

มาตรการดำเนินการ
อนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม
โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ
ขนาดกลางและขนาดเล็ก



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

คู่มือการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก



สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

17 ถ. พระราม 1 แขวงรองเมือง เขตรองเมือง

กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ : 02-223-0021-9

โทรสาร : 02-226-6430

http : www.dede.go.th

คำนำ

ปัจจุบันต้นทุนพลังงานเป็นปัจจัยแปรผันสำคัญของสถานประกอบการ ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารธุรกิจ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องนี้ จึงได้ดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยโรงงานและอาคารธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก เพื่อให้สถานประกอบการสามารถดำเนินการอนุรักษ์พลังงานด้วยตนเอง รวมทั้งมีการณรงค์ประชาสัมพันธ์สร้างจิตสำนึกให้กับพนักงานในองค์กร

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ดำเนินการติดตามประเมินผลสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการดังกล่าวในปี 2550 จำนวน 163 แห่ง และจากการเข้าเยี่ยมและสำรวจติดตามการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เห็นว่า สถานประกอบการได้จัดทำมาตรการต่างๆ ทั้งมาตรการด้านไฟฟ้าและมาตรการด้านความร้อนที่เป็นประโยชน์ สามารถใช้เป็นแนวทางการจัดทำมาตรการให้กับสถานประกอบการอื่นๆ ที่สนใจ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจึงได้รวบรวมโดยจัดทำเป็นคู่มือการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ขอขอบคุณสถานประกอบการทุกแห่งที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล พาไปเยี่ยมชมความสำเร็จของการดำเนินมาตรการ ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ให้แก่ภาครัฐ เพื่อการปรับปรุงโครงการให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการในอนาคต

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าสถานประกอบการทั้งหลายจะได้รับประโยชน์จากคู่มือเล่มนี้ และร่วมกันอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืนสืบไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน

สิงหาคม 2551

**คู่มือการดำเนินการ
อนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม**

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการจัดการ	3
2.1 ความหมายของการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	4
2.2 การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ	5
บทที่ 3 การจัดการมาตรการด้านไฟฟ้า	19
3.1 ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า	23
3.2 ระบบแสงสว่าง	48
3.3 ระบบปรับอากาศ	76
3.4 ระบบฮีตเตอร์ไฟฟ้า	112
3.5 ระบบปรับอากาศ/ทำความเย็น	127
3.6 ระบบผลิตน้ำเย็น/น้ำแข็ง	159
3.7 มอเตอร์และปั๊ม	185
3.8 เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆ	210
บทที่ 4 การจัดการมาตรการด้านความร้อน	227
4.1 หม้อไอน้ำ, หม้อน้ำมันร้อน	229
4.2 เตาอบ/เตาเผา	276
4.3 เครื่องยนต์ (ขนส่ง, เกษตร)	291

บทที่ 1

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ซึ่งในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆ ปัจจัยหลักสำคัญที่มีผลต่อการผลิต คือ พลังงานที่ใช้ เช่น ไฟฟ้า น้ำมัน แก๊ส และเชื้อเพลิงชีวมวล ต่างๆ เพื่อสร้างความเติบโตทางเศรษฐกิจ และสืบเนื่องจากในสภาวะปัจจุบันการดำเนินการของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ได้ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เจ้าของกิจการต้องดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งด้านการบริหารและการผลิต เพื่อให้สามารถดำรงศักยภาพการแข่งขันของตลาดอุตสาหกรรม ประกอบกับสถานการณ์ราคาน้ำมันใน ตลาดโลกที่มีความผันผวนตลอดเวลา โดยเฉพาะประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการนำเข้าพลังงานในอัตราสูง อีกทั้งแนวโน้มความต้องการพลังงานในอนาคตจะยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ ล้วนส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตและความเจริญก้าวหน้า อันก่อให้เกิดวิกฤตเศรษฐกิจของภาคอุตสาหกรรม

แนวทางในการที่จะแก้ปัญหาเพื่อลดผลกระทบ อันเนื่องมาจากปัญหาทางเศรษฐกิจและวิกฤตการณ์ด้านพลังงานนั้น การส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการประหยัดพลังงานจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ การบริหาร และจัดการด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และต้องมีระบบข้อมูลสนับสนุนด้านการบริหารอย่างเพียงพอ รวมทั้งการบริหารจัดการอย่างมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรทั้งหมด ตั้งแต่ระดับผู้บริหาร ฝ่ายการผลิต ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายสนับสนุนอื่นๆ นับได้ว่า เรื่องของระบบข้อมูล และสารสนเทศด้านพลังงานเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผน การบริหาร และการดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามแนวนโยบาย ในการที่จะส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรม และการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม และอาคารธุรกิจ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาภาคการผลิตและการแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจอย่างเป็นรูปธรรม และยั่งยืนต่อไป

บทที่ 2

การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม
ด้วยเทคนิคการจัดการ

2.1 ความหมายของการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

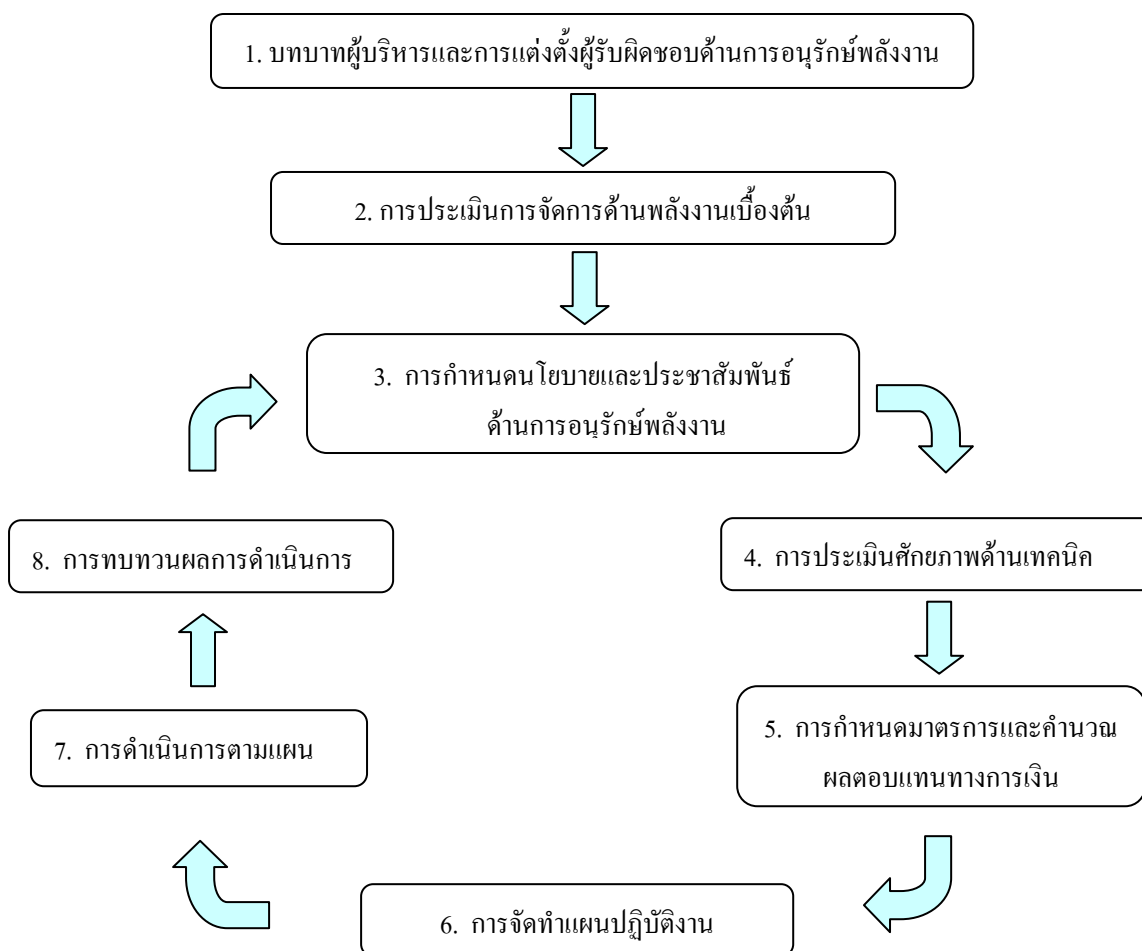
ในการปฏิบัติงานหรือดำเนินการใดๆ ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี และการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ผลจริงจึงจะต้องพิจารณาให้ครบวงจรของกระบวนการผลิต นับตั้งแต่การออกแบบ การวางแผนคิด การดำเนินงาน การใช้และการบำรุงรักษา การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และการเปลี่ยนเครื่องจักรหลักหากมีปัญหาเกิดขึ้นจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง จึงเป็นที่ชัดเจนว่าไม่มีบุคคลใดบุคคลหนึ่งสามารถอนุรักษ์พลังงานได้ด้วยตนเอง เพราะการอนุรักษ์พลังงานแทรกอยู่ในทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต และต้องการความเอาใจใส่เพื่อให้ทราบปัญหาของการสูญเสียพลังงาน ดังนั้นโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม จึงหมายถึง การที่พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาเอาใจใส่การใช้พลังงานของโรงงานที่รับผิดชอบอยู่ให้มีการรั่วไหลและการสูญเสียของพลังงานน้อยที่สุด โดยที่จะต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของทีมงานผู้บริหารและพนักงานทุกคน ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานจะต้องประกอบไปด้วยบุคคลเหล่านี้

