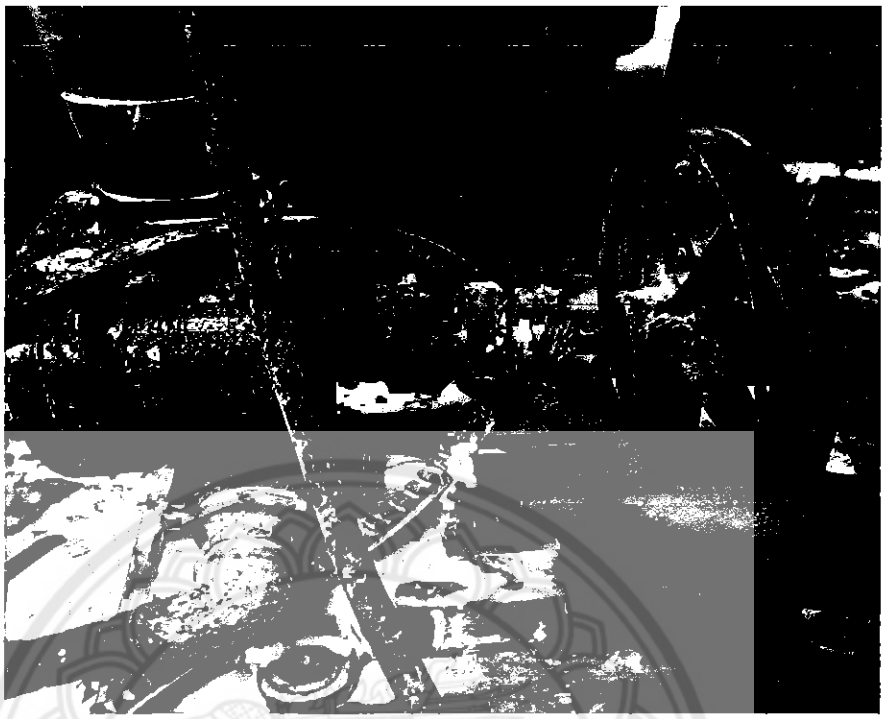
ดังนั้น 1 ปีจะเสียค่าใช้จ่าย 72,000 x 5 = 360,000 บาท

4.4.7.5 สรุป

ถ้าทำตามมาตรการก็จะลดการสูญเสียจาดแป้งที่หกได้ 173,664 บาทต่อปี แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการทำมาตรการอยู่ที่ 360,000 บาทต่อปี ถ้าเปลี่ยนถุงเปรียบเทียบเปลี่ยนถุงกับการสูญเสีย 173,664 -360,000 = -186,336 บาทต่อปี ถือว่าขาดทุนอยู่ 186,336 บาทต่อปี

แต่ถ้าข้อลดราคาส่วนต่างของการเปลี่ยนถุงลงมาได้ก็จะทำให้บริษัทได้กำไรได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าขอลดมาเป็นถุงล่ะ 2 บาท ก็จะเท่ากับสูญเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากการเปลี่ยนถุงเท่ากับ 72,000 x 2 = 144,000 บาทต่อปี จะทำให้ได้กำไรเท่ากับ 173,664 144,000 = 29,664 บาทต่อปี

4.4.8 มาตรการลดการสูญเสียน้ำแป้งจากการรั่วซึมที่ปั๊มน้ำแป้งตรงโม่ละเอียด



รูปที่ 4.19: การสูญเสียของนำแป้งที่รั่วซึม

4.4.8.1 แนวคิดและที่มาในการทำมาตรการ

เนื่องจากปั๊มชักที่ใช้ส่งน้ำแป้งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้นเกิดการรั่วซึมบ่อยจากการเสื่อมสภาพของซีล และการหลุดหลวมของน็อตยึดทำให้น้ำแป้งมีการรั่วซึมออกมาโดยมีการรั่วประมาณ 15 กิโลกรัม/วัน

4.4.8.2 ข้อมูล

ก. ข้าวจ้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ราคากิโลกรัม ละ 18 บาท

ข. ในน้ำแป้ง 1 กิโลกรัม จะมีแป้งที่เป็นข้ามจ้าวอยู่โดยเฉลี่ย 660 กรัม

ค. ปั๊มรั่ว 2 ตัว เฉลี่ย ตัวละ 7.7 กิโลกรัมต่อวัน (ตรงโม่ละเอียดและถังร่อนแป้ง)

ง. ซิลมีอายุการใช้งานระหว่าง 3-4 เดือน

จ. ปั๊ม 1 ตัว ใช้ซิลเทปลอน 3 ชิ้น ยาวชิ้นละ 12 เซนติเมตร ราคาชิ้นละ16 บาท

ฉ. ในการรั่วแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการรอซ่อมเฉลี่ย 17 วัน

ช. ตั้งแต่กุมภาพันธ์-กรกฎาคม 2555 มีการรั่ว 2 ครั้ง ของปั๊มทั้งสองตัว

4.4.8.3 การสูญเสีย

ก. ระยะเวลาการรั่ว

เดือนกุมภาพันธ์-กรกฎาคมเป็นระยะเวลา 6 เดือน มีการรั่ว 2 ครั้ง

ฉะนั้น 1 ปีจะมีการรั่ว เฉลี่ย 4 ครั้ง ในการรอซ่อมใช้เวลา 17 วัน

ดังนั้นใน 1 ปีจะมีระยะเวลาการรั่ว 17 x 4 = 68 วัน

ข. การสูญเสียน้ำแป้ง

ปั๊มน้ำแป้ง 1 ตัว จะมีการรั่ว 7.7 กิโลกรัมต่อวัน

ใน 1 ปี จะมีการรั่ว 7.7 x 68 = 523.6 กิโลกรัมต่อปี

ปั๊มรั่วทั้งหมด 2 ตัว ฉะนั้น จะสูญเสียน้ำแป้ง 1,047.2 กิโลกรัมต่อปี

ค. การสูญเสียแป้งที่เป็นเนื้อแป้งที่ได้จากข้าวจ้าว

ใน 1 ปี จะสูญเสียแป้ง 1,047.2 กิโลกรัม

ใน 1 กิโลกรัม จะมีแป้งที่ได้จากข้าวจ้าวอยู่ 0.66 กิโลกรัม

ฉะนั้น จะสูญเสียแป้งที่เป็นข้าวจ้าว 1,047.2 x 0.66 = 691.15 กิโลกรัมต่อปี

ง. มูลค่าการสูญเสีย

ใน 1 ปี จะสูญเสียแป้งที่เป็นข้าวจ้าว 691.15 กิโลกรัม

ข้าวจ้าวราคากิโลกรัมละ 18 บาท

ฉะนั้น จะคิดเป็นเงินในการสูญเสียได้ 691.15 x 18 = 12,440 บาทต่อปี

4.4.8.4 การแก้ไข

เนื่องจากปัจจุบันจะมีการเปลี่ยนอะไหล่ก็ต่อเมื่อมีการเสียหรือชำรุดเราจึงเสนอให้มีการเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลาการใช้งาน จากการสอบถามจากช่างและผู้ดูแลโรงงานจึงทราบได้ว่าซิลจะมีอายุการใช้งาน ประมาณสามเดือนเราจึงเสนอให้เปลี่ยนอะไหล่ก่อนครบระยะเวลา คือ เสนอให้เปลี่ยนก่อนครบอายุการใช้งานครึ่งเดือน โดยจะมีการเปลี่ยนอะไหล่ทุกๆสองเดือนครึ่ง ดังนั้น ใน 1 ปีจะมีการเปลี่ยนอะไหล่ทั้งหมด 5 ครั้ง

4.4.8.5 การคำนวณการลงทุน

ปั๊ม 1 ตัว ในการเปลี่ยนซิล 1 ครั้ง ใช้ซิลเทปลอน 3 ชิ้น ชิ้นละ 16 บาท

คิดเป็นเงิน 16 x 3 = 48 บาท/ครั้ง

ใน 1 ปี จะมีการเปลี่ยนซิล 5 ครั้ง

คิดเป็นเงิน 5 x 48 = 240 บาท/ปี/ปั๊มหนึ่งตัว

มีปั๊มที่รั่ว 2 ตัว ในการทำมาตรการ

ดังนั้น จะมีมูลค่าการลงทุน 240 x 2 = 480 บาทต่อปี

4.4.8.6 ประเมินผลการลงทุน

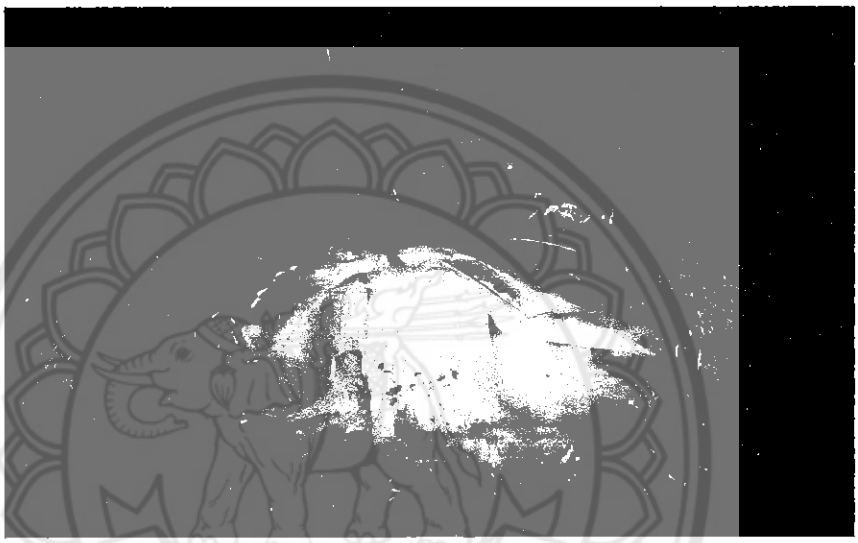
ระยะเวลาการคืนทุน = เงินลงทุน/เงินค่าการสูญเสียที่ประหยัดได้

= 480 / 12,440

= 0.04 ปี

= 15 วัน

4.4.9 มาตรการลดการสูญเสียแผ่นแป้งของไลน์ที่ 2 ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กเปื้อนคราบน้ำมันหล่อลื่น



รูปที่ 4.20: การสูญเสียแผ่นแป้งจากการเปื้อนคราบน้ำมัน**เครื่อง**

4.4.9.1 แนวคิดและที่มาในการทำมาตรการ

เนื่องมาจากมาตรการ 5 ที่เกียร์บล็อกเกิดการชำรุด**ทำให้มีการกระชาก**สาย**พาน**ลำเรียงแผ่นแป้งก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก ทำให้ลูกปืนที่รองรับสายพานลำเรียง**ตรงท้ายไลน์เกิดการ**แตกทำให้เกิดการเอียงของระบบสายพานลำเรียงเลยทำให้มีการเปื้อนคราบน้ำมันเกิดขึ้นของแป้งที่ใช้ทำก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก โดยแป้งที่เปื้อนเฉลี่ยแล้วครั้งละประมาณ 40 กิโลกรัม

4.4.9.2 ข้อมูล

ก. จากการเก็บข้อมูลพบว่าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเฉลี่ย เดือนละ 1 ครั้ง

ข. ราคาลูกปืนที่ใช้เปลี่ยนแต่ละครั้ง ราคาชิ้นละ 950 บาท

ค. ราคาก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก ราคากิโลกรัมละ 21 บาท

ง. ก๋วยเตี๋ยวที่เปื้อนน้ำมันจะมีลูกค้ามารับซื้อไปเลี้ยงหมูในราคากิโลกรัมละ 4 บาท

จ. จากการเข้าไปเก็บข้อมูลที่โรงงานได้พบกับเหตุการณ์นี้ 2 ครั้งและได้จาก

พนักงานที่ดูแลที่เกิดก่อนหน้าที่จะเข้าไปเก็บข้อมูลอีก 1 ครั้ง

ครั้งที่ 1 พบแป้งเปื้อนคราบน้ำมัน 36 กิโลกรัม

ครั้งที่ 2 พบแป้งเปื้อนคราบน้ำมัน 37 กิโลกรัม และได้จากพนักงานคือ พบแป้งเปื้อนคราบน้ำมัน 42 กิโลกรัม

ดังนั้นจะเกิดการสูญเสียเฉลี่ยครั้งละ 38 กิโลกรัม

4.4.9.3 การสูญเสีย

ก. สูญเสียเนื่องจากแป้งเปื้อนคราบน้ำมัน

ในการสูญเสีย 1 ครั้ง จะเสียแป้ง เฉลี่ย 38 กิโลกรัม

จะเกิดการสูญเสียเดือนละ 1 ครั้ง

ใน 1 ปี จะสูญเสียแป้ง 12 x 38 = 456 กิโลกรัม

ถ้าขายในราคาแป้งที่ดี จะขายได้ 456 x 21 = 9,576 บาท

แต่ ขายในราคาแป้งเสีย จะขายได้ 456 x 4 = 1,824 บาท

ดังนั้น ทำให้สูญเสียรายได้ 9,576 – 1,824 = 7,752 บาท

ข. สูญเสียเนื่องจากลูกปืนแตกในแต่ละครั้ง

เสียค่าลูกปืนอีกครั้งละ 950 บาท

ใน 1 ปี จะเสียค่าลูกปืน 12 x 950 = 11,400 บาท

ดังนั้น สูญเสียจากจุดนี้ 7,752 + 11,400 = 19,152 บาท/ปี

4.4.9.4 การแก้ไข

เป็นการแก้ไขต่อเนื่องมาจากมาตรการที่ 5 โดยมาตรการที่ 5 เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนมีนาคม 2555 จนถึงปัจจุบันเดือนมกราคม 2556 ยังไม่พบปัญหาลูกปืนแตก แต่เป็นการป้องกันเราจึงได้มีการเสนอให้มีการเปลี่ยนลูกปืน ปีละ 1 ครั้ง โดยจะเปลี่ยนลูกปืนรองรับสายพานลำเรียงเส้นก่วยเตี๋ยวที่ท้ายไลน์ โดยให้เปลี่ยนทั้งสองฝั่งพร้อมกันเพื่อให้เกิดความสมดุล