1. เจ้าของหรือผู้บริหาร โดยเจ้าของหรือผู้บริหารซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบายจะต้องเล็งเห็นและเข้าใจถึงประโยชน์ที่จะได้รับการอนุรักษ์พลังงาน กล้าตัดสินใจและกล้าลงทุน และหาทางส่งเสริมสนับสนุนผลักดันให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง
2. ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน เจ้าของหรือผู้บริหารจะต้องให้ความสำคัญกับผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเท่ากับผู้รับผิดชอบด้านแรงงาน เงินทุน วัตถุดิบและผู้รับผิดชอบด้านการบริหารจัดการ เพราะผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นบุคคลสำคัญในการดำเนินการและรับผิดชอบเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร อีกทั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานจะต้องมีความสามารถทางจิตวิทยา ทักษะการสื่อสารและมนุษยสัมพันธ์ เนื่องจากการอนุรักษ์พลังงานต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย
3. พนักงานระดับปฏิบัติการ โดยพนักงานระดับปฏิบัติการเป็นบุคคลที่มีความสำคัญมากที่สุด เป็นตัวแปรสำคัญของความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงาน เพราะพนักงานระดับปฏิบัติงานเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริงใกล้ชิดกับกระบวนการผลิต สัมผัสกับเครื่องจักรอุปกรณ์ในสายการผลิต ดังนั้นจึงสามารถดำเนินการอนุรักษ์พลังงานได้ชัดเจน

2.2 การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ

การอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการจะเป็นการลดต้นทุนด้านการผลิต จะต้องใช้ควบคู่ไปกับเทคโนโลยีทางวิศวกรรมหรือเทคนิคเฉพาะด้าน ในทางธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งเป็นฐานสำคัญในกำลังการผลิตทางเศรษฐกิจของประเทศที่สำคัญที่สุด สถานประกอบการเหล่านี้ไม่มีกฎหมายบังคับในเรื่องการดำเนินการด้านการประหยัดพลังงานที่เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน ไม่มีการวิเคราะห์การใช้พลังงานและประเมินความสูญเสียและสูญเสียเปล่าของพลังงานที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังประสบปัญหาด้านการเงิน เทคโนโลยี บุคลากร รวมทั้งการจัดการที่ดีทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขึ้น ซึ่งสามารถค้นพบโดยพนักงานที่ทำงานในสถานประกอบการ การที่จะสร้างและพัฒนาบุคลากรขององค์กรนั้นๆ ให้มีความรู้ในการค้นหาปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้จะเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนซึ่งจะต้องมีการผสมผสานให้กลมกลืนด้วยการจัดการด้วยเทคนิคต่างๆ เข้าด้วยกัน

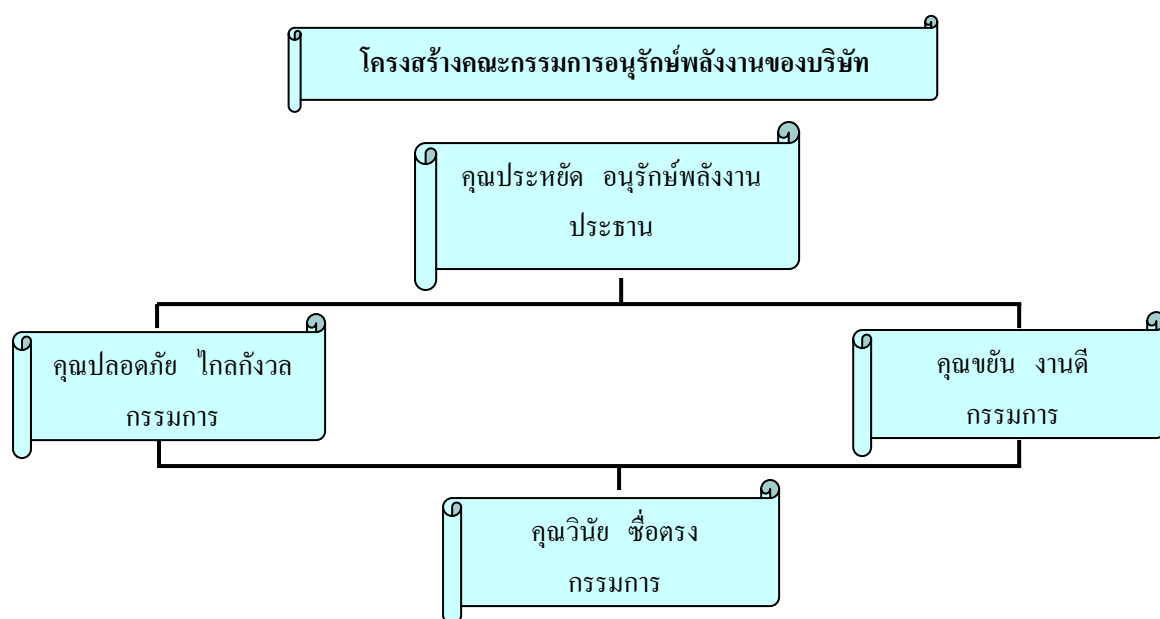
ขั้นตอนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการจะให้ประสบผลสำเร็จได้นั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ ซึ่งเทคนิคการจัดการสามารถจำแนกออกได้เป็น 8 ประเภทด้วยกันดังนี้



2.2.1 บทบาทผู้บริหารและการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม เจ้าของหรือผู้บริหารจะต้องปรับแนวความคิดในการช่วยกันอนุรักษ์พลังงาน โดยในองค์กรใดๆ สามารถแบ่งระดับการบริหารออกเป็น 3 ระดับซึ่งได้แก่ การบริหารระดับสูง (Top Management) การบริหารระดับกลาง (Tactical Management) และการบริหารระดับล่าง (Operational Management) โดยที่ทั้ง 3 ระดับต้องมีความสัมพันธ์กัน คือ ผู้บริหารระดับสูงมีบทบาทหน้าที่กำหนดนโยบาย เป้าหมายหรือทิศทางขององค์กร และผู้บริหารระดับกลางจะจัดทำแผนงานเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของผู้บริหารระดับสูง โดยที่ผู้บริหารระดับสูงจำเป็นต้องทราบเข้าใจ สนับสนุน ให้เกิดการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้ต้องแสดงออกอย่างเป็นรูปธรรม โดยตัวนโยบายนั้นต้องได้รับการถ่ายทอดให้นำไปทำเป็นแผนงานและแผนปฏิบัติการต่อไป นอกจากนี้ผู้บริหารต้องมีการติดตามความก้าวหน้า โดยได้จากรายงานการประชุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะมีผลต่อแนวทางในการกำหนดนโยบายหรือทิศทางของบริษัทในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป

ผู้บริหารควรแต่งตั้งผู้รับผิดชอบการอนุรักษ์พลังงานขององค์กรโดยตรง บุคคลที่ได้รับแต่งตั้งนี้จะต้องมีความสามารถในการดำเนินงานให้บรรลุผล เป็นผู้ที่สามารถขอความร่วมมือและการสนับสนุนจากระดับบนจนถึงระดับล่างได้ ตั้งแต่ผู้จัดการ หัวหน้าฝ่าย และแผนกต่างๆ ไปจนถึงพนักงานทุกระดับ โดยซึ่งองค์กรขนาดเล็ก อาจมอบหมายให้เจ้าหน้าที่หรือหัวหน้าคนใดคนหนึ่งทำหน้าที่ด้านการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากงานปกติที่ได้รับมอบหมายอยู่ ส่วนองค์กรขนาดใหญ่ อาจแต่งตั้งในรูปคณะกรรมการ คณะทำงานหรือทีมงาน จำนวน 5-10 คน ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากฝ่ายต่างๆ ในองค์กร โดยคณะกรรมการมีหน้าที่กำหนดแนวทางและแผนการดำเนินกิจกรรมการจัดการจัดการพลังงานต่างๆ เพื่อให้บรรลุนโยบายและเป้าหมายที่กำหนดไว้เบื้องต้น ซึ่งรวมถึงการจัดอบรม การประชาสัมพันธ์ การกำหนดแผนงาน และโครงการปรับปรุงการใช้พลังงาน พร้อมทั้งติดตามและตรวจสอบการใช้พลังงานให้เป็นไปตามนโยบายและข้อกำหนดการใช้พลังงานที่วางแผนไว้



2.2.2 การประเมินการจัดการด้านพลังงานเบื้องต้น

ทางสถานประกอบการที่จะดำเนินการอนุรักษ์พลังงานจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการ และปัญหาที่เกิดขึ้นภายในองค์กร โดยการประเมินองค์กร ในปัจจุบันว่ามีการตกลงร่วมมือกันในการจัดการพลังงานในระดับใด และมีประสิทธิผลเพียงใด อีกทั้งต้องระบุถึงขอบเขตการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน และการใช้พลังงานภายในองค์กร โดยการประเมินสมรรถนะการจัดการพลังงานจะเป็นการระบุถึงระดับข้อตกลงร่วมมือด้านจัดการพลังงานภายในองค์กรว่าปัจจุบันมีอะไรบ้าง และมีกลยุทธ์ด้านพลังงานอย่างไร โดยมีการประเมินบุคลากรหรือพนักงานในองค์กร ว่ามีความสามารถช่วยให้องค์กรบรรลุเป้าหมายด้านประสิทธิภาพพลังงานมากน้อยเพียงใด โดยร่วมกันวิเคราะห์ว่าปัจจุบันองค์กรมีกิจกรรม และงานด้านปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้พลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งทั้งผู้บริหารและพนักงานจะต้องมีความคิดริเริ่มที่จะอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งต้องระบุบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานให้ชัดเจน

การประเมินสถานะเบื้องต้นเป็นการประเมินระบบการจัดการพลังงานภายในองค์กรก่อนที่จะนำระบบการจัดการพลังงานมาประยุกต์ใช้ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายทิศทางการอนุรักษ์พลังงานโดยประเมินจากทั้งผู้บริหาร และพนักงานในองค์กร โดยผลการประเมินจะบอกให้ทราบว่าองค์กรยังขาดตกบกพร่องในด้านใด ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ Energy Management Matrix ซึ่งประเมินประเด็นต่างๆ ด้วยกัน 6 ประเด็นที่มีความสำคัญต่อการจัดการพลังงานขององค์กร ได้แก่ นโยบาย การจัดการองค์กร การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจระบบข้อมูลข่าวสาร การประชาสัมพันธ์ และการลงทุน โดยให้คะแนนแต่ละประเด็นระหว่าง 0 ถึง 4 แบบประเมินแสดงดังตาราง

ตารางแบบประเมิน Energy Management Matrix

ระดับการปฏิบัติ (คะแนน)	สถานภาพการอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน / อาคาร					
	นโยบาย การจัดการพลังงาน	การจัดองค์กร	การกระตุ้นและ สร้างแรงจูงใจ	ระบบข้อมูลข่าวสาร	ประชาสัมพันธ์	การลงทุน
สูงที่สุด (4)	☐ มีนโยบายการจัดการพลังงานจากฝ่ายบริหาร และถือเป็นส่วนหนึ่งของ นโยบายบริษัท	☐ มีการจัดองค์กร และเป็นโครงสร้างส่วนหนึ่งของฝ่ายบริหาร กำหนดหน้าที่ ความรับผิดชอบ	☐ มีการประสานงาน ระหว่างผู้รับผิดชอบด้าน พลังงานและทีมงาน ทุกระดับอย่างสม่ำเสมอ	☐ กำหนดเป้าหมายที่ ครอบคลุม ติดตามผลหาข้อผิดพลาด ประเมินผลและควบคุม การใช้งบประมาณ	☐ ประชาสัมพันธ์คุณค่าของการประหยัดพลังงานและ ผลการดำเนินการของการ จัดระเบียบการพลังงาน	☐ จัดสรรงบประมาณโดยละเอียดโดยพิจารณาถึง ความสำคัญของ โครงการ
สูงมาก (3)	☐ มีนโยบายและการสนับสนุนเป็นครั้งคราวจากฝ่ายบริหาร	☐ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน รายงานโดยตรงต่อคณะ กรรมการจัดการพลังงาน ซึ่งประกอบ ด้านหัวหน้า ฝ่ายต่างๆ	☐ คณะกรรมการการอนุรักษ์พลังงานเป็นช่องทางหลักในการ ดำเนินงาน	☐ แจ้งผลการใช้พลังงานจากมิเตอร์ย่อยให้แต่ละฝ่ายทราบแต่ไม่มีการแจ้ง ถึงผลการประหยัด	☐ ให้พนักงานรับทราบโครงการอนุรักษ์พลังงานและ ให้มีการประชาสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ	☐ ใช้ระยะเวลาคุ้มค่าเป็นหลักในการพิจารณาการลงทุน
สูง (2)	☐ ไม่มีการกำหนดนโยบายที่ชัดเจนโดยผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	☐ มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน รายงานต่อคณะกรรมการเฉพาะกิจแต่สายงานบังคับบัญชาไม่ชัดเจน	☐ คณะกรรมการเฉพาะกิจ เป็นผู้ดำเนินการ	☐ ทำรายงานติดตามประเมินผลโดยดูจาก มิเตอร์ให้คณะ กรรมการเฉพาะกิจเข้ามาเกี่ยวข้องกับการตั้งงบประมาณ	☐ จัดฝึกอบรมให้พนักงานรับทราบเป็นครั้งเป็นคราว	☐ ลงทุนโดยมาตรการที่มีระยะเวลาคืนทุนเร็ว
พอใช้ (1)	☐ ไม่มีแนวทางปฏิบัติที่ทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร	☐ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบ	☐ มีการติดต่ออย่างไม่เป็นทางการระหว่าง วิศวกรกับผู้ใช้พลังงาน (พนักงาน)	☐ มีการสรุปรายงานด้านค่า ใช้จ่ายการใช้พลังงานเพื่อใช้กันภายในฝ่ายวิศวกรรม	☐ แจ้งให้พนักงานทราบอย่างเป็นทางการ เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	☐ พิจารณาเฉพาะมาตรการที่ลงทุนต่ำ
ไม่มี (0)	☐ ไม่มีนโยบายที่ชัดเจน	☐ ไม่มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	☐ ไม่มีการติดต่อกับผู้ใช้พลังงาน	☐ ไม่มีระบบรวบรวมข้อมูลและบัญชีการใช้พลังงาน	☐ ไม่มีการสนับสนุนการประหยัด พลังงาน	☐ ไม่มีการลงทุนใดๆในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