4.4.9.5 การคำนวณการลงทุน

ใน 1 ปี ต้องมีการเปลี่ยนลูกปืนปีละ 1 ครั้ง

เปลี่ยน 1 ครั้ง ใช้ลูกปืน 2ลูก

ลูกปืน ราคา 950 บาท

ดังนั้น ใน 1 ปี จะเสียค่าใช้จ่าย 950 x 2 = 1,900 บาท

4.4.9.6 ประเมินผลการลงทุน

ระยะเวลาการคืนทุน = เงินลงทุน/เงินค่าการสูญเสียที่ประหยัดได้

= 1,900 / 19,152

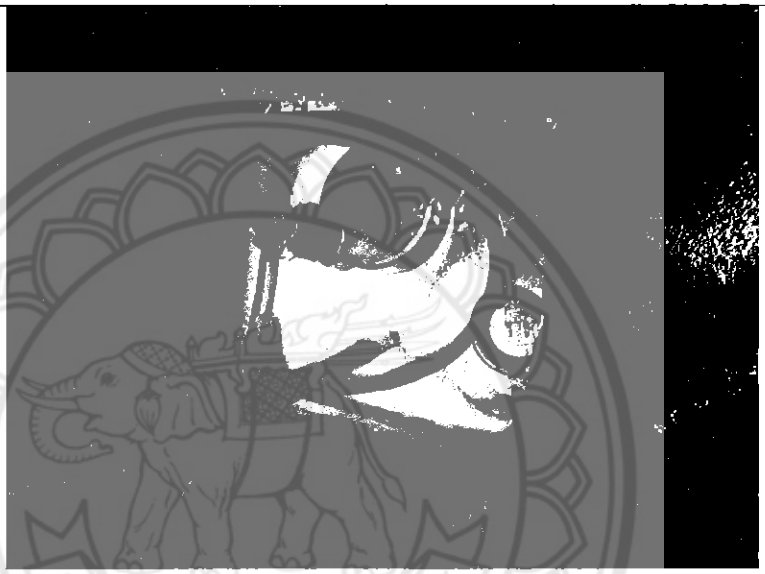
= 0.10 ปี

= 37 วัน

4.4.10 มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์ในโรงงานให้มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา และเพื่อป้องกันการเกิดความชำรุดเสียหายในขณะเครื่องจักรกำลังดำเนินการผลิตอยู่ ตัวอย่างการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แก่ การทำความสะอาด การปรับเปลี่ยนอะไหล่ การติดตั้งอุปกรณ์เสริมในเครื่องจักร การหล่อลื่นจุดต่างๆ เป็นต้น

ตารางที่ 4.16 ตารางระเบียบปฏิบัติเพื่อบำรุงรักษาเชิงป้องกันปั๊มและถังน้ำมันเคลือบเส้นก๋วยเตี๋ยว



ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1.ตักเศษเส้นก๋วยเตี๋ยวที่หล่นลงถังทุกวัน				
2.ทำความสะอาดหัวกะโหลกปั๊มทุก 3 วัน				
3.ทำความสะอาดถังบรรจุน้ำมันสัปดาห์ละ 1 ครั้ง				

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

( )

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

4.5 ติดตามมาตรการให้เป็นไปตามระเบียบปฏิบัติ

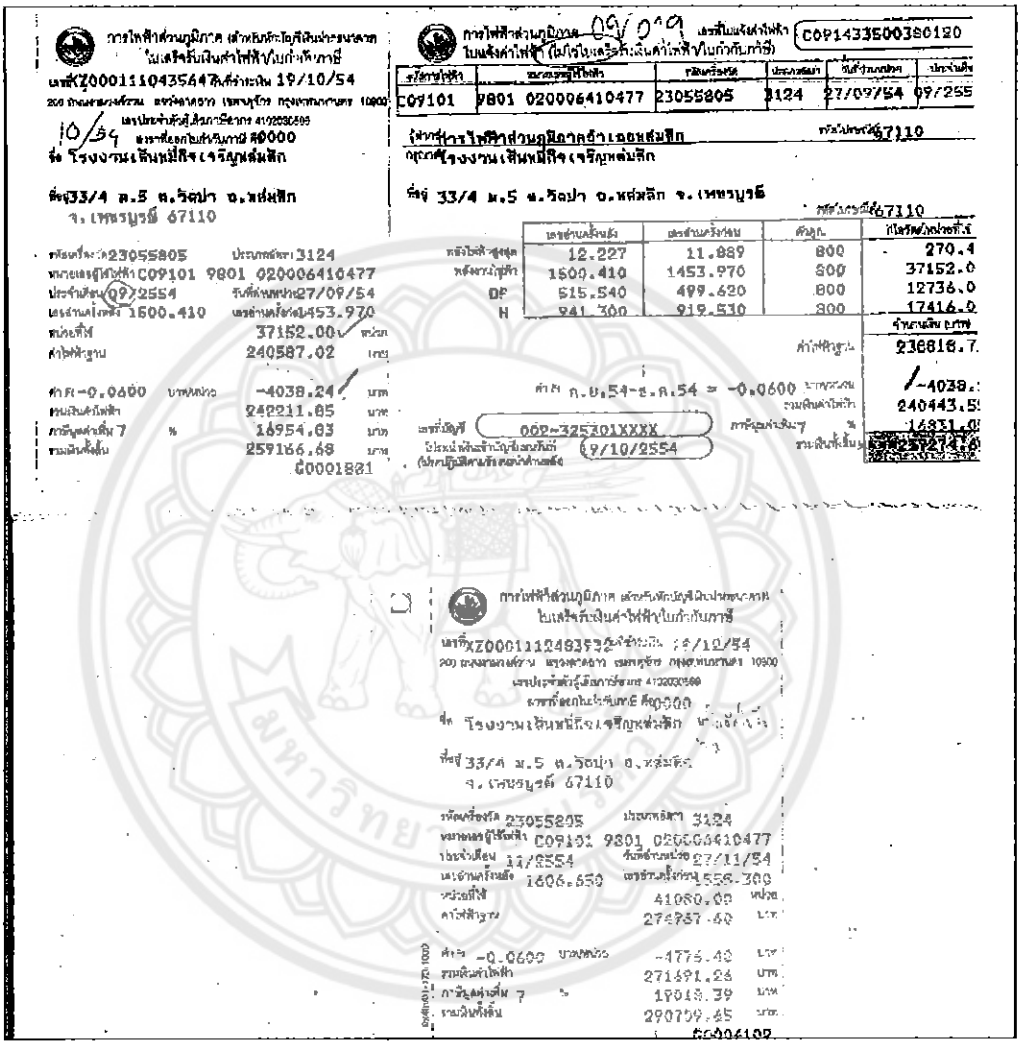
หลังจากที่ได้ออกมาตรการประหยัดพลังงานและระเบียบปฏิบัติไปแล้ว ต้องทำความเข้าใจกับพนักงานให้ทำตามมาตรการและระเบียบปฏิบัติ โดยให้คิดว่าเป็นงานประจำที่ต้องรับผิดชอบเพื่อที่จะได้ประหยัดพลังงาน และสอบถามการใช้ใบตรวจสอบระเบียบปฏิบัติว่ามีปัญหาอย่างไรบ้าง ถ้ามีปัญหาก็มีการปรับเปลี่ยนให้ถูกต้องและสามารถใช้งานได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.18 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนของมาตรการลดใช้พลังงาน

มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การลงทุน (บาท)	ผลที่คาดว่าประหยัดได้								ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
		พลังงานไฟฟ้า			พลังงานความร้อน			รวม		
		kWh	MJ	ราคา (บาท)	หน่วย (kg)	MJ	ราคา (บาท)	MJ	ราคา (บาท)	
1.มาตรการนำไอเสียจากเตาเผาแกลบมาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ	200,000	-	-	-	98,462	1,417,853	118,154	1,417,853	118,154	[illegible]
2.มาตรการอุดรูรั่วอุปกรณ์ส่งไอน้ำ	100,000	-	-	-	100,000	1,811,160	120,000	1,811,160	120,000	[illegible]
3.เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์	20,000	6,360	22,896	23,723	-	-	-	22,896	23,723	[illegible]
4.ปรับปรุงค่า Power Factor	340,000	122,373	440,543	456,451.30	-	-	-	440,543	456,451.30	[illegible]
5.ปรับปรุงมอเตอร์ไลน์ผลิตเส้นเล็ก		478.15	1,721.43	1783.50	-	-		1,721.43	1783.50	
6.ปรับปรุงมอเตอร์ไลน์ผลิตเส้นหมี่		1,868.83	6,727.70	**6,970**	-	-	-	6,727.70	**6,970**	
7.ปรับปรุงถุงแป้ง			-	-	-	-	-	-		
8.ลดการสูญเสียจากปั๊มรั่ว	480	-	-	-	-	-	-	-	12,440	[illegible]
9.ลดการสูญเสียจากแป้งเปื้อนน้ำมัน	1,900	-	-	-	-	-	-	-	19,152	[illegible]
10.มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

4.6 เก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีก่อนทำมาตรการประหยัดพลังงาน

เก็บรวบรวมข้อมูลใบเสร็จค่าไฟฟ้า ปริมาณแกลบที่นำเข้ามาใช้ในกระบวนการโดยเก็บข้อมูลในช่วงที่ทำมาตรการ (เมษายน-กันยายน 2555) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง (เมษายน-กันยายน 2554) จะได้นำไปวิเคราะห์ว่าปริมาณการใช้พลังงานลดลงหรือไม่ และลดลงมากน้อยเพียงใด



รูปที่4.21 ตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าของโรงงานส้นหมี่ จังหวัดเพชรบูรณ์

ตารางที่ 4.19 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการ ปี 2554 (เมษายน-กันยายน 2554)

เดือน/ปี	ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน					ดัชนีการใช้พลังงาน			
		ไฟฟ้า		แกลบ		รวม	ไฟฟ้า		แกลบ	รวม
		kWh	MJ	ตัน	MJ	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
เม.ย.-54	21.60	62,563	225,227	250	3,600,000	3,825,227	2,896.44	10,427.17	166,666.67	177,093.83
พ.ค.-54	24.50	66,384	238,982	280	4,032,000	4,270,982	2,709.55	9,754.38	164,571.43	174,325.81
มิ.ย.-54	23.80	64,872	233,539	270	3,888,000	4,121,539	2,725.71	9,812.57	163,361.34	173,173.92
ก.ค.-54	26.20	67,856	244,282	290	4,176,000	4,420,282	2,589.92	9,323.73	159,389.31	168,713.04
ส.ค.-54	26.60	69,288	249,437	275	3,960,000	4,209,437	2,604.81	9,377.32	148,872.18	158,249.50
ก.ย.-54	25.4	67,300	242,280	265	3,816,000	4,058,280	2,649.61	9,538.58	150,236.22	159,774.80
รวม	148.10	398,263.00	1,433,747.00	1,630.00	23,472,000.00	24,905,747.00	16,176.04	58,233.75	953,097.15	[illegible]
สูงสุด	26.60	69,288.00	249,437.00	290.00	4,176,000.00	4,420,282.00	2,896.44	10,427.17	166,666.67	177,093.83
ต่ำสุด	21.60	62,563.00	225,227.00	250.00	3,600,000.00	3,825,227.00	2,589.92	9,323.73	148,872.18	158,249.50
เฉลี่ย	24.68	66,377.17	238,957.83	271.67	3,912,000.00	4,150,957.83	2,696.01	9,705.63	158,849.53	168,555.15

ตารางที่ 4.20 ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการ ปี 2555 (เมษายน-กันยายน 2555)

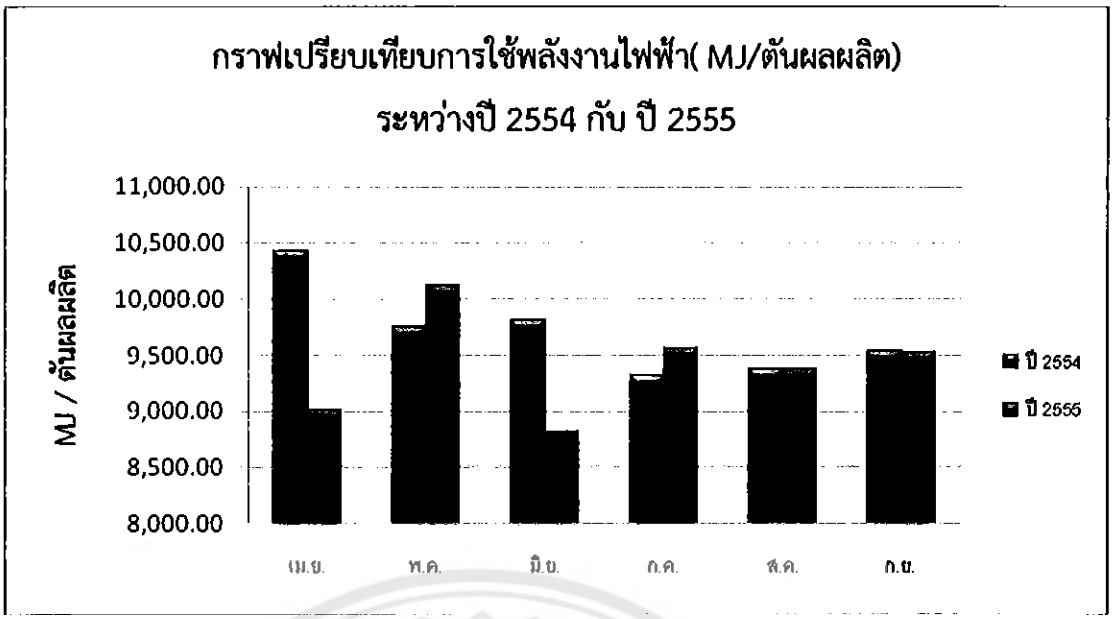
เดือน/ปี	ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณการใช้พลังงาน					ดัชนีการใช้พลังงาน			
		ไฟฟ้า		แกลบ		รวม	ไฟฟ้า		แกลบ	รวม
		kWh	MJ	ตัน	MJ	MJ	kWh/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย	MJ/หน่วย
เม.ย.-55	30.10	75,346	271,246	296	4,262,400	4,533,646	2,503.19	9,011.48	141,607.97	150,619.46
พ.ค.-55	26.40	74,210	267,156	288	4,147,200	4,414,356	2,810.98	10,119.55	157,090.91	167,210.45
มิ.ย.-55	28.50	69,824	251,366	285	4,104,000	4,355,366	2,449.96	8,819.87	144,000.00	152,819.87
ก.ค.-55	25.70	68,254	245,714	278	4,003,200	4,248,914	2,655.80	9,560.87	155,766.54	165,327.41
ส.ค.-55	27.60	71,909	258,871	286.75	4,129,200	4,388,071	2,605.38	9,379.37	149,608.70	158,988.07
ก.ย.-55	26.80	70,890.00	255,204.00	280.00	4,032,000.00	4,287,204.00	2,645.15	9,522.54	150,447.76	159,970.30
รวม	165.10	430,432.50	1,549,557.00	1,713.00	24,667,200.00	26,216,757.00	15,670.47	56,413.68	898,130.57	[illegible]
สูงสุด	30.10	75346.00	271245.60	296.00	4262400.00	4533645.60	2810.98	10119.55	157090.91	167210.45
ต่ำสุด	25.70	68254.00	245714.40	278.00	4003200.00	4248914.40	2449.96	8819.87	141607.97	150619.46
เฉลี่ย	45.04	117026.38	421294.95	465.25	6699600.00	7120894.95	4268.99	15368.36	244169.01	259537.37