คู่มือการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

โดยสามารถอธิบายระดับการปฏิบัติได้ดังนี้

ระดับ 0

ไม่มีการจัดการด้านพลังงาน คือ ไม่มีนโยบายพลังงาน ไม่มีทีมงานด้านพลังงาน และไม่มีคณะผู้แทนอย่างเป็นทางการในการรับผิดชอบการใช้พลังงาน ไม่มีการตรวจวัดและใช้พลังงานและไม่มีโปรแกรมส่งเสริมให้ตระหนักถึงการใช้พลังงานอย่างมีคุณค่า

จุดแข็ง : ไม่มี

จุดอ่อน : สูญเสียโอกาสในการลดการใช้พลังงาน และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในวงกว้าง

ระดับ 1

แม้ว่านโยบายพลังงานจะไม่ชัดเจน องค์กรทำการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานซึ่งได้สร้างระบบข้อมูลพื้นฐานโดยใช้ใบแจ้งรายการเชื้อเพลิง แต่การรายงานข้อมูลจะมีเฉพาะหน่วยงานของเขาเท่านั้น ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานจะส่งเสริมและตระหนักถึงความสำคัญด้านพลังงาน โดยอาศัยช่องทางติดต่ออย่างไม่เป็นทางการกับผู้รับผิดชอบการใช้พลังงานโดยตรง และตอบสนองต่อการร้องขอคำแนะนำพื้นฐานเฉพาะกรณี

จุดแข็ง : ทีมงานผู้เชี่ยวชาญรู้ถึงความสำคัญของการจัดการด้านพลังงาน

จุดอ่อน : การจัดการด้านพลังงาน ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์อย่างไม่เป็นทางการกับผู้ใช้งานพลังงานเพียงอย่างเดียว โดยมีการจัดลำดับความสำคัญของกิจกรรมดังกล่าวเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย

ระดับ 2

ผู้บริหารระดับอาวุโสยอมรับในความสำคัญของการจัดการด้านพลังงาน แต่ในทางปฏิบัติมีข้อผูกพัน หรือได้รับการสนับสนุนกิจกรรมการจัดการด้านพลังงานเพียงเล็กน้อย ทีมงานด้านพลังงานปกติจะมาจากฝ่ายเทคนิค ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการด้านพลังงานมีจำกัด เนื่องจากขาดความสนใจและความกระตือรือร้นของสมาชิกในคณะกรรมการ

จุดแข็ง : ทีมงานด้านพลังงานมุ่งที่จะริเริ่มการจัดการด้านพลังงานโดยตรง

จุดอ่อน : ยังขาดการสนับสนุนที่เพียงพอจากผู้บริหารระดับสูง โดยทั่วไปโครงการอนุรักษ์พลังงานจะมีการพิจารณาเป็นเรื่องๆ มากกว่าเป็นโปรแกรม

ระดับ 3

การจัดการด้านพลังงานทำอย่างจริงจังโดยผู้บริหารระดับอาวุโส และเชื่อมโยงถึงโครงสร้างการจัดการข้อมูลที่เป็นแบบแผน และมีโครงการที่เห็นชอบร่วมกันเพื่อส่งเสริมการจัดการด้านพลังงาน และการลงทุนในการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านการอนุรักษ์พลังงานพลังงาน

จุดแข็ง : เรื่องพลังงานไม่ใช่ประเด็นที่ไม่ได้รับความสำคัญอีกต่อไป แต่เป็นประเด็นที่ทั้งองค์กรให้ความสนใจ

จุดอ่อน : การจัดการด้านพลังงานยังไม่ถูกมารวมกันอย่างเต็มที่ และผู้จัดการส่วนใหญ่เข้ามาเกี่ยวข้องโดยถือเป็นหน้าที่ด้านเทคนิคมากกว่าเป็นส่วนหนึ่งของความรับผิดชอบหลัก

ระดับ 4

มีผู้แทนรับผิดชอบการใช้พลังงานอย่างชัดเจนตลอดทั้งองค์กร ผู้จัดการพลังงานใช้ช่องทางทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการในการติดต่อสื่อสาร เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ใช้พลังงาน และส่งเสริมประสิทธิภาพพลังงาน คือระบบการรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลการใช้พลังงาน มารวมเข้ากับการจัดการด้านบัญชีในการปฏิบัติงาน มีการตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบกับเป้าหมาย และคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากมาตรการการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน มีการรายงานความสำเร็จในการจัดการด้านพลังงาน และการใช้พลังงานจะถูกนำมาเชื่อมโยงกับผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

จุดแข็ง : การจัดการด้านพลังงานถูกนำมารวมเข้ากับระบบการจัดการอย่างเต็มที่

จุดอ่อน : กิจกรรมของทีมงานด้านพลังงานจะกลายเป็นการปฏิบัติงานที่มีรูปแบบเป็นขั้นเป็นตอน

จากการทำแบบประเมิน Energy Management Matrix ให้คะแนนทุกประเด็นแล้ว ให้ลากเส้นเชื่อมต่อจุดเข้าด้วยกัน และพิจารณารูปแบบของเส้นที่ได้แล้วนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะแบบเส้นต่างๆ เพื่อประเมินสถานะเบื้องต้น ดังภาพข้างล่าง ว่าใกล้เคียงแบบใดมากที่สุด ซึ่งรูปแบบที่ได้สามารถอธิบายได้ดังตารางคำอธิบายลักษณะแบบเส้นต่างๆ

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5	แบบที่ 6	แบบที่ 7

ภาพลักษณะและเส้นแบบต่างๆ เพื่อประเมินสถานะเบื้องต้นของระบบการจัดการพลังงาน

กรณีที่ประเมินนโยบาย การจัดองค์กร การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ หรือการประชาสัมพันธ์ มีคะแนนต่ำ แผนพัฒนาการสร้างระบบการจัดการพลังงาน ควรจะให้ความสนใจกับ การกำหนดนโยบาย โครงสร้าง และประชาสัมพันธ์ กรณีที่ประเมินข้อมูลข่าวสาร หรือการลงทุนมีคะแนนต่ำ แผนพัฒนาการสร้างระบบการจัดการพลังงานควรจะให้ความสนใจกับขั้นตอน การประเมินศักยภาพเทคนิคและการเงิน

ตารางคำอธิบายลักษณะแบบเส้นต่างๆ

ลักษณะเส้น	รายละเอียด	การวิเคราะห์
แบบที่ 1	ทุกประเด็นมีคะแนนสูงกว่า 3	ระบบการจัดการดีมาก เป้าหมายคือรักษาให้ยั่งยืน
แบบที่ 2	ทุกประเด็นมีคะแนนต่ำกว่า 3	เป็นอาการของภาวะนิ่งเฉย ไม่มีความก้าวหน้า
แบบที่ 3	2 ประเด็นด้านนอกมีคะแนนสูงกว่าประเด็นด้านอื่นๆ	ความคาดหวังสูง อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
แบบที่ 4	2 ประเด็นด้านนอกมีคะแนนต่ำกว่า ประเด็นด้านอื่นๆ	ความสำเร็จที่บรรลุในประเด็นที่มีคะแนนสูงเป็นการเสียเปล่า
แบบที่ 5	1 ประเด็นมีคะแนนต่ำกว่าประเด็นอื่นๆ	ประเด็นที่ล้าหลังอาจทำให้ระบบไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร
แบบที่ 6	1 ประเด็นมีคะแนนสูงกว่าประเด็นอื่นๆ	ความสำเร็จในประเด็นที่คะแนนสูงสุดจะเป็นการสูญเปล่า
แบบที่ 7	มี 2 ประเด็นหรือมากกว่าที่มีคะแนนสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ย	ยังมีความไม่สมดุลเท่าไร ยังจัดการยาก

2.2.3 การกำหนดนโยบายและประชาสัมพันธ์ด้านการอนุรักษ์พลังงาน

2.2.3.1 การกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน

ในสถานประกอบการผู้บริหารระดับสูงต้องกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อเปิดเผยต่อสาธารณชนถึงการเห็นชอบและสนับสนุนขององค์กรในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับข้อปฏิบัติเรื่องการจัดการพลังงานที่ต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงานในองค์กร สามารถจำแนกนโยบายและเป้าหมายออกได้ 4 ประเภทดังนี้

- นโยบายและเป้าหมายนามธรรม เป็นนโยบายและเป้าหมายที่ไม่กำหนดผลของการอนุรักษ์พลังงานที่วัดได้เป็นรูปธรรม เช่น โรงงานกำหนดนโยบายและเป้าหมายต้องเป็นโรงงานตัวอย่างในการอนุรักษ์พลังงานในระดับจังหวัด

- นโยบายและเป้าหมายเฉพาะ เป็นการกำหนดนโยบายและเป้าหมายการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานโดยเจาะจงกิจกรรมและเวลา เช่น มาตรการเปลี่ยนเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงโดยมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

- นโยบายและเป้าหมายสมบูรณ์ เป็นการกำหนดความสามารถของการอนุรักษ์พลังงานสูงสุด เช่น ต้องลดพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลผลิตให้เหลือเพียง 50 กิโลจูลต่อตัน ให้สำเร็จ

- นโยบายและเป้าหมายสัมพันธ์ เป็นเป้าหมายรวมของการอนุรักษ์พลังงานเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ขององค์กรในการอนุรักษ์พลังงาน เช่น ในปี 2552 ต้องประหยัดพลังงานให้ได้ 20 เปอร์เซ็นต์

การสร้างนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน

2.2.3.2 การกำหนดนโยบายเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ

นโยบายการอนุรักษ์พลังงานร่างขึ้นมาได้นั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดการลักษณะกิจกรรมการทำงานขององค์กรหรือสถานประกอบการนั้นๆ ผู้กำหนดนโยบายจะได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางมากขึ้นถ้าได้นำนโยบายนั้นไปให้โอกาสกับทุกกลุ่มช่วยกำหนดนโยบาย ซึ่งนโยบายดังกล่าวควรได้รับการตรวจสอบและแก้ไขโดยคณะกรรมการระหว่างฝ่าย และตัวแทนฝ่ายควรได้รับเชิญเพื่อนำเสนอแนะนโยบายให้พิจารณาเมื่อจัดทำขึ้นครั้งแรก และเมื่อมีการทบทวน อย่างไรก็ตามในการกำหนดนโยบายต้องให้สมเหตุสมผลในการปฏิบัติงานและควรหลีกเลี่ยงการกำหนดนโยบายที่เป็นแบบบังคับโดยไม่มีการปรึกษาหารือกันภายในองค์กร โดยมีแนวทางในการกำหนดนโยบายให้บรรลุผลสำเร็จมีดังนี้

2.2.3.3 การอนุมัตินโยบายการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อนโยบายการอนุรักษ์พลังงานได้จัดทำขึ้นมาแล้ว ต้องได้รับการอนุมัติจากองค์กรอย่างเป็นทางการ เพื่อเข้าถึงแหล่งเงินทุนและการสนับสนุนกิจการจัดการพลังงานภายในองค์กร โดยมีการประชุมอธิบายนโยบายและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย และสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างทีมงานจัดการพลังงานภายในองค์กร อีกทั้งในการประชุมควรบอกรายละเอียดของกิจกรรมทางการตลาดและการฝึกอบรมต่างๆ

2.2.3.4 การประชาสัมพันธ์ด้านการอนุรักษ์พลังงาน

การประชาสัมพันธ์ด้านการอนุรักษ์พลังงานมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการสื่อสารด้านการอนุรักษ์พลังงานทั่วทั้งองค์กร ทั้งจากระดับบริหารไปยังพนักงานเพื่อก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจ รวมทั้งกระตุ้นสร้างจิตสำนึกและเชิดชูผู้ปฏิบัติงานที่มีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นแบบอย่าง เนื้อหาที่ควรบรรจุประชาสัมพันธ์คือ แนวทางหรือวิธีการการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม วิธีการลดความสูญเสียด้านพลังงาน วิธีการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม รวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เหมาะสม อีกทั้งการลดใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น ในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์เพื่อกระตุ้นจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานมีดังนี้

- เผยแพร่ความรู้และสร้างจิตสำนึก โดยการจกกิจกรรมอนุรักษ์พลังงาน การเผยแพร่ความรู้ในรูปแบบต่างๆ เช่น โปสเตอร์ สติกเกอร์ ป้ายประกาศต่างๆ รวมถึงการส่งข้อมูลข่าวสารรูปแบบต่างๆ เช่น การประกวดความคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งการสัมมนาฝึกอบรมแก่พนักงานใหม่

- การประเมินผลและเชิดชูเกียรติ จัดทำขึ้นเพื่อเพิ่มขวัญกำลังใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยจัดคณะบุคคลที่ได้รับการยอมรับเป็นผู้ประเมิน แล้วประกาศชมเชยหรือการให้รางวัลแก่ผู้ปฏิบัติได้สำเร็จ รวมทั้งมีการประชาสัมพันธ์โครงการ

2.2.4 การประเมินศักยภาพทางเทคนิค

2.2.4.1 แนวทางการประเมินศักยภาพทางเทคนิค

การประเมินศักยภาพทางเทคนิค สามารถให้ประโยชน์การใช้งานที่จำเป็น โดยที่คุณค่าของโครงการนั้นสูงขึ้นกว่าเดิม ในการประเมินไม่ได้เป็นเพียงขั้นตอนการสำรวจว่าโครงการใดเป็นไปได้หรือไม่ได้ แต่ยังเป็นขั้นตอนที่ต้องวิเคราะห์หาข้อดี และข้อเสียของโครงการนั้นด้วย เมื่อเจอข้อเสียซึ่งเป็นอุปสรรคของความเป็นไปได้ของโครงการ ควรมีการออกความคิดและหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และต้องพิจารณาอย่างละเอียดและรอบคอบ โดยการประเมินศักยภาพทางเทคนิคควรต้องพิจารณาประเด็นดังต่อไปนี้

- ประสิทธิภาพและสมรรถนะ ของวิธีการใหม่ในการอนุรักษ์พลังงาน
- มีความเชื่อถือได้ในวิธีการปรับปรุงซึ่งให้ผลการประหยัดพลังงานตามที่ต้องการ
- สามารถซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย สามารถดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพได้ง่าย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาไม่สูง
- ใช้งานง่าย
- มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
- เงื่อนไขอื่นๆ เช่น การติดตั้งได้ง่าย วัสดุ เชื้อเพลิงหาได้ง่าย เป็นต้น

2.2.4.2 การจัดทำฐานข้อมูล

ในการจัดทำฐานข้อมูลมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านพลังงาน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ต้นทุนและการใช้พลังงาน โดยรวมข้อมูลการใช้การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานต่างๆ การจัดทำบัญชีอุปกรณ์การใช้พลังงานในระบบต่างๆ โดยมีข้อมูลประวัติอุปกรณ์ อายุการใช้งาน ขนาดหรือพิกัด และการทำสถิติการใช้งานปริมาณพลังงานที่ใช้ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ในแต่ละเดือน

2.2.4.3 การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานและนำไปปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ซึ่งในการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานมีวิธีการดังนี้

- รวบรวมเอกสารข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์
- ตรวจวัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์
- จัดทำรายงานผลการตรวจวัด
- ในกรณีที่เปลี่ยนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใหม่ ให้ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่นำมาเปลี่ยน และผลตอบแทนทางการเงิน

- การนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อทำการปรับปรุงอุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้เกิดการใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- การนำเสนอผู้บริหาร