4.7 เก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำดัชนีหลังทำมาตรการประหยัดพลังงาน

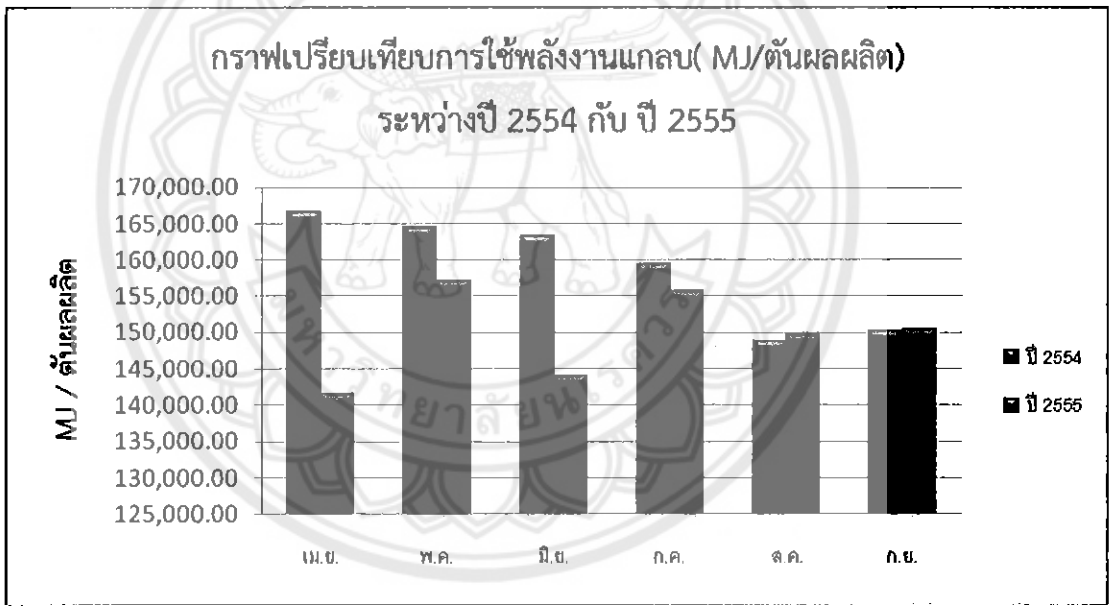
จากการที่ได้วิเคราะห์กระบวนการผลิตเส้นหมี่ตลอดทั้งกระบวนการผลิต จะเห็นได้ว่าพลังงานหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตคือ พลังงานจากแกลบ และพลังงานจากไฟฟ้า โดยพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นหมี่มากที่สุดคือ พลังงานจากแกลบ โดยพลังงานจากแกลบจะถูกนำไปใช้ในรูปแบบพลังงานไอน้ำ ที่นำไปนึ่งเส้นหมี่ให้สุก นึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กและเส้นใหญ่ให้สุก รวมไปถึงการอบไล่ความชื้นของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก โดยพลังงานที่ลองลงมาคือพลังงานไฟฟ้า โดยนำไปใช้กับมอเตอร์ต่างๆในกระบวนการผลิต ดังนั้นในการจัดการพลังของโรงงานผลิตเส้นหมี่จะเน้นไปที่พลังงานจากแกลบเนื่องจากมีผลกระทบกับกระบวนการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 4.21 เปรียบเทียบการใช้พลังงานก่อนทำโครงการและหลังทำโครงการ

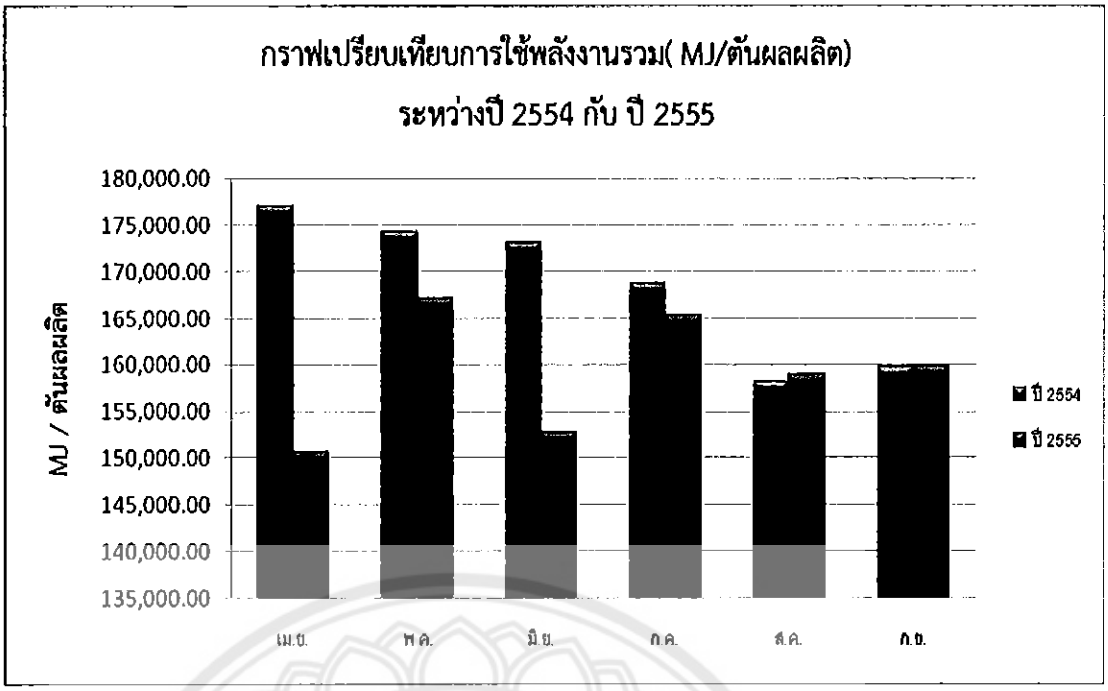
เดือน /ปี	ปี 2554				ปี 2555			
	ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการ				ดัชนีการใช้พลังงานหลังการทำโครงการ			
	ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ไฟฟ้า (MJ/หน่วย)	แกลบ (MJ/หน่วย)	รวม (MJ/หน่วย)	ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ไฟฟ้า (MJ/หน่วย)	แกลบ (MJ/หน่วย)	รวม (MJ/หน่วย)
เม.ย.	21.6	10,427.17	166,666.67	177,093.83	30.1	9,011.48	141,607.97	150,619.46
พ.ค.	24.5	9,754.38	164,571.43	174,325.81	26.4	10,119.55	157,090.91	167,210.45
มิ.ย.	23.8	9,812.57	163,361.34	173,173.92	28.5	8,819.87	144,000.00	152,819.87
ก.ค.	26.2	9,323.73	159,389.31	168,713.04	25.7	9,560.87	155,766.54	165,327.41
ส.ค.	26.6	9,377.32	148,872.18	158,249.50	27.6	9,379.37	149,608.70	158,988.07
ก.ย.	25.4	9,538.58	150,236.22	159,774.80	26.8	9,522.54	150,447.76	159,970.30
รวม	148.1	58,233.75	953,097.15	[illegible]	165.1	56,413.68	898,130.57	[illegible]



รูปที่ 4.22: กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ปีพ.ศ. 2554 – 2555



รูปที่ 4.23: กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานแกลบ ปีพ.ศ. 2554 – 2555



รูปที่ 4.24: กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานรวม ปีพ.ศ. 2554 -2555

ตารางที่ 4.22 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

เดือน /ปี	ปี 2554				ปี 2555			
	ดัชนีการใช้พลังงานก่อนทำโครงการ				ดัชนีการใช้พลังงานหลังการทำโครงการ			
	ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ไฟฟ้า (MJ/หน่วย)	แกลบ (MJ/หน่วย)	รวม (MJ/หน่วย)	ผลผลิตต่อหน่วย (ตัน)	ไฟฟ้า (MJ/หน่วย)	แกลบ (MJ/หน่วย)	รวม (MJ/หน่วย)
เม.ย.	21.60	10,427.17	166,666.67	177,093.83	30.10	9,011.48	141,607.97	150,619.46
พ.ค.	24.50	9,754.38	164,571.43	174,325.81	26.40	10,119.55	157,090.91	167,210.45
มิ.ย.	23.80	9,812.57	163,361.34	173,173.92	28.50	8,819.87	144,000.00	152,819.87
ก.ค.	26.20	9,323.73	159,389.31	168,713.04	25.70	9,560.87	155,766.54	165,327.41
ส.ค.	26.60	9,377.32	148,872.18	158,249.50	27.60	9,379.37	149,608.70	158,988.07
ก.ย.	25.4	9,538.58	150,236.22	159,774.80	26.80	9,522.54	150,447.76	159,970.30
รวม	148.10	58,233.75	953,097.15	[illegible]	165.10	56,413.68	898,130.57	[illegible]
เปรียบเทียบ	1,011,330.90				954,544.25			
ลดลง	ร้อยละ 5.62							

จากที่ได้ออกมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานเส้นหมี่ไปแล้ว ก็ได้ดำเนินการตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานตลอดระยะเวลาการทำโครงงานอย่างเคร่งครัด โดยก่อนช่วงทำโครงงานมีดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตรวม 1,011,330.90 MJ/หน่วย (ตัน) แต่หลังช่วงทำโครงงานมีดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลผลิตรวม 954,544.25 MJ/หน่วย (ตัน) จะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานที่ลดลง คิดเป็น ร้อยละ 5.62 ถือว่าการอนุรักษ์พลังงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 สรุปขั้นตอนการบริการการจัดการพลังงาน

ขั้นตอนในการอนุรักษ์พลังงานสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1.1 ผู้บริหารโรงงานมีความต้องการที่จะลดปริมาณการใช้พลังงานลงเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย

5.1.1.2 เข้าสำรวจเก็บข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิต การใช้เครื่องจักร วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานทั้งหมด

5.1.1.3 หาแนวทางในการประหยัดพลังงาน รวมทั้งจัดให้มีการกำหนดเป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงาน โดยจัดทำในรูปแบบมาตรการประหยัดพลังงาน

5.1.1.4 เสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณาให้ทีมงานอนุรักษ์และพนักงานปฏิบัติตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน

5.1.1.5 เก็บข้อมูลและประเมินผล

5.1.1.6 วิเคราะห์การจัดการในเรื่องการประหยัดพลังงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

5.1.1.7 ติดตามผลในเรื่องการประหยัดพลังงานพร้อมทั้งหาข้อบกพร่อง

5.1.1.8 แก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและตรวจสอบการปฏิบัติงานของของพนักงานให้ปฏิบัติงานไปในแนวทางการประหยัดพลังงานอย่างสม่ำเสมอ

5.1.2 สรุปผลการประหยัดพลังงานตามมาตรการ

5.1.2.1 มาตรการนำไอเสียจากเตาเผาแกลบมาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

ลดการใช้พลังงานแกลบได้ = 98,462 กิโลกรัม/ปี คิดเป็นเงินค่าแกลบที่ประหยัดได้ 118,154 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน สามารถคืนทุนได้ใน 1.7 ปี

5.1.2.2 มาตรการอุดรูรั่วอุปกรณ์ส่งไอน้ำ

ลดการใช้พลังงานแกลบได้ = 100,000 กิโลกรัม/ปี คิดเป็นเงินค่าแกลบที่ประหยัดได้ 120,000 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน สามารถคืนทุนได้ใน 0.83 ปี

5.1.2.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรชเชอร์

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ = 6,360 หน่วย/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 23,723 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน สามารถคืนทุนได้ใน 0.873 ปี

5.1.2.4 มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ = 122,373 หน่วย/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 428,305 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน สามารถคืนทุนได้ใน 0.8 ปี

5.1.2.5 การลดพลังงานไฟฟ้าตรงชุดเกียร์บล็อกขับสายพานลำเลียงแผ่นแป้งของไลน์ที่ 2 ของการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ = 478.15 หน่วย/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 1,783.50 บาท/ปี สามารถคืนทุนได้ทันที เพราะไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

5.1.2.6 มาตรการลดพลังงานไฟฟ้าด้วยการซ่อมบำรุงชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำแป้งขึ้นไลน์ผลิตเส้นหมี่

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ = 1,868,83 หน่วย/ปี คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 6,970 บาท/ปี สามารถคืนทุนได้ทันที เพราะไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

5.1.2.7 มาตรการปรับเปลี่ยนถุงแป้งมันเพื่อลดต้นทุนการผลิต

มาตรการนี้หากเปลี่ยนถุงแป้งที่ใช้แบบเดิมซึ่งเป็นแบบถุงตาข่ายมาเป็นแบบถุงตาข่ายเคลือบพลาสติก จะทำให้ทางโรงงานขาดทุน 186,336 บาท เนื่องจากถุงตาข่ายเคลือบพลาสติกมีราคาแพงกว่าถุงตาข่ายธรรมดา แต่หากสามารถขอลดราคาถุงตาข่ายเคลือบพลาสติกได้ จากราคาถุงละ 5 บาท เหลือถุงละ 2 บาท ได้จะทำให้โรงงานไม่ขาดทุนจากมาตรการการเปลี่ยนถุงแป้ง

5.1.2.8 มาตรการลดการสูญเสียน้ำแป้งจากการรั่วซึมที่ปั๊มน้ำแป้งตรงโม่ละเอียด

มาตรการนี้จะทำให้สามารถค่าใช้จ่าย จากการสูญเสียน้ำแป้งได้ = 12,440 บาท/ปี สามารถคืนทุนได้ใน 0.04 ปี หรือ 15 วัน

5.1.2.9 มาตรการลดการสูญเสียแผ่นแป้งของไลน์ที่ 2 ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กเปื้อนคราบน้ำมันหล่อลื่น

มาตรการนี้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียแป้งและลดค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนลูกปืนบ่อยๆ ได้ = 19,152 บาท/ปี และสามารถคืนทุนได้ภายใน = 0.10 ปี หรือ 37 วัน

5.1.3 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

จากการที่ได้วิเคราะห์กระบวนการผลิตเส้นหมี่ตลอดทั้งกระบวนการผลิต จะเห็นได้ว่าพลังงานหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตคือ พลังงานจากแกลบ และพลังงานจากไฟฟ้า โดยพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นหมี่มากที่สุดคือ พลังงานจากแกลบ โดยพลังงานจากแกลบจะถูกนำไปใช้ในรูปแบบพลังงานไอน้ำ ที่นำไปนึ่งเส้นหมี่ให้สุก นึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก และเส้นใหญ่ให้สุก รวมไปถึงการอบไล่ความชื้นของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก โดยพลังงานที่ลองลงมาคือพลังงานไฟฟ้า โดยนำไปใช้กับมอเตอร์ต่างๆในกระบวนการผลิต ดังนั้นในการจัดการพลังของโรงงานผลิตเส้นหมี่จะเน้นไปที่พลังงานจากแกลบเนื่องจากมีผลกระทบกับกระบวนการผลิตมากที่สุด

จากที่ได้ออกมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานเส้นหมี่ไปแล้ว ก็ได้ดำเนินการตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานตลอดระยะเวลาการทำโครงงานอย่างเคร่งครัด โดยก่อนช่วงทำโครงงานมีดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตรวม 1,011,330.90 MJ/หน่วย (ตัน) แต่หลังช่วงทำโครงงานมีดัชนีการใช้พลังงานในกระบวนการผลผลิตรวม 954,544.25 MJ/หน่วย (ตัน) จะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานที่ลดลง คิดเป็น ร้อยละ 5.62 ถือว่าการอนุรักษ์พลังงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

ตารางที่ 5.1 สรุปการประเมินความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	พลังงานที่ใช้ลดลงต่อปี	พลังงานที่ประหยัด (MJ/ ปี)	ผลการประหยัด (บาท/ปี)	ผลประเมินทางเศรษศาสตร์	
				เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
1.มาตรการนำไอเสียจากเตาเผาแกลบมาอุ่นน้ำดิบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ	98,462 kg	1,417,853	118,154	200,000	1.7
2.มาตรการอุดรูรั่วอุปกรณ์ส่งไอน้ำ	100,000 kg	1,811,160	120,000	100,000	0.83
3.เพิ่มอุณหภูมิห้องเย็นเพื่อลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์	6,360 kwh	22,896	23,723	20,000	0.873
4.ปรับปรุงค่า Power Factor	122,373 kwh	440,543	428,305	100000	0.233
5.ปรับปรุงมอเตอร์ไลน์ผลิตเส้นเล็ก	478.15 kwh	1,721.43	1783.50	-	-
6.ปรับปรุงมอเตอร์ไลน์ผลิตเส้นหมี่	1,868.83 kwh	6,727.70	6,970	-	-
7.ปรับปรุงถุงแป้ง	-	-	-	-	-
8.ลดการสูญเสียจากปั๊มรั่ว	-	-	12,440	480	0.04
9.ลดการสูญเสียจากแป้งเปื้อนน้ำมัน	-	-	19,152	1,900	0.10
10.มาตรการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	-	-	-	-	-
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการติดตามผลในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องและเป็นจริง เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นระบบและเกิดประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานกับพนักงาน

5.2.2 ควรมีเอกสารในการบันทึกข้อมูลในจุดต่างๆ เพื่อง่ายในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหา

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.3.1 ได้เรียนรู้วิธีการประหยัดพลังงานและเทคนิคการใช้พลังงานให้ลดลง

5.3.2 ได้เรียนรู้ระบบการจัดการของโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

5.3.3 ได้เรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ

5.3.4 ได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีมและการติดต่อประสานงาน

5.3.5 ได้เข้าใจความแตกต่างในหน้าที่และความรับผิดชอบของเจ้าของและพนักงาน

5.3.6 สามารถนำความรู้ที่เรียนมามาปฏิบัติจริงได้

5.3.7 ทำให้เป็นคนรอบคอบในการทำงานมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรรมการส่งเสริมอุตสาหกรรม, สำนักพัฒนาอุสาหกรรมเป้าหมาย. (2553). **คู่มือหน่วยงานที่ปรึกษากิจการพลังงานแบบสมบรูณ์ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงาน สำหรับอุสาหกรรม** รุ่นที่ 8. พิษณุโลก: ส่วนพัฒนาการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย

จรัล จิรวิบูลย์, (2553). **หม้อไอน้ำฉบับใช้ในโรงงาน.** สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 2

ชัยธำรง พงษ์พัฒนศิริ. มานพ เกิดส่ง. (2554) **หน่วยและการวัดค่าพลังงานต่างๆ.**เอกสารการเรียนการสอน(Energy Conservation). ภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ไพรฑูรย์ เดิมสินาณิช. (2553). **การจัดการพลังงานแบบสมบรูณ์เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานภาคอุตสาหกรรม.** กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยพลังงายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัฒน์พงษ์ ปิงวงศ์. มยุรี แสงสุข. (2553). **การจัดการพลังงานกรณีศึกษา: โรงงานผลิตปลาส้ม จ.เพรชบรูณ์.** ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วริฏฐา จิรานุรักษ์แสงแก้ว. (2553). **การจัดการพลังงาน: กรณีศึกษาโรงงานลานมัน จ.พิษณุโลก.** ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิวัฒน์ ภัททิยชนี. (2539) **เทคโนโลยีไอน้ำ.** สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเดชั่น จำกัด(มหาชน)

ศราภรณ์ อัษฎกช. (2545). **การจัดการพลังงานโรงงานผลิตน้ำบางเขน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ศูนย์อนุรักษ์พลังงาน ห่งประเทศไทย(2533). **คู่มือประหยัดพลังงาน ชุดการใช้ไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ** สำนักพิมพ์ บริษัท เอเชียเพรส จำกัด

อรรถพล จันทะมัด. (2552). **การจัดการพลังงาน: กรณีศึกษาในโรงงานผลิตภัณฑ์ซีเมนต์.** ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาคผนวก ก

ตาราง Flow Chart ผังการออกเอกสาร

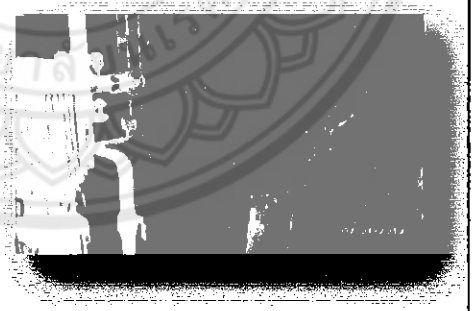
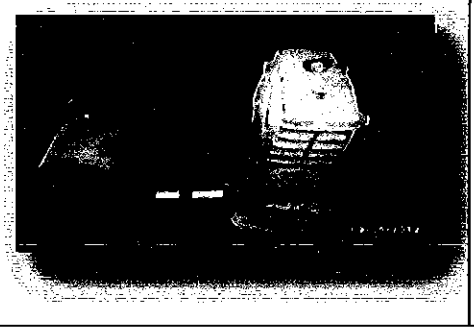
ตาราง ผังการออกเอกสาร

ลำดับ	กิจกรรม	เอกสารที่ใช้	ผู้ปฏิบัติ
1	จัดทำบัญชีเครื่องจักร	บัญชีเครื่องจักร	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน
2	กำหนดระเบียบปฏิบัติเครื่องจักรแต่ละเครื่องจักร	P-01... ระเบียบปฏิบัติเครื่องจักร	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน
3	กำหนดแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละเครื่อง	PM-01... การบำรุงเชิงป้องกัน	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน
4	จัดทำใบ Check Sheet	PM-02... ใบตรวจสอบบำรุงเชิงป้องกัน	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน
5	นำใบ Check Sheet ไปใช้งาน	PM-02... ใบตรวจสอบบำรุงเชิงป้องกัน	พนักงานประจำเครื่อง
6	ตรวจสอบใบ Check Sheet หลังจากนำไปใช้งาน	PM-02... ใบตรวจสอบบำรุงเชิงป้องกัน	ผู้จัดการโรงงาน

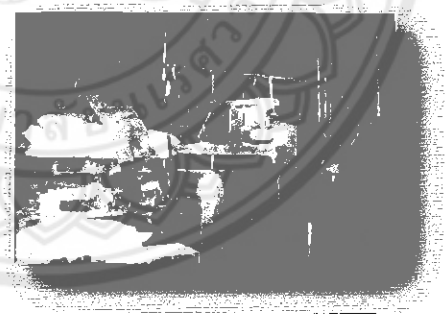
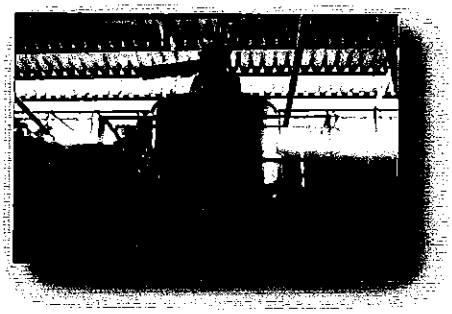
ภาคผนวก ข

บัญชีเครื่องจักร

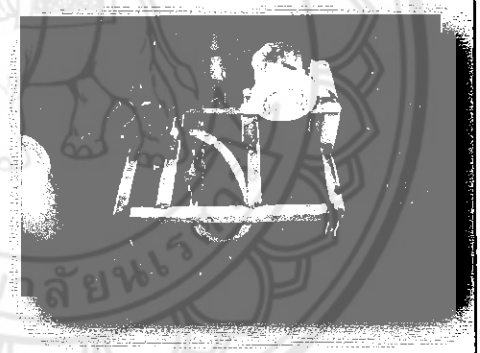
ตารางที่ ก.1 บัญชีเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตเส้นหมี่

ลำดับ	รหัส	ชนิดเครื่องจักร	รูปเครื่องจักร	จำนวน	ขนาด	หน่วย
1	B01	บอยเลอร์ ขนาด 3 ตัน		1	3	ตัน
2	B02	บอยเลอร์ ขนาด 5 ตัน		1	5	ตัน
3	BV01	มอเตอร์พัดลมดูดไอเสีย ขนาด 15 hp		1	15	hp
4	BV02	มอเตอร์พัดลมดูดไอเสีย ขนาด 40 hp		1	40	hp
5	GB01	เกียร์บล็อกลำเลียงแกลบดำใต้บอยเลอร์		4	1.5	hp

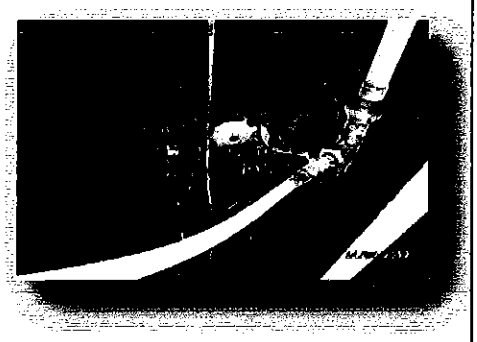
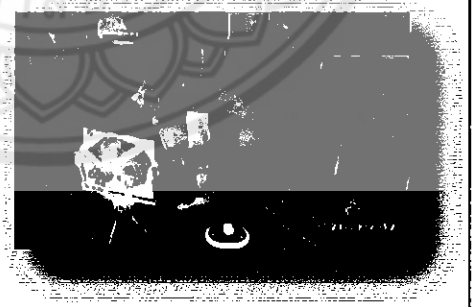
ตารางที่ ก.1(ต่อ) บัญชีเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตเส้นหมี่

ลำดับ	รหัส	ชนิดเครื่องจักร	รูปเครื่องจักร	จำนวน	ขนาด	หน่วย
6	C01	เครื่องล้างข้าวสาร		4	15	Hp
7	C02	โม่หยาบ		2	10	Hp
8	C03	โม่ละเอียด		4	10	Hp
9	T01 A	ถังผสมสำหรับผลิตเส้นเล็ก		2	5	Hp
10	T01 B	ถังพักแป้งรอผลิตเส้นเล็ก		8	5	Hp

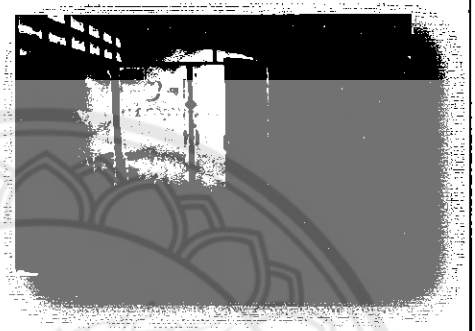
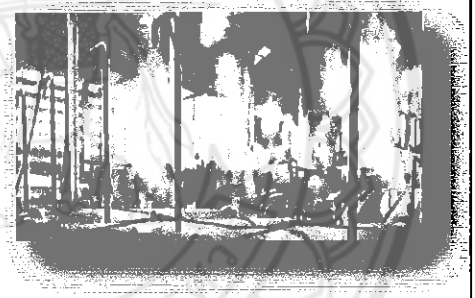
ตารางที่ ก.1(ต่อ) บัญชีเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตเส้นหมี่

ลำดับ	รหัส	ชนิดเครื่องจักร	รูปเครื่องจักร	จำนวน	ขนาด	หน่วย
11	T02 A	ถังผสมสำหรับผลิตเส้นใหญ่		2	5	hp
12	T02 B	ถังพักแป้งรอผลิตเส้นใหญ่		6	1.5	hp
13	P01	ปั๊มส่งน้ำแป้งที่ไม่ละเอียด		4	1.5	hp
14	P02	ปั๊มส่งน้ำแป้งที่ไม่หยาบ		2	1.5	hp