2.2.5 การกำหนดมาตรการ และการคำนวณผลตอบแทนทางการเงิน

2.2.5.1 การกำหนดมาตรการ

การกำหนดมาตรการ และการคำนวณผลตอบแทนทางการเงินมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดมาตรการ ที่ดำเนินการประมาณการผลประโยชน์ที่จะได้รับพร้อมทั้งเงินลงทุนผลตอบแทนทางการเงิน ในการ คิดหามาตรการต่างๆ สิ่งสำคัญคือ การมีส่วนร่วมของพนักงาน เนื่องจากพนักงานระดับปฏิบัติการจะเป็น ผู้นำมาตรการไปปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ การมีส่วนร่วมโดยการระดมสมองช่วยกันคิดหามาตรการจากทุกส่วน ของโรงงาน หลังจากนั้นนำมาตรการต่างๆ ที่นำเสนอมาสรุปโดยแบ่งมาตรการอนุรักษ์พลังงานออกเป็น 3 กลุ่มตามเงินลงทุนในการประหยัดพลังงาน ได้แก่

- มาตรการที่ไม่ต้องลงทุน มาตรการแบบนี้สามารถปฏิบัติได้เลยโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ส่วนใหญ่ จะเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสม หรือเป็นการจัดให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานในสถานะที่ เหมาะสม เช่นการปรับตั้งเครื่องปรับอากาศให้ทำงานที่อุณหภูมิ 25 °C ถึง 26 °C หรือการปรับตั้งความดันใช้ งานของเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับสถานะโหลด
- มาตรการที่ลงทุนน้อย มาตรการแบบนี้เป็นการปรับปรุง หรือการบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้มี ประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การสำรวจและแก้ไขรอยรั่วในระบบอัดอากาศ การล้างทำความสะอาด อีแวปพอเรเตอร์ และคอนเด็นเซอร์ในระบบปรับอากาศ
- มาตรการที่ลงทุนสูง เป็นมาตรการที่ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ หรือกระบวนการผลิต ซึ่งต้องใช้เงิน ลงทุนสูง และต้องใช้ระยะเวลาในการคืนทุน เช่น การติดตั้งอุปกรณ์นำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ หรือการ เปลี่ยนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง

2.2.5.2 เกณฑ์การวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงิน

ในการดำเนินทุกโครงการ สิ่งที่ควรทราบเป็นสิ่งแรกคือ เกณฑ์ผลตอบแทนด้านการเงินขององค์กร เพื่อตัดสินใจลงทุนโครงการ และควรมีการพิจารณาข้อดีข้อเสียของเกณฑ์การวิเคราะห์ผลด้านการเงิน โครงการที่เหมาะสมร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการเงินภายในองค์กร

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาที่โครงการจะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาคุ้มค่ากับ ค่าใช้จ่ายที่ลงไป ซึ่งหาได้โดยการนำต้นทุนโครงการมาหารด้วยมูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้ในแต่ละปี มี หน่วยเป็นระยะเวลาที่โครงการได้รับเงินลงทุนคืนกลับมาทั้งหมด และเป็นผลตอบแทนด้านการเงินที่ คำนวณได้ง่ายที่สุด

2.2.6 การจัดทำแผนปฏิบัติการ

การจัดทำแผนเป็นวิธีการดำเนินงานของโครงการอนุรักษ์พลังงานที่ได้นำเสนอ โดยแผนนี้จะเทียบได้กับกฎเกณฑ์ของการดำเนินงาน ในขั้นตอนของการนำเสนอจะต้องมีการวางแผนการดำเนินงาน และเมื่อโครงการได้รับการอนุมัติแล้ว จำเป็นต้องต้องมีแผนอย่างละเอียด ซึ่งควรต้องครอบคลุมรายการคำนวณต่างๆ ทั้งทางด้านเทคนิคและทางต้นทุน ในโครงการอนุรักษ์พลังงานที่มีความซับซ้อนอาจต้องมีแผนงานที่ระบุถึงการทดลองและการทดสอบ การออกแบบและการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลง การทดลอง การทดสอบ และการปฏิบัติงานจริง โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

- รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบ
- ประเมินผลความเป็นไปได้ทางเทคนิค
- ประเมินเงินลงทุน, ผลประหยัดที่ได้รับ และผลตอบแทนการลงทุน
- จัดลำดับความสำคัญในการกำหนดเวลาการปฏิบัติ
- กำหนดผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ
- ประชุมปรึกษาผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างการยอมรับในการดำเนินการจริง
- แนะนำผู้บริหารเพื่อประกาศใช้อย่างเป็นทางการ
- ติดตามและประเมินผล

แผนปฏิบัติการจะต้องประกอบไปด้วยงานย่อยต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบ ระยะเวลา รวมถึงจำนวนคนที่ใช้ ดังแสดงในตัวอย่างตารางแผนปฏิบัติการด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางตัวอย่างแผนปฏิบัติการด้านการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการ	มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1. ลดหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์ในช่วงเวลากลางวันในจุดที่ไม่จำเป็น																	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน	-
2. หยุดการทำงานของมอเตอร์ระบายอากาศที่ Cooling Tower																	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน	-
3. ลดการสูญเสียความร้อนจาก Heater ของเครื่องฉีดพลาสติก																	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน	-
4. หุ้มฉนวนท่อน้ำเย็น																	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน	-
5. ปรับปรุง ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ให้ได้มาตรฐาน (0.85 Lagging)																	ทีมงานอนุรักษ์พลังงาน	-

2.2.7 การดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ

การนำแผนไปปฏิบัติมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บุคลากรในองค์กร นำแผนงานไปปฏิบัติให้เป็นไปตามแผนงาน และเกิดผลประโยชน์อย่างแท้จริงหลังจากได้มีการวางแผน และประเมินศักยภาพแล้ว ซึ่งในระหว่างการดำเนินการจะต้องติดตามความก้าวหน้า ปัญหาอุปสรรคและเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลสำเร็จกับแผนงาน รวมถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการ โดยเฉพาะผลกระทบจากการประกอบธุรกิจในการผลิตสินค้าหรือให้บริการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- การกำหนดผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติงาน
- จัดทำผลการดำเนินการ และผลประหยัดในการดำเนินการ
- วิเคราะห์หาวิธีแก้ไขปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินการ

ในการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการอีกอย่างหนึ่งจะต้องคำนึงถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่งความตื่นตัวในการรักษาสภาพแวดล้อม ได้เอื้ออำนวยให้มีการผลิตสินค้าใหม่ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มุ่งรักษาสภาพแวดล้อม นอกจากนี้อุตสาหกรรมบริการได้รับประโยชน์จากความตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อมเช่นกัน มาตรการต่างๆ เช่น การจัดการของเสีย, การจัดการด้านโครงสร้างพื้นฐาน, การควบคุมมลพิษ ตลอดจนการทดสอบด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมมีส่วนช่วยให้ผลประกอบการของบริษัทดีขึ้น นอกจากนี้การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฟุ่มเฟือยไม่เพียงแต่จะช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อม แต่ยังมีส่วนลดต้นทุนของกิจการ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความสามารถทำกำไรของกิจการ

2.2.8 การทบทวนผลการดำเนินการ

การทบทวนผลการจัดการพลังงานมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการยังคงมีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และมีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีขั้นตอนที่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต้องพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดไว้

- ผลการดำเนินการของระบบการจัดการพลังงานทั้งหมด
- ผลสำเร็จของมาตรการต่างๆ ทั้งเชิงเทคนิควิศวกรรม และเชิงบุคลากร
- ปัญหาภายในและภายนอก เช่นการเปลี่ยนโครงสร้างขององค์กร แนวทางการดำเนินการด้านพลังงานที่มีอยู่ในองค์กร ข้อปฏิบัติและการดำเนินการที่ดีกว่า ซึ่งองค์กรหรือหน่วยงานอื่นได้จัดทำเอาไว้ การแก้ไขตามข้อกำหนดของกฎหมาย การนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ การพัฒนาฝึกอบรมบุคลากร หรือการมีส่วนช่วยเหลือสนับสนุนสังคมหรือภาครัฐ
- ระบบการตรวจสอบ หรือตรวจประเมินเพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการพลังงานที่มีอยู่จะถูกใช้ต่อไปโดยมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมจะประสบผลสำเร็จได้นั้นจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายในสถานประกอบการ โดยเฉพาะฝ่ายผู้บริหารจะต้องมีความกระตือรือร้นที่จะอนุรักษ์พลังงาน และฝ่ายปฏิบัติการหรือพนักงานทั่วไปจะต้องตอบสนองที่จะดำเนินการเช่นกัน ซึ่งในการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมจะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและเป็นประจำ โดยสามารถพัฒนาระบบการอนุรักษ์พลังงานในเชิงลึกต่อไป อีกทั้งต้องคำนึงถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปด้วย เพื่อให้การดำเนินการมีประสิทธิภาพสูงที่สุดและยั่งยืนต่อไป

บทที่ 3

การจัดการมาตรการด้านไฟฟ้า

การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ และควบคุมการใช้
เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและส่งผลให้การใช้พลังงาน
เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด อันเป็นการเพิ่มกำไรโดยตรงให้แก่สถานประกอบการ ดังนั้นผู้บริหาร
หรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานควรมีการวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการเสียก่อน ซึ่ง
การจัดการมาตรการด้านไฟฟ้าได้แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 มาตรการด้านไฟฟ้าในส่วนที่ไม่มีการลงทุน และมีการลงทุน

ประเภท	มาตรการ	มาตรการ ที่ไม่มีการ ลงทุน	มาตรการ ที่มีการ ลงทุน
มาตรการด้านไฟฟ้า			
1. ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า	1.1 การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 1.2 การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า 1.3 การปรับลดแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า 1.4 การเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสม 1.5 การยุบรวมโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า 1.6 การปลดโหลดด้านแรงสูงของหม้อแปลงในช่วงที่ไม่ได้ใช้ งาน 1.7 การปรับกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสให้สมดุล 1.8 การเลือกขนาดหม้อแปลงให้เหมาะสมกับการะโหลด	✓ ✓ ✓ ✓	 ✓ ✓ ✓ ✓
2. ระบบแสงสว่าง	2.1 การใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูงพร้อมแผ่นสะท้อนแสง 2.2 การใช้สวิตช์กระตุกควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ 2.3 การใช้สวิตช์แสงควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ 2.4 การใช้แสงธรรมชาติช่วยให้ความสว่างแทนการใช้หลอดไฟ 2.5 การปิดหลอดไฟในบริเวณพื้นที่ที่ไม่จำเป็นหรือไม่ได้ใช้งาน 2.6 การลดจำนวนหลอดไฟในระบบแสงสว่าง 2.7 การเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน 2.8 การเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์ประหยัดพลังงาน 2.9 การแขวงจอร์สวิตช์ควบคุมหลอดไฟ	 ✓ ✓ 	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓

ตารางที่ 3.1 มาตรการด้านไฟฟ้าในส่วนที่ไม่มีการลงทุน และมีการลงทุน (ต่อ)

ประเภท	มาตรการ	มาตรการ ที่ไม่มีการ ลงทุน	มาตรการ ที่มีการ ลงทุน
3. ระบบอัดอากาศ	3.1 การบริหารการเดินเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับโหลด 3.2 การปรับลดแรงดันอากาศอัดให้เหมาะสมกับการใช้งาน 3.3 การลดการใช้งานอากาศอัดที่ไม่เหมาะสม 3.4 การลดการรั่วไหลของอากาศอัด 3.5 การลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ 3.6 การใช้ถังเก็บอากาศอัดที่มีขนาดเหมาะสม 3.7 การเพิ่มขนาดท่อเมนระบบส่งจ่ายอากาศอัด 3.8 การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	✓ ✓ ✓	 ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
4. ระบบฮีตเตอร์ไฟฟ้า	4.1 การปรับปรุงระบบฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน 4.2 การลดช่วงเวลาการทำงานของฮีตเตอร์ 4.3 การปรับปรุงการทำงานของอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ 4.4 การปรับลดอุณหภูมิของฮีตเตอร์ในช่วงเวลาไม่ได้ใช้งาน 4.5 การทำความร้อนด้วยเชื้อเพลิงชนิดอื่นแทนฮีตเตอร์	 ✓ ✓ ✓ ✱	✓
5. ระบบปรับอากาศ/ ทำความเย็น	5.1 การบำรุงรักษาทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ/ทำความเย็น 5.2 การปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร 5.3 การปรับเพิ่มอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศ 5.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ 5.5 การลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็น 5.6 การลดการรั่วไหลของอากาศเย็น/ป้องกันอากาศร้อนเข้าสู่ห้องปรับอากาศ 5.7 การลดภาระโหลดของเครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็น 5.8 การใช้เทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ 5.9 การบริหารการใช้งานห้องเย็นให้มีประสิทธิภาพ 5.10 การใช้เครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็นประสิทธิภาพสูง	✱ ✓ ✓ ✓ ✱ ✓ ✓	 ✓ ✓ ✓

หมายเหตุ ✱ หมายถึง สถานประกอบการอาจมีการลงทุนซื้อเครื่องมืออุปกรณ์หรือว่าจ้างบริษัทภายนอกเข้ามาดำเนินการ

ตารางที่ 3.1 มาตรการด้านไฟฟ้าในส่วนที่ไม่มีการลงทุน และมีการลงทุน (ต่อ)

ประเภท	มาตรการ	มาตรการ ที่ไม่มีการ ลงทุน	มาตรการ ที่มีการ ลงทุน
6. ระบบผลิตน้ำเย็น/ น้ำแข็ง	6.1 การปรับปรุงอุณหภูมิการผลิตน้ำเย็น	✓	
	6.2 การนำน้ำเย็นที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์		✓
	6.3 การลดการใช้งานพัดลม Cooling Tower	✓	
	6.4 การล้างทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ / Cooling Tower	✱	
	6.5 การปรับปรุงระบบजनของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง		✓
	6.6 การลดภาระโหลดของเครื่องผลิตน้ำเย็น/น้ำแข็ง		✓
	6.7 การบริหารการเดินเครื่องผลิตน้ำเย็นให้เหมาะสม		✓
	6.8 การลดการสูญเสียของน้ำเย็น/น้ำแข็ง		✓
7. มอเตอร์และปั๊ม	7.1 การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหมาะสม		✓
	7.2 การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง		✓
	7.3 การบำรุงรักษามอเตอร์อย่างสม่ำเสมอ		✓
	7.4 การปรับความตึงสายพานของเครื่องจักร	✓	
	7.5 การลดการทำงานของมอเตอร์/หลีกเลี่ยงการเดินเครื่องตัวเปล่า	✓	
	7.6 การเลือกใช้มอเตอร์/เครื่องจักรให้เหมาะสมกับภาระโหลด		✓
	7.7 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เหมาะสม		✓
	7.8 การลดการทำงานของปั๊มโดยการประหยัดน้ำ	✓	
8. เครื่องจักรและอุปกรณ์ อื่นๆ	8.1 การจัดการหรือปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสม	✓	
	8.2 การลดของเสียในกระบวนการผลิต		✓
	8.3 การปิดหน้าจอหรือเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ได้ใช้งาน	✓	
	8.4 การปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อไม่ได้ใช้งาน/ยกเลิกในส่วนที่ไม่จำเป็น	✓	
	8.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพ/เลือกเดินเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง		✓

หมายเหตุ ✱ หมายถึง สถานประกอบการอาจจะมีการลงทุนซื้อเครื่องมืออุปกรณ์หรือว่าจ้างบริษัทภายนอกเข้ามาดำเนินการ