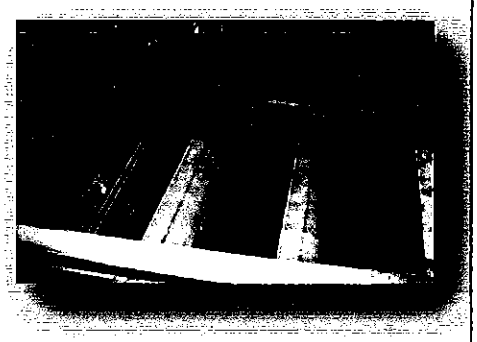
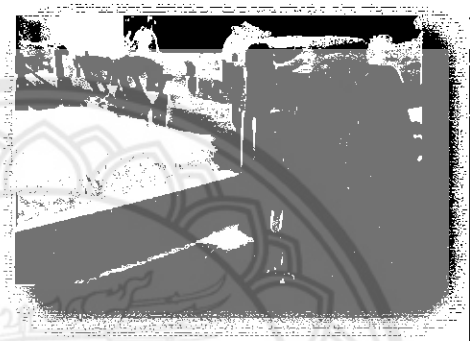
ตารางที่ ก.1(ต่อ) บัญชีเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตเส้นหมี่

ลำดับ	รหัส	ชนิดเครื่องจักร	รูปเครื่องจักร	จำนวน	ขนาด	หน่วย
15	P03	ปั๊มส่งน้ำแป้งใต้เครื่องบีบแป้งหมี่		2	1.5	hp
16	M01 A	เครื่องบีบน้ำแป้งหมี่		2	5	hp
17	M01 B	เครื่องอัดแป้งหมี่		1	5	hp
18	M01 C	เครื่องอัดขึ้นรูปเส้นหมี่		1	5	hp

ตารางที่ ก.1(ต่อ) บัญชีเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตเส้นหมี่

ลำดับ	รหัส	ชนิดเครื่องจักร	รูปเครื่องจักร	จำนวน	ขนาด	หน่วย
19	M01 D	ตู้นึ่งเส้นหมี่		6		ตู้
20	M01 E	ตู้อบกำมะถัน		4		ตู้
21	M02 A	เครื่องนึ่งเส้นใหญ่		8		เครื่อง
22	M03 A	เครื่องนึ่งเส้นเล็ก		6		เครื่อง

ตารางที่ ก.1(ต่อ) บัญชีเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตเส้นหมี่

ลำดับ	รหัส	ชนิดเครื่องจักร	รูปเครื่องจักร	จำนวน	ขนาด	หน่วย
23	M03 B	ตู้อบไล่ความชื้นเส้นเล็ก		6		ตู้
24	M03 C	เครื่องหั่นเส้น		8	1.5	hp
25	CL01	ตู้แช่		1		เครื่อง

ภาคผนวก ค

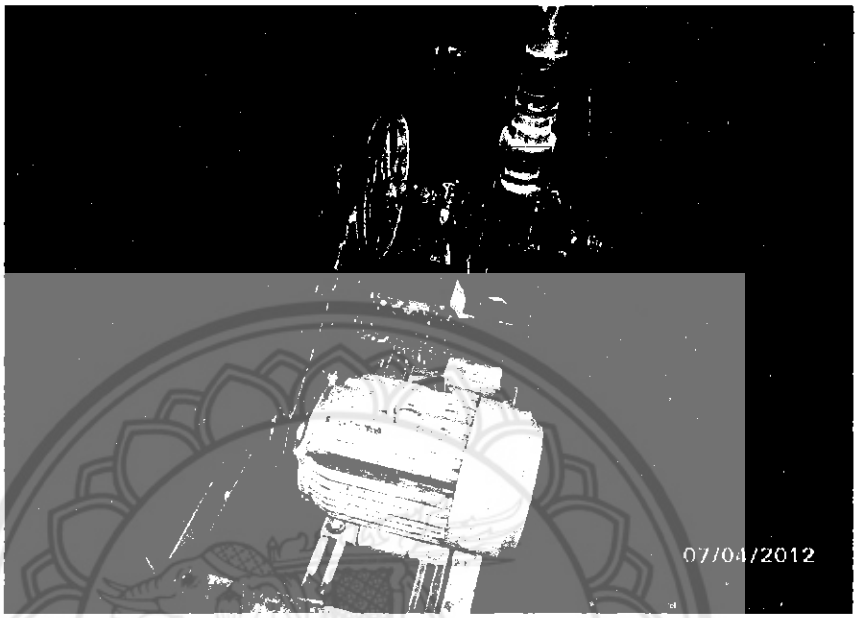
ระเบียบปฏิบัติ

ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง

P-01. P03 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง..... **ชื่อมอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง.....**

จุดที่มอเตอร์และปั๊มน้ำแป้งอยู่.....

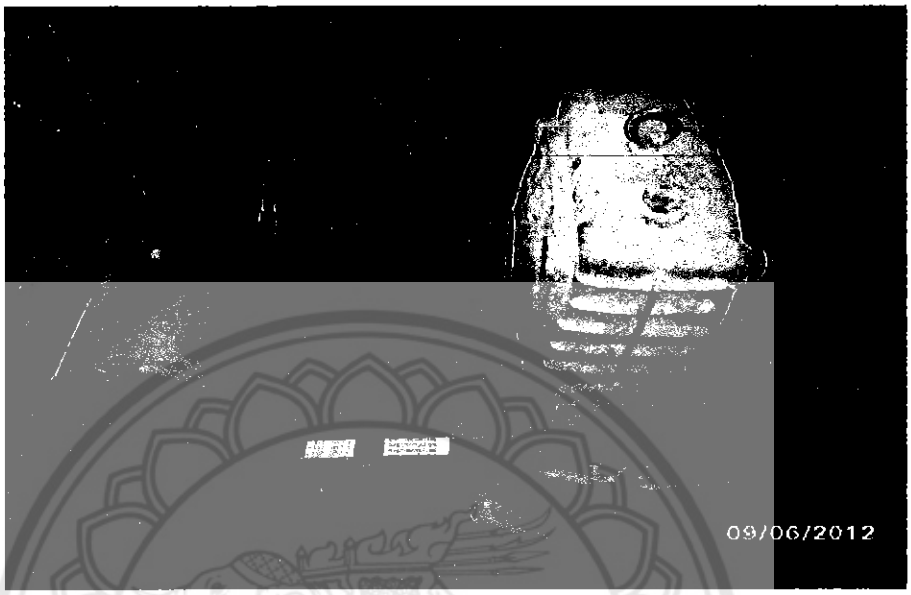


ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1. ตรวจสอบน็อตยึดระหว่างตัวปั๊มกับแท่นรอง และมอเตอร์ไม่ให้หลวมทุกวัน	พนักงานประจำเครื่อง
2. ตรวจสอบการรั่วและการหลวมของข้อต่อสายส่งน้ำแป้งทุกครั้งก่อนใช้งาน	พนักงานประจำเครื่อง
3. สังเกตเสียขณะเดินเครื่องทุกครั้งว่าปกติหรือไม่	พนักงานประจำเครื่อง
4. ปิดสวิทซ์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	พนักงานประจำเครื่อง
5. เช็ดล้างทำความสะอาดที่ตัวปั๊มทุกวันหลังเลิกใช้งาน	พนักงานประจำเครื่อง
6. ควบคุมไม่ให้มอเตอร์เดินเครื่องตัวเปล่า	พนักงานประจำเครื่อง
7. ขณะทำงานไม่ให้น้ำจากกระบวนการผลิตหกใส่มอเตอร์	พนักงานทุกคน

ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์และเกียร์บล็อก

P-01. GB01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และเกียร์บล็อก..... **ชื่อมอเตอร์และเกียร์บล็อก**.....
จุดที่มอเตอร์และเกียร์บล็อกอยู่.....



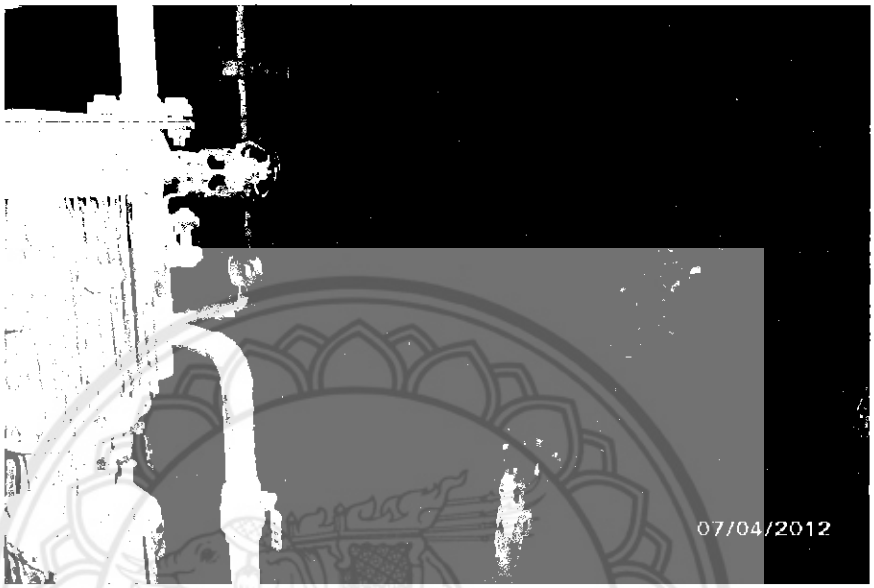
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1. ตรวจสอบตัวเกียร์บล็อกไม่ให้มีเสียงดังและไม่ให้มีการสั่นสะเทือนจนมากเกินไป	พนักงานประจำเครื่อง
2. ตรวจสอบน็อตยึดระหว่างเกียร์บล็อกกับแท่นรอง และมอเตอร์กับแท่นรองไม่ให้หลวมทุกวัน	พนักงานประจำเครื่อง
3. ตรวจสอบบริเวณรอบๆเกียร์บล็อกไม่ให้มีการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์	พนักงานประจำเครื่อง
4. ปิดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	พนักงานประจำเครื่อง
5. ควบคุมไม่ให้มอเตอร์เดินเครื่องตัวเปล่า	พนักงานประจำเครื่อง
6. ขณะทำงานไม่ให้น้ำจากกระบวนการผลิตหกใส่มอเตอร์	พนักงานทุกคน
7. สังเกตเสียงและการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติของมอเตอร์	พนักงานประจำเครื่อง

ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน มอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ

P-01. BV02 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ..... **ชื่อมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ.....**

จุดที่มอเตอร์และพัดลมดูดอากาศอยู่.....



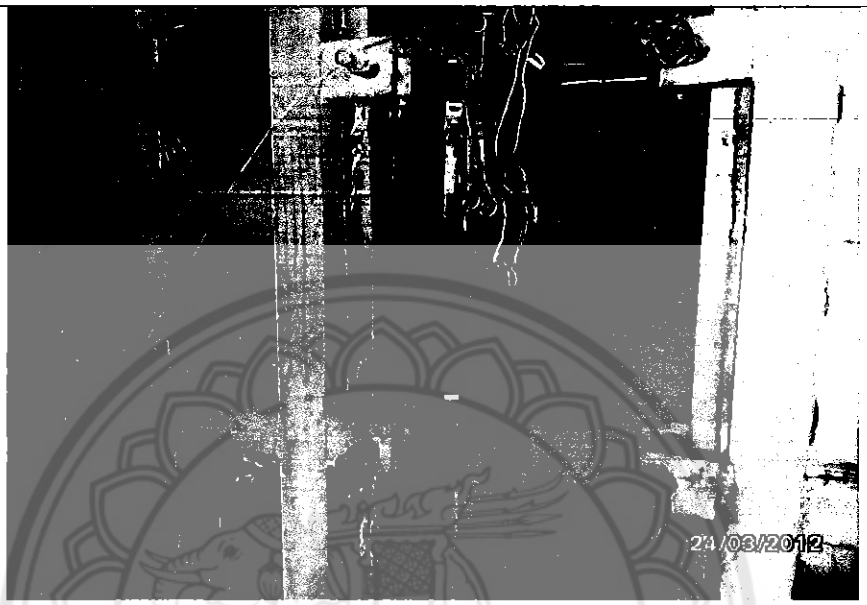
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1. ตรวจสอบฝาครอบป้องกันอันตรายจากสายพาน ทุกวัน	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
2. ตรวจดูว่าชุดดูอากาศมีเสียงดังเกินไปทุกวัน ถ้าดังมากให้แจ้งซ่อมทันที	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
3. ปิดสวิทซ์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
4. ตราจสอบน็อตยึดมอเตอร์กับแท่นรอง และพัดลมกับแท่นรองไม่ให้หลวม	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
5. ควบคุมไม่ให้มอเตอร์เดินเครื่องตัวเปล่า	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
6. ขณะทำงานไม่ให้น้ำจากกระบวนการผลิตหกใส่มอเตอร์	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
7. สังเกตเสียงและการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติของมอเตอร์	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ

ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ของตู้นึ่งไอน้ำ

P-01. M01 D rev.0 (20/08/2555)

รหัสตู้นึ่งไอน้ำ..... **ชื่อตู้นึ่งไอน้ำ.....**

จุดที่ตู้นึ่งไอน้ำอยู่.....