3.1 ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า

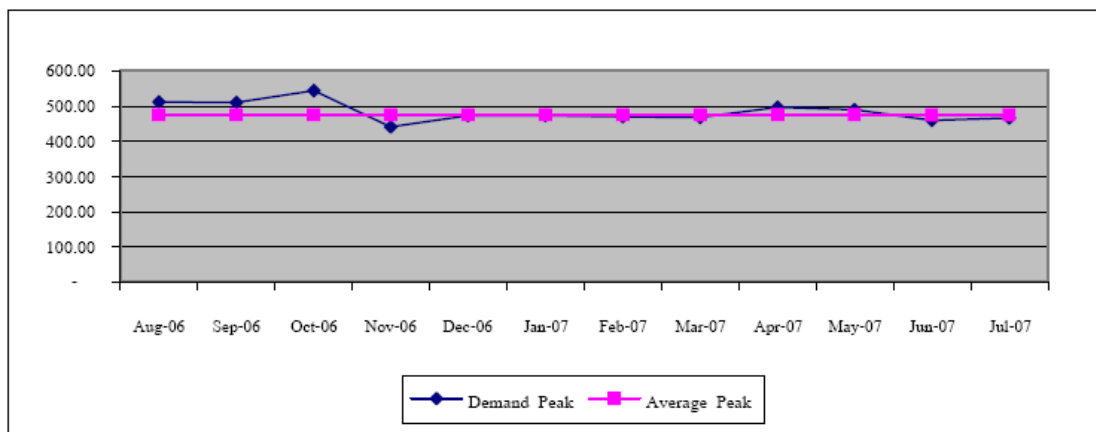
3.1.1 การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าตามอัตรา ตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าได้ เพื่อลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดลงหากมีการควบคุมการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าอันเนื่องมาจากโดยที่ยังคงทำงานในปริมาณเท่าเดิม ทั้งนี้อาจทำได้โดยการย้ายกิจกรรมที่ต้องใช้ไฟฟ้าบางอย่างไปทำในช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยคือช่วงหลังเวลา 22.00 น. ถึง เวลา 09.00น.

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

ปัจจุบันพบว่า การ Start มอเตอร์ นั้นไม่สามารถควบคุมเวลาการทำงานที่ชัดเจนได้ เนื่องจากมีปริมาณการสั่งซื้อมากจำเป็นต้องผลิตให้ทันเพื่อส่งออก แต่หากมีการควบคุมการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าอันเนื่องมาจาก Demand Charge ได้

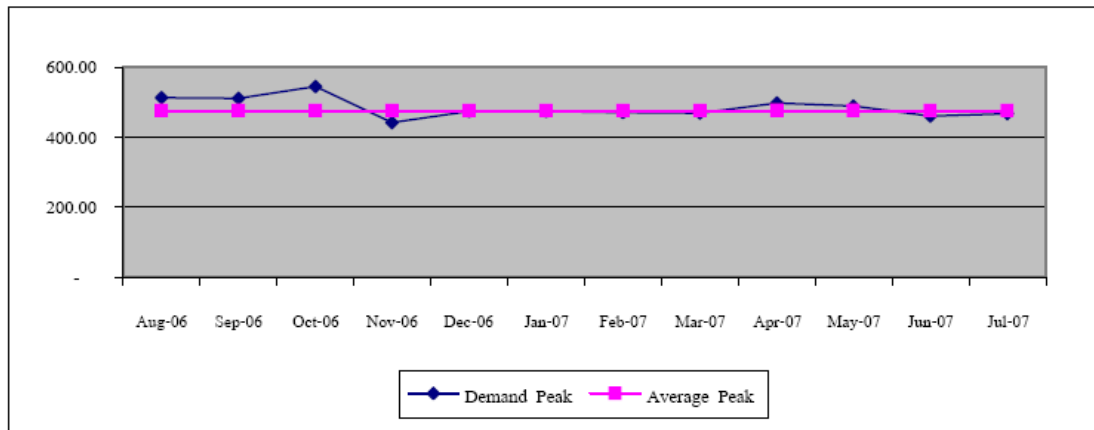


ภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากปัญหาดังกล่าวจึงควร Start มอเตอร์ครั้งแรกของการเริ่มผลิต ไปเป็นช่วงหลังเวลา 22.00 น. เนื่องจากในการ Start มอเตอร์นั้นจะใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าในรอบการทำงานปกติ ของตัวมอเตอร์เองซึ่งจะทำให้ช่วยลดค่าไฟฟ้าอันเนื่องมาจากอันเนื่องมาจาก Demand Charge ได้ เนื่องจากในช่วงเวลา 22.00 น. ถึง เวลา 09.00น. จะไม่คิดค่าไฟฟ้าอันเนื่องมาจาก Demand Charge

ย้ายช่วงเวลาของการเดินเครื่องจักร ไปเป็นช่วงเวลาหลัง 22.00 น.



ภาพหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

เงินลงทุนทั้งหมด

ไม่มีเงินลงทุน

ความต้องการกำลังไฟฟ้าที่ลดลง

- kW

พลังงานที่ประหยัดได้

- kWh/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้

10,149.21 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน

คืนทุนทันทีที่ดำเนินการ

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ศักยภาพในการประหยัดจะมีในเดือนที่มีค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) สูงกว่าเดือนที่มี Load Factor สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าเดือนดังกล่าว

ประหยัดกำลังไฟฟ้า = Peak Demand - (Peak Demand) $_{LF\text{สูงสุด}}$ kW

ตารางค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงสูงสุด

Load Factor สูงสุดในรอบ 12 เดือนอยู่ที่เดือน	เม.ย. 50
Load Factor* มีค่าเป็น	75.80
ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด*, kW	496.80
ใช้พลังงานไฟฟ้า, kWh	272,436.00

(*สำหรับกรณีจ่ายค่าไฟฟ้าแบบ TOU rate จะใช้ Peak ที่ ON PEAK และ Load Factor ที่คำนวณโดยใช้ Peak ที่ ON PEAK เป็นฐาน)

ตารางค่าการใช้พลังงานงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน

Month	Load Factor %	ON Peak Demand (kW)	Electrical Energy Consumption (kWh)	Max.Demand Saving (kW)
ส.ค. 49	26.12	511.95	99,480.00	15.15
ก.ย. 49	11.91	510.00	43,740.00	13.20
ต.ค. 49	35.64	544.80	151,452.00	48.00
พ.ย. 49	33.91	441.96	112,224.00	0.00
ธ.ค. 49	46.01	474.00	162,252.00	0.00
ม.ค. 50	46.01	474.00	162,252.00	0.00
ก.พ. 50	67.55	470.40	224,436.00	0.00
มี.ค. 50	51.71	468.00	185,124.00	0.00
เม.ย. 50	75.80	496.80	272,436.00	0.00
พ.ค. 50	47.98	489.60	174,756.00	0.00
มิ.ย. 50	25.50	460.28	93,420.00	0.00
ก.ค. 50	53.46	466.80	186,636.00	0.00
Total	-	-	1,868,208.00	0.00
Average	43.47	475.13	155,684.00	0.00
ศักยภาพการประหยัดรวม, kW				76.35
Demand Charge, บาท/kW				132.93
ประหยัดเป็นเงิน, บาท/ปี				10,149.21

ประหยัด = ($\sum$ kW saving) x (Demand Charge) บาท/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้รวม 10,149.21 บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

เงินลงทุน

- บาท

ผลที่ประหยัดได้

- kWh/ปี

- toe/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้

10,149.21 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน

คืนทุนทันที

3.1.2 การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

บริษัทมีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และ Heater ไฟฟ้า จำนวนมากในบริเวณสายผลิต คือการใช้กับเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งมีการใช้งานตลอดเวลา จึงทำให้ภาระโหลดไม่สม่ำเสมอ ทำให้ต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 Lagging) ซึ่งทางบริษัทมี Capacitor bank เป็นตัวชดเชยให้ทั้งหมด 9 ตัวๆ ละ 40 kVA แต่การใช้งานนั้นมีค่า เพาเวอร์แฟคเตอร์ไม่ถึงมาตรฐานคือ 0.85 Lagging ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแก้ไขตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งเป็นตัวประกอบสำคัญตัวหนึ่งที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพหรือคุณภาพของการจ่ายไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ มีผลทำให้ระบบการจ่ายไฟฟ้ามีคุณภาพต่ำไปด