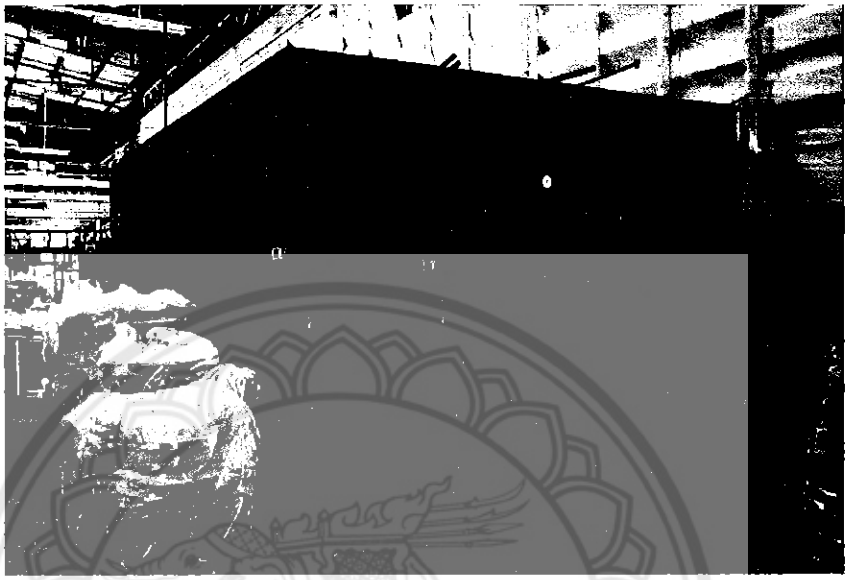
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1. เช็ดทำความสะอาดท่อจ่ายไอน้ำภายในตู้ไม่ให้เกิดการอุดตัน ทุกวัน	พนักงานนึ่งแป้ง
2. เช็คอุปกรณ์ล็อคฝาตู้นึ่งก่อนใช้งานตอนเช้าทุกวัน	พนักงานนึ่งแป้ง
3. ก่อนปิดประตูตู้นึ่งเช็ดก่อนว่าอย่าวัตถุอื่นมาขวางประตู	พนักงานนึ่งแป้ง
4. ตรวจสอบความดันของไอน้ำที่ป้อนเข้าตู้นึ่งต้องอยู่ที่ 3 บาร์ ก่อนนำผลิตภัณฑ์เข้าไปนึ่ง	พนักงานนึ่งแป้ง

ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ห้องเย็น

P-01. CL01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสห้องเย็น..... **ชื่อห้องเย็น**.....

จุดที่ห้องเย็นอยู่.....



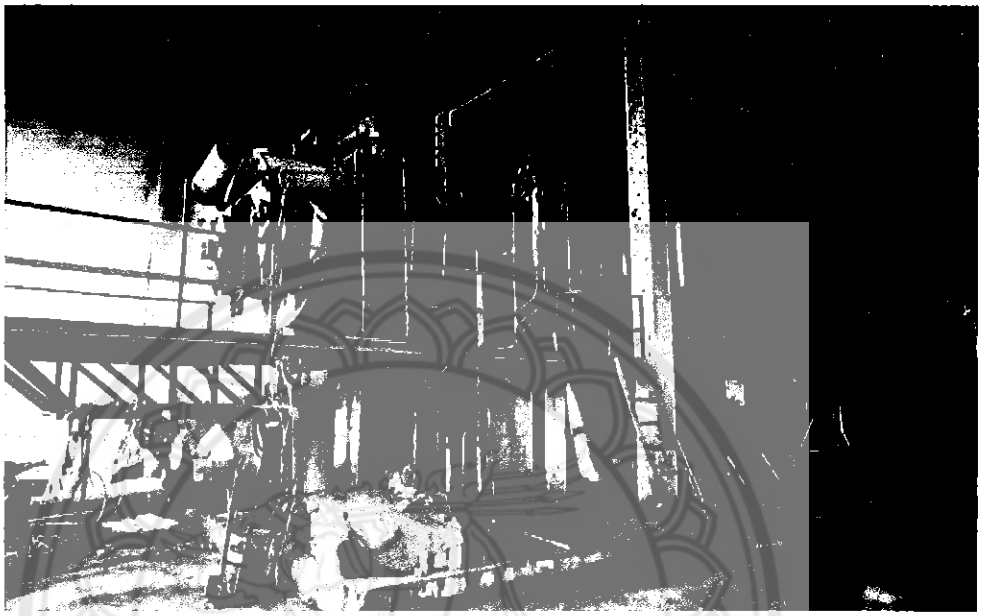
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.ตั้งอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 3 องศา ทุกวัน	คุณสมเกียรติ
2.จัดระเบียบในการจัดวางผลิตภัณฑ์ในห้องเย็นทุกครั้งที่นำของเข้า	พนักงานจัดเรียง
3.ปิดประตูให้สนิททุกครั้งหลังจากนำผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องเย็นเสร็จเพื่อป้องกันอากาศข้างนอกเข้าไป	พนักงานจัดเรียง
4.การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ให้นำผลิตภัณฑ์ที่เข้าไปก่อนออกไปใช้ก่อนเสมอ	พนักงานจัดเรียง

ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน บอยเลอร์

P-01. B01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสบอยเลอร์..... **ชื่อบอยเลอร์**.....

จุดที่บอยเลอร์อยู่.....



ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ
1. ตรวจสอบปริมาณน้ำที่ใช้ดับแกลบที่เผาไหมแล้วให้มีปริมาณเท่าจุดที่กำหนดตลอดเวลา	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
2.สตาร์ทเครื่องให้มีความดันถึง 6 บาร์ก่อนส่งไอน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิต	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
3.ตรวจสอบสายพานลำเลียงแกลบเข้าเตาเผาให้พร้อมใช้งานทุกวัน	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
4.ปิดสายพานลำเลียงแกลบก่อนปิดเตาครึ่งชั่วโมงทุกวัน	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
5.ปิดสายพานลำเลียงแกลบก่อนปิดเตาครึ่งชั่วโมงทุกวัน	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
6.ต้องเผาแกลบที่เหลืออยู่ในเตาให้หมดก่อนปิดเตาเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟไหม้	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ
7.ถ้าไอน้ำมีความเกิน 8 บาร์ต้องปล่อยทิ้งให้เหลือประมาณ 7 บาร์ เพื่อป้องกันอันตราย	พนักงานควบคุมหม้อไอน้ำ

ภาคผนวก ง

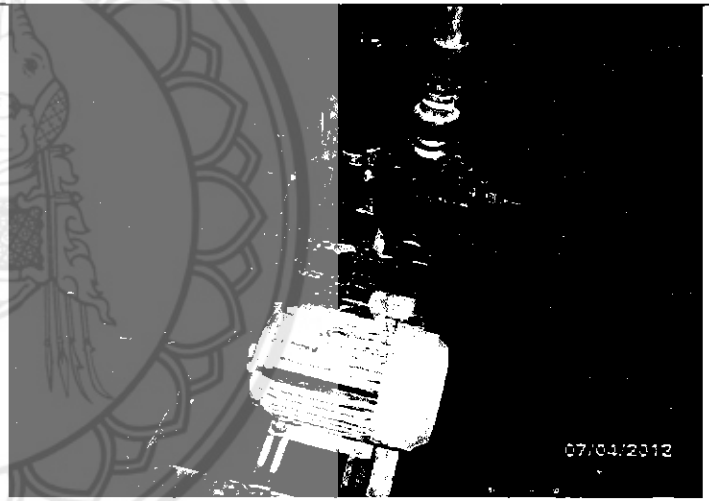
การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง

PM-01. P03 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง..... **ชื่อมอ**เตอร์และปั๊มน้ำแป้ง.....

จุดที่มอเตอร์และปั๊มน้ำแป้งอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	รูปภาพประกอบ
1.	เปลี่ยนซีลปั๊มตามระยะเวลา	ทุกสามเดือน	
2.	ตรวจสอบสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้ว	ทุกสัปดาห์	
3.	อัดจารบีหรือสารหล่อลื่น	ทุกสัปดาห์	
4.	ตรวจสอบการสึกของปลอกเพลาปั๊ม	ทุกสามเดือน	
5.	ทำความสะอาดปัดฝุ่นตามครีบมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
6.	ตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์โดยใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินหลังมือสัมผัสได้ให้แจ้งซ้อมด่วน	ทุกสัปดาห์	

ผู้ปฏิบัติ.....

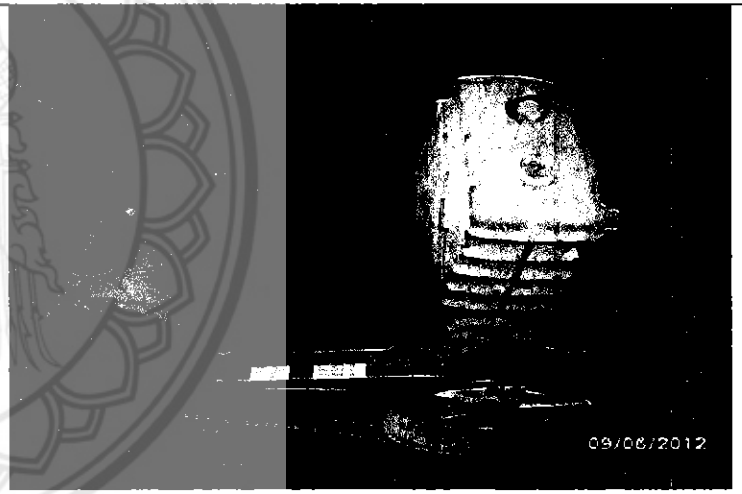
ผู้ตรวจสอบ.....

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มอเตอร์และเกียร์บล็อก

PM-01. GB01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และเกียร์บล็อก..... **ชื่อมอเตอร์และเกียร์บล็อก**.....

จุดที่มอเตอร์และเกียร์บล็อกอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	รูปภาพประกอบ
1.	เปลี่ยนน้ำมันเกียร์	ทุก 6 เดือน	
2.	ตรวจสอบสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้ว	ทุกสัปดาห์	
3.	อัดจารบีหรือสารหล่อลื่น	ทุกสัปดาห์	
4.	ตรวจสอบศูนย์ มู่เลย์	ทุก 6 เดือน	
5.	ทำความสะอาดปัดฝุ่นตามครีบมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
6.	ตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์โดยใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินหลังมือสัมผัสได้ให้แจ้งซ้อมด่วน	ทุกสัปดาห์	

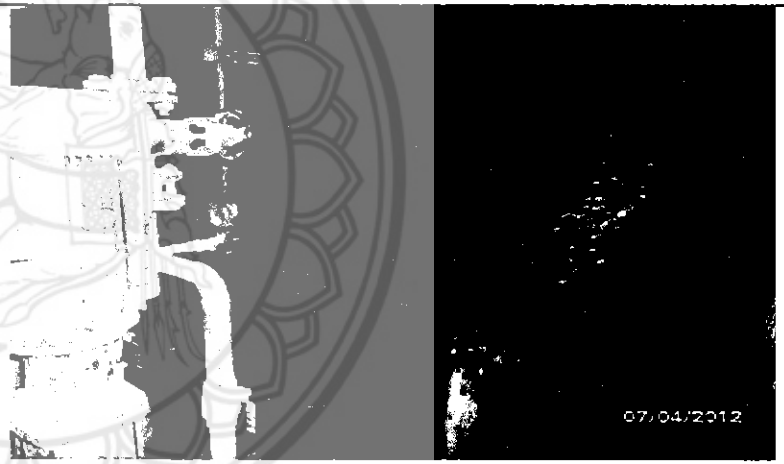
ผู้ปฏิบัติ.....

ผู้ตรวจสอบ.....

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ

PM-01. BV02 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ..... **ชื่อมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ**.....
จุดที่มอเตอร์และพัดลมดูดอากาศอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	รูปภาพประกอบ
1.	ตรวจสอบระบบสายไฟของมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
2.	ตรวจสอบน็อตยึดที่แขนตุ๊กตารองรับเพลา และน็อตยึดใบพัดลม	ทุกสัปดาห์	
3.	ตรวจสอบสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้ว	ทุกสัปดาห์	
4.	อัดจารบีที่แขนตุ๊กตารองรับเพลา	ทุกสัปดาห์	
5.	ทำความสะอาดครีบมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
6.	ตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์โดยใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินหลังมือสัมผัสได้ให้แจ้งซ้อมด่วน	ทุกสัปดาห์	

ผู้ปฏิบัติ.....

ผู้ตรวจสอบ.....

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ตู้นึ่งเส้นหมี่

PM-01. M01 D rev.0 (20/08/2555)

รหัสตู้นึ่ง..... ชื่อตู้นึ่ง.....
จุดที่ตู้นึ่งอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	รูปภาพประกอบ
1.	เช็ดทำความสะอาดท่อจ่ายไอน้ำภายในตู้ไม่ให้เกิดการอุดตัน	ทุกสัปดาห์	
2.	ตรวจสอบวาล์วของท่อจ่ายไอน้ำว่าแน่นสนิทดีหรือไม่	ทุกสัปดาห์	
3.	ตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมระบบจ่ายไอน้ำให้อยู่	ทุกสัปดาห์	

ผู้ปฏิบัติ.....

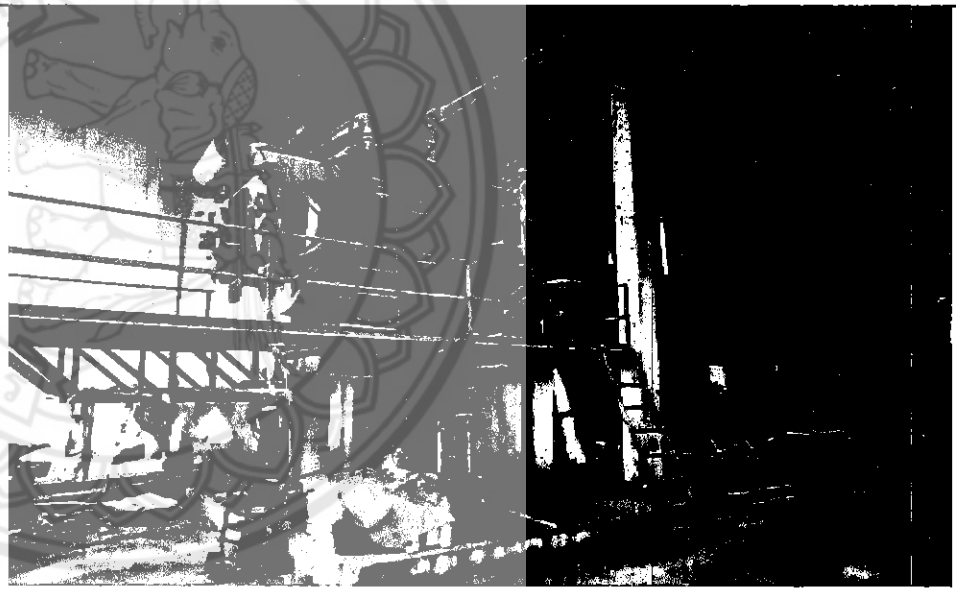
ผู้ตรวจสอบ.....

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน บอยเลอร์

PM-01. B01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสบอยเลอร์..... ชื่อบอยเลอร์.....

จุดที่บอยเลอร์อยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	รูปภาพประกอบ
1.	ตรวจสอบสายพานลำเลียงแกลบดำบริเวณใต้เตา	ทุกสัปดาห์	
2.	ตรวจสอบวาล์วควบคุมไอน้ำว่ายังใช้งานได้ดี ถ้าพบว่าชำรุดต้องแจ้งซ่อมทันที	ทุกสัปดาห์	
3.	ตรวจสอบมอเตอร์ทุกตัวที่เกี่ยวกับหม้อไอน้ำ เช่น ฟังเสียง และตรวจสอบอุณหภูมิ หากพบว่าผิดปกติให้รีบแก้ไขทันที	ทุกสัปดาห์	
4.	ตรวจสอบจุดร้อนผิดปกติ โดยบริเวณเปลือกหม้อไอน้ำ หากพบให้รีบแจ้งผู้เชี่ยวชาญทำการแก้ไขทันที	ทุกสามเดือน	
5.	ตรวจสอบความปลอดภัยหม้อไอน้ำ	ทุกปี	

ผู้ปฏิบัติ.....

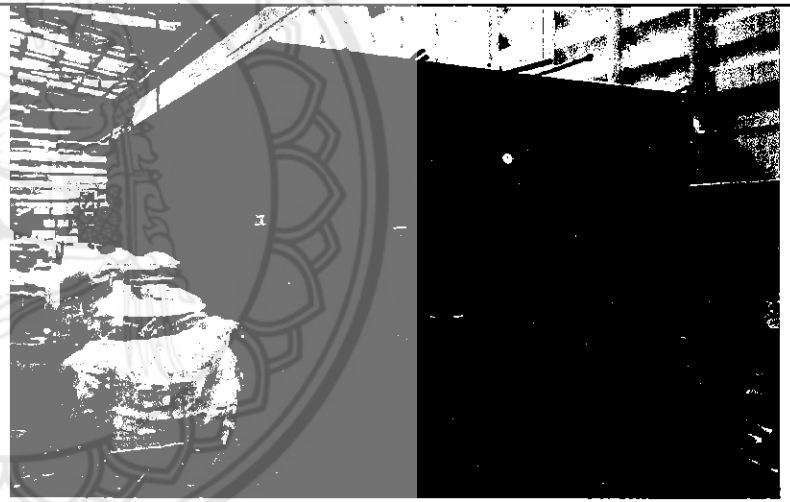
ผู้ตรวจสอบ.....

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ห้องเย็น

PM-01. CL01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสห้องเย็น..... ชื่อห้องเย็น.....

จุดที่ห้องเย็นอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	รูปภาพประกอบ
1.	เช็ด – ล้างทำความสะอาดภายในห้องเย็น	ทุกสัปดาห์	
2.	ตรวจเช็คความร้อนของคอมเพรสเซอร์ขณะเครื่องกำลังทำงานว่าเป็นปกติ	เดือนละ 2 ครั้ง	
3.	ตัดกิ่งไม้ที่ขวางหน้าพัดลมระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์	ทุกสัปดาห์	
4.	ตรวจสอบขอบประตูโดยดูจากการรั่วไหลของความเย็นที่รั่วออกมาข้างนอกถ้ามีเยอะผิดปกติให้เปลี่ยนยางขอบประตูทันที	ทุกสัปดาห์	
5.	ตัดกิ่งไม้ที่ขวางหน้าพัดลมระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์	ทุกสัปดาห์	

ผู้ปฏิบัติ.....

ผู้ตรวจสอบ.....

ภาคผนวก จ

ใบตรวจสอบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง

PM-02. P03 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง..... **ชื่อมอเตอร์และปั๊มน้ำแป้ง**.....

จุดที่มอเตอร์และปั๊มน้ำแป้งอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	ประจำเดือน.....
			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
1.	เปลี่ยนซีลปั๊มตามระยะเวลา	ทุกสามเดือน	
2.	ตรวจสอบสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้ว	ทุกสัปดาห์	
3.	อัดจารบีหรือสารหล่อลื่น	ทุกสัปดาห์	
4.	ตรวจสอบการสึกของปลอกเพลาปั๊ม	ทุกสามเดือน	
5.	ทำความสะอาดปัดฝุ่นตามครีบมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
6.	ตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์โดยใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินหลังมือสัมผัสได้ให้แจ้งซ้อมด่วน	ทุกสัปดาห์	
ผู้ปฏิบัติ			
ผู้ตรวจ			
วัน/เดือน/ปี			

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มอเตอร์และเกียร์บล็อก

PM-02. GB01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และเกียร์บล็อก..... **ชื่อมอเตอร์และเกียร์บล็อก**.....

จุดที่มอเตอร์และเกียร์บล็อกอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	ประจำเดือน.....																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	เปลี่ยนน้ำมันเกียร์	ทุก 6 เดือน																															
2.	ตรวจสอบสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้ว	ทุก สัปดาห์																															
3.	อัดจารบีหรือสารหล่อลื่น	ทุก สัปดาห์																															
4.	ตรวจสอบศูนย์ มู่เลย์	ทุก 6 เดือน																															
5.	ทำความสะอาดปัดฝุ่นตามครีบมอเตอร์	ทุก สัปดาห์																															
6.	ตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์โดยใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินหลังมือสัมผัสได้ให้แจ้งซ้อมด่วน	ทุก สัปดาห์																															
ผู้ปฏิบัติ																																	
ผู้ตรวจ																																	
วัน/เดือน/ปี																																	

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ

PM-02. BV02 rev.0 (20/08/2555)

รหัสมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ..... **ชื่อมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ.....**

จุดที่มอเตอร์และพัดลมดูดอากาศอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	ประจำเดือน..... 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
1.	ตรวจสอบระบบสายไฟของมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
2.	ตรวจสอบน็อตยึดที่แขนตุ๊กตารองรับเพลา และน็อตยึดใบพัดลม	ทุกสัปดาห์	
3.	ตรวจสอบสายพานมอเตอร์ไม่ให้หย่อนเกินครึ่งนิ้ว	ทุกสัปดาห์	
4.	อัดจารบีที่แขนตุ๊กตารองรับเพลา	ทุกสัปดาห์	
5.	ทำความสะอาดครีบมอเตอร์	ทุกสัปดาห์	
6.	ตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์โดยใช้หลังมือสัมผัสบริเวณครีบมอเตอร์ถ้าความร้อนเกินหลังมือสัมผัสได้ให้แจ้งซ่อมด่วน	ทุกสัปดาห์	
ผู้ปฏิบัติ			
ผู้ตรวจ			
วัน/เดือน/ปี			

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ตู้นึ่งเส้นหมี่

PM-02. M01 D rev.0 (20/08/2555)

รหัสตู้นึ่ง..... **ชื่อตู้นึ่ง**.....

จุดที่ตู้นึ่งอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	ประจำเดือน.....																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	เช็ดทำความสะอาดท่อจ่ายไอน้ำภายในตู้ไม่ให้เกิดการอุดตัน	ทุกสัปดาห์																															
2.	ตรวจสอบวาล์วของท่อจ่ายไอน้ำว่าแน่นสนิทดีหรือไม่	ทุกสัปดาห์																															
3.	ตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมระบบจ่ายไอน้ำให้อยู่	ทุกสัปดาห์																															
ผู้ปฏิบัติ																																	
ผู้ตรวจ																																	
วัน/เดือน/ปี																																	

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน บอยเลอร์

PM-02. B01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสบอยเลอร์..... **ชื่อบอยเลอร์**.....

จุดที่บอยเลอร์อยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	ประจำเดือน..... 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
1.	ตรวจสอบสายพานลำเลียงแกลบดำบริเวณใต้เตา	ทุกสัปดาห์	
2.	ตรวจสอบวาล์วควบคุมไอน้ำว่ายังใช้งานได้ดี ถ้าพบว่าชำรุดต้องแจ้งซ่อมทันที	ทุกสัปดาห์	
3.	ตรวจสอบมอเตอร์ทุกตัวที่เกี่ยวกับหม้อไอน้ำ เช่น ฟังเสียง และตรวจสอบอุณหภูมิ หากพบว่าผิดปกติให้รีบแก้ไขทันที	ทุกสัปดาห์	
4.	ตรวจสอบจุดร้อนผิดปกติ โดยบริเวณเปลือกหม้อไอน้ำ หากพบให้รีบแจ้งผู้เชี่ยวชาญทำการแก้ไขทันที	ทุกสามเดือน	
5.	ตรวจสอบความปลอดภัยหม้อไอน้ำ	ทุกปี	
ผู้ปฏิบัติ			
ผู้ตรวจ			
วัน/เดือน/ปี			

หมายเหตุ

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ห้องเย็น

PM-02. CL01 rev.0 (20/08/2555)

รหัสห้องเย็น..... **ชื่อห้องเย็น**.....

จุดที่ห้องเย็นอยู่.....

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	ประจำเดือน.....																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	เช็ด – ล้างทำความสะอาดภายในห้องเย็น	ทุก สัปดาห์																															
2.	ตรวจเช็คความร้อนของคอมเพรสเซอร์ ขณะเครื่องกำลังทำงานว่าเป็นปกติ	เดือนละ 2 ครั้ง																															
3.	ตัดกิ่งไม้ที่ขวางหน้าพัดลมระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์	ทุก สัปดาห์																															
4.	ตรวจสอบขอบประตูโดยดูจากการรั่วไหลของความเย็นที่รั่วออกมาข้างนอกถ้ามีเยอะผิดปกติให้เปลี่ยนยางขอบประตูทันที	ทุก สัปดาห์																															
5.	ตัดกิ่งไม้ที่ขวางหน้าพัดลมระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์	ทุก สัปดาห์																															
ผู้ปฏิบัติ																																	
ผู้ตรวจ																																	
วัน/เดือน/ปี																																	

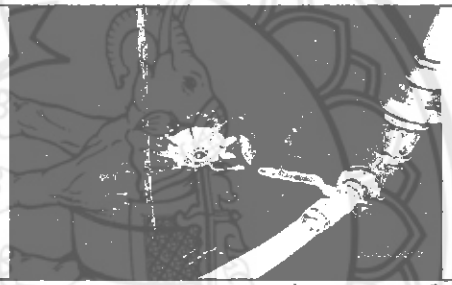
หมายเหตุ

ภาคผนวก ฉ

ระเบียบปฏิบัติ และใบตรวจสอบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ทดลองใช้ในโรงงาน

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดปั๊มส่งน้ำแป้งขึ้นไปเครื่องบีบแป้งหมี่

P03 rev.0(22/07/2555)



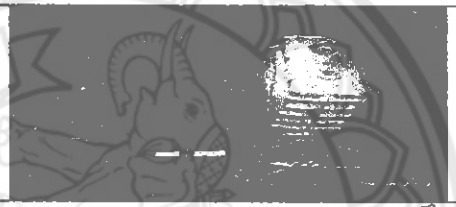
ประจำเดือน ตุลาคม

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	ฝาครอบที่ด้านท้ายมอเตอร์ถอดแล้วต้องใส่กลับเสมอ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	ตรวจสอบสภาพมอเตอร์ให้พร้อมใช้งาน		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	ตรวจสอบสายพานไม่ให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไปเดือนละครั้ง โดยเมื่อกดดูแล้วยุบไม่เกิน 1 เซ็นติเมตรจากเดิม																														✓		
4.	ปิดสวิทซ์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	อัดจารบีหรือสารหล่อลื่น สัปดาห์ละ 1 ครั้ง								✓														✓							✓			
หมายเหตุ																																	
ผู้ปฏิบัติ				นายสมบูรณ์							นายสัจจา							นายสมบูรณ์							นาย ชื่อตรง							
ผู้ตรวจ																																	
วัน/เดือน/ปี				๒ ต.ค. ๕๙							๑๐ ต.ค. ๕๙							๑๗ ต.ค. ๕๙							๒๔ ต.ค. ๕๙							

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดเกียร์บล็อก

GB01 rev.0(22/07/2555)



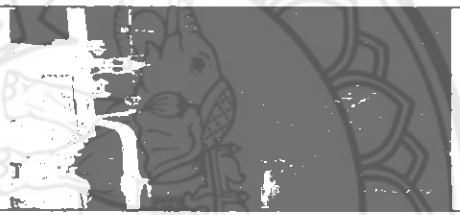
ประจำเดือน กันยายน

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	ตรวจสอบสายไฟมอเตอร์								/							/							/							/			
2.	ตรวจสอบสภาพกล่องเกียร์บล็อก โดยตรวจดูว่ามีเสียงดังหรือไม่ และตรวจดูการสั่นสะเทือน								/							/							/							/			
3.	ตรวจสอบสายพานไม่ให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไปเดือนละครั้ง โดยเมื่อกดดูแล้วยุบไม่เกิน 1 เซนติเมตรจากเดิม																															/	
4.	ปัดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.	ตรวจดูบริเวณรอบๆเกียร์บล็อกไม่ให้มีการรั่วซึมของน้ำมัน		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6.	เปลี่ยนน้ำมันที่กล่องเกียร์บล็อคตามระยะเวลา																																
หมายเหตุ																																	
ผู้ปฏิบัติ					นายสมาน							นายกัมพล						นายสมาน									นายเกียรติ					
ผู้ตรวจ					สมเกียรติ							สมพิพัฒน์						สมเกียรติ									สมเกียรติ					
วัน/เดือน/ปี					๔ ก.ย. ๕๕							๑๑ ก.ย. ๕๕						๒๕ ก.ย. ๕๕									๓๐ ก.ย. ๕๕						

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมอเตอร์ชุดพัดลมดูดไอเสียของบอยเลอร์

BV02 rev.0(22/07/2555)



ประจำเดือน ต.ค. 55

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	ตรวจสอบสายไฟมอเตอร์								✓							✓							✓							✓			
2.	ตรวจดูว่าชุดดูดอากาศมีเสียงดังเกินไปหรือไม่								✓							✓							✓							✓			
3.	ตรวจสอบสายพานไม่ให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไปเดือนละครั้ง โดยเมื่อกดดูแล้วยุบไม่เกิน 1 เซ็นติเมตรจากเดิม								✓							✓							✓							✓			
4.	ปิดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	อัดจารบีที่แขนตุ๊กตารองรับเพลาอาทิตย์ละหนึ่งครั้ง								✓							✓							✓							✓			
6.	ทำความสะอาดมอเตอร์อาทิตย์ละหนึ่งครั้ง								✓							✓							✓							✓			
หมายเหตุ																																	
ผู้ปฏิบัติ				นายสัญญา								นายสมพร							นายสัญญา							นายสมพร						
ผู้ตรวจ				สมเกียรติ								สมเกียรติ							สมเกียรติ							สมเกียรติ						
วัน/เดือน/ปี				๓ ต.ค. ๕๕								๑๐ ต.ค. ๕๕							๑๗ ต.ค. ๕๕							๒๔ ต.ค. ๕๕							

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตู้นึ่งเส้นหมี่

M01 D rev.0(22/07/2555)

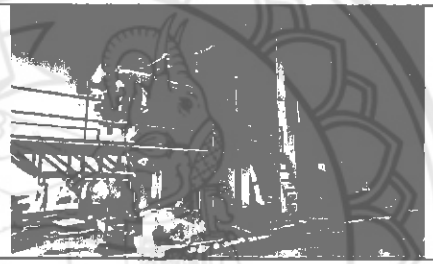
ประจำเดือน... ส.ค.๕๕

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	ตรวจสอบไอน้ำบริเวณโดยตรวจสอบประเก็นฝาปิดรอบตู้ไม่ให้มีการรั่วไหล		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	ตรวจสอบท่อจ่ายไอน้ำภายในตู้ไม่ให้เกิดการอุดตัน								✓							✓							✓						✓				
3.	ตรวจสอบสอบอุปกรณ์ควบคุมไอน้ำและอุปกรณ์ตั้งเวลาให้อยู่ในสภาพปกติ ตรวจสอบเดือนละครั้ง																														✓		
4.	ปิดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งานทำความสะอาดตู้ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
หมายเหตุ																																	
ผู้ปฏิบัติ				นายพิทักษ์							นายวิรัช							นายพิทักษ์														
ผู้ตรวจ			นายเชิดชัย							นายสำเนียง							นายเฉลิม						นายสำเนียง								
วัน/เดือน/ปี			๓๑.ค.๕๕							๑๔.ก.ค.							๑๑๓.ค.๕๕						๓๑ส.ค.								

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบอยเลอร์

B01 rev.0(22/07/2555)



ประจำเดือน ส.ค. ๕๗

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	ตรวจสอบแกลบที่ใช้ป้อนสู่เตาต้องแห้ง มีความชื้นน้อย								✓							✓							✓							✓			
2.	ตรวจรางสายพาน สกรูป้อนแกลบ และมอเตอร์ขับ สัปดาห์ละ 1ครั้ง								✓							✓							✓							✓			
3.	เช็ครางส่งเชื้อเพลิงเข้าเตา ไม่มีเสียงดัง หรือผิด								✓							✓							✓							✓			
4.	ตรวจสภาพท่อส่งไอน้ำ วาวล์ปิดเปิดไอน้ำ ไม่มีไอน้ำรั่ว ทุกสัปดาห์								✓							✓							✓							✓			
5.	ตรวจสอบอุปกรณ์วัดความดันไอน้ำ ทุก ๆ สัปดาห์								✓							✓							✓							✓			
หมายเหตุ																																	
ผู้ปฏิบัติ					นาย ปิ่นทา							นายสมัย							นาย ปิ่นทา							นายสมัย							
ผู้ตรวจ					สมเกียรติ							สมเกียรติ							สมเกียรติ							สมเกียรติ							
วัน/เดือน/ปี					๗ ส.ค. ๕๗							๑๔ ส.ค. ๕๗							๒๑ ส.ค. ๕๗							๒๘ ส.ค. ๕๗							

หมายเหตุ.

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตู้แช่ผลิตภัณฑ์ สำเร็จรูป

CL01 rev.0(22/07/2555)

ประจำเดือน ต.ค. ๕๕

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.	ตั้งอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 3 องศา		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	จัดระเบียบในการจัดวางของในห้องเย็น		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	ผลิตภัณฑ์ที่นำไปแช่เย็นไม่ควรมีความชื้นมากๆ				✓		✓				✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓	
4.	ปิดประตูให้สนิทป้องกันอากาศข้างนอกเข้าไป		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5.	เช็ด – ล้างทำความสะอาดเดือนละหนึ่งครั้ง																															✓	
6.	ตรวจเช็คความร้อนของเครื่องขณะทำงานว่าเป็นปกติหรือไม่																✓															✓	
หมายเหตุ																																	
ผู้ปฏิบัติ					นายปฐม						นาย วิชัย						นายเกียง									นาย วิชัย						
ผู้ตรวจ					นายเชี่ยน						นาย.เชี่ยน						นายเชี่ยน									นายเชี่ยน						
วัน/เดือน/ปี					๒ ต.ค. ๕๕						๑๔ ต.ค. ๕๕						๒๖ ต.ค. ๕๕									๓๑ ต.ค. ๕๕						

หมายเหตุ.

5. ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ของตู้นึ่งไอน้ำ

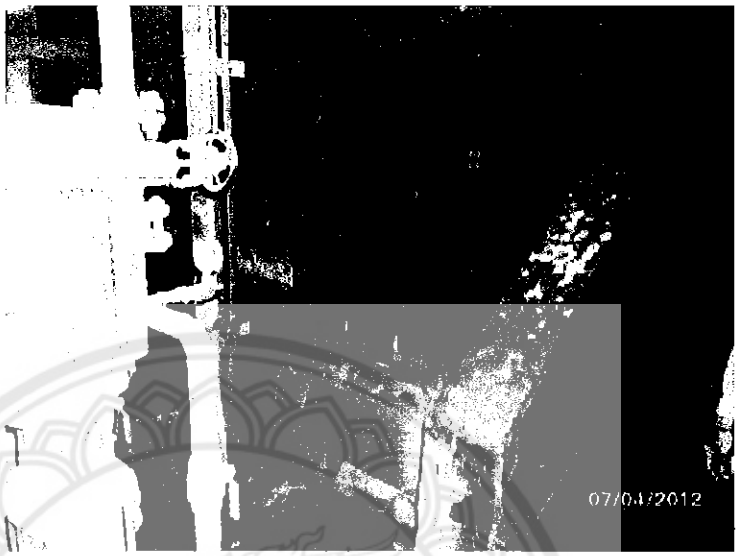
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ตรวจสอบไอน้ำบริเวณโดยตรวจสอบประเก็นฝาปิดรอบตู้ไม่ให้มีการรั่วไหล	ช่างปาน	/	/	/
2. ตรวจสอบท่อจ่ายไอน้ำภายในตู้ไม่ให้เกิดการอุดตัน	ช่างปาน	/	/	/
3. ตรวจสอบสอบอุปกรณ์ควบคุมไอน้ำและอุปกรณ์ตั้งเวลาให้อยู่ในสภาพปกติ ตรวจสอบเดือนละครั้ง	ช่างปาน	/	/	/
4. ทำความสะอาดตู้ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	ช่างปาน	/	/	/

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

( )

วันที่ 21 เดือน ก.ค. พ.ศ. 55

4. ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ของชุดพัดลมดูดอากาศ



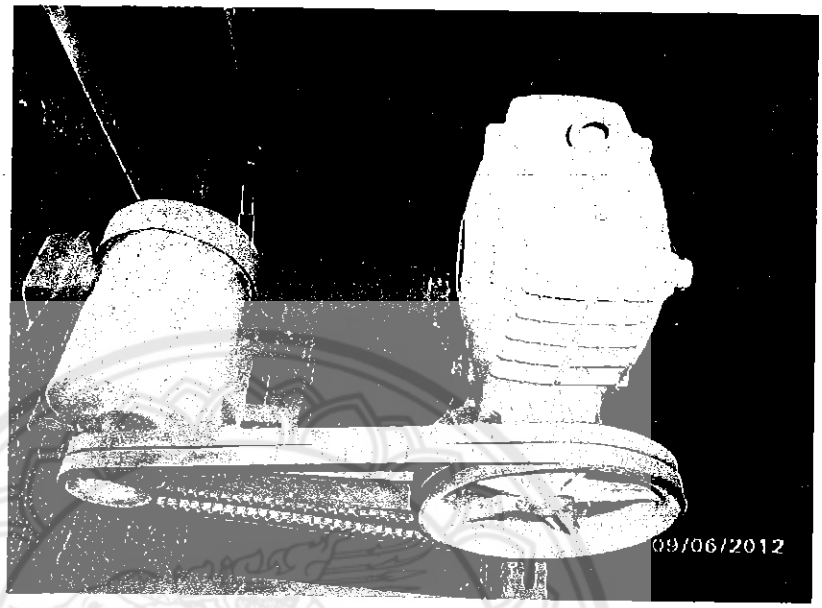
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ตรวจสอบสายไฟมอเตอร์	ช่างปาน	✓	✓	✓
2. ตรวจดูว่าชุดดูดอากาศมีเสียงดังเกินไปหรือไม่	ช่างปาน	✓	✓	✓
3. ตรวจสอบสายพานไม่ให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไปเดือนละครั้ง โดยเมื่อกดดูแล้วขยุบไม่เกิน 1 เซ็นติเมตร จากเดิม	ช่างปาน	✓	✓	✓
4. ปิดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	ช่างปาน	✓	✓	✓
5. อัดจารบีที่แขนตุ๊กตารองรับเพลาอาทิตย์ละหนึ่งครั้ง	ช่างปาน	✓	✓	✓
6. ทำความสะอาดมอเตอร์อาทิตย์ละหนึ่งครั้ง	ช่างปาน	✓	✓	✓

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

( )

วันที่ 31 เดือน ก.ค. พ.ศ. 55

3. ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ของชุดเกียร์บล๊อก



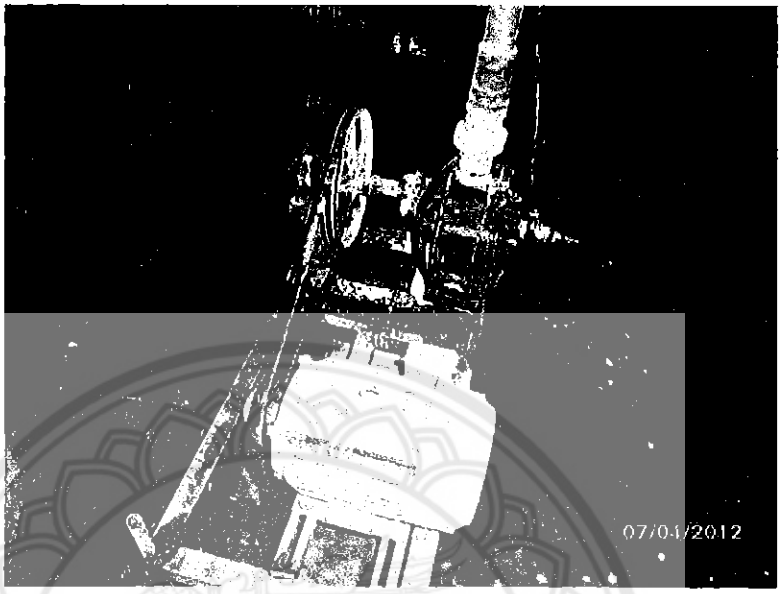
ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ตรวจสอบสายไฟมอเตอร์	ช่างปาน	✓	✓	✓
2. ตรวจสอบสภาพกล่องเกียร์บล๊อกโดยตรวจดูว่ามีเสียงดังหรือไม่ และตรวจดูการสั่นสะเทือน	ช่างปาน	✓	✓	✓
3. ตรวจสายพาน ไม่ให้หย่อน หรือมีสภาพชำรุด	ช่างปาน	✓	✓	✓
4. ปิดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	ช่างปาน	✓	✓	✓
5. ตรวจดูบริเวณรอบๆเกียร์บล๊อกไม่ให้มีการรั่วซึมของน้ำมัน	ช่างปาน	✓	✓	✓
6. เปลี่ยนน้ำมันที่กล่องเกียร์บล๊อคตามระยะเวลา	ช่างปาน	✓	✓	✓

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

(.....)

วันที่ 21 เดือน ต.ค. พ.ศ. 55

2. ระเบียบปฏิบัติเพื่อการประหยัดพลังงาน ของมอเตอร์ขับปั๊มส่งน้ำแป้งขึ้นเครื่องปีบเส้นหมี่



ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ฝาครอบที่ด้านท้ายมอเตอร์ถอดแล้วต้องใส่กลับเสมอ	ช่างปาน	✓	✓	✓
2. ตรวจสอบสภาพมอเตอร์ให้พร้อมใช้งาน	ช่างปาน	✓	✓	✓
3. ตรวจสายพาน ไม่ให้หย่อน หรือมีสภาพชำรุด	ช่างปาน	✓	✓	✓
4. ปิดสวิทช์ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน	ช่างปาน	✓	✓	✓
5. อัดจารบีหรือสารหล่อลื่น เดือนละ 1 ครั้ง	ช่างปาน	✓	✓	✓

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

( )

วันที่ 31 เดือน ม.ค. พ.ศ. 55

1. ระเบียบปฏิบัติเพื่อลดการชำรุดเสียหาย ของปั๊มชักส่งน้ำแป้ง

ระเบียบปฏิบัติ	ผู้รับผิดชอบ	ตรวจสอบครั้งที่		
		1	2	3
1. ตรวจสอบที่ตัวปั๊มต้องไม่มีรอยรั่ว	ช่างน้าน	✓	✓	✓
2. ตรวจสอบน็อตและสกรูที่ใช้ยึดมอเตอร์กับแท่นรอง และตัวปั๊มกับแท่นรอง สัปดาห์ละ 1ครั้ง	ช่างน้าน	✓	✓	✓
3. ตรวจสอบสายพานไม่ให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไปเดือนละครั้ง โดยเมื่อกดดูแล้วยุบไม่เกิน 1 เซ็นติเมตร จากเดิม	ช่างน้าน	✓	✓	✓
4. เปลี่ยนซีลปั๊มตามระยะเวลา	ช่างน้าน	✓	✓	✓
5. เช็ดล้างทำความสะอาดที่ตัวปั๊มทุกสัปดาห์	ช่างน้าน	✓	✓	✓

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

( )

วันที่ 31 เดือน ม.ค. พ.ศ. 58

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายศรายุทธ ทองอินทร์

ภูมิลำเนา 156 หมู่ 6 ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวังชมภูวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : tor_thongin@windowslive.com

ชื่อ นายกีรติ บัวรอด

ภูมิลำเนา 381 หมู่ 2 ตำบลดอนคา อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนท่าตะโกพิทยคม จังหวัดนครสวรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : keerati_poon@hotmail.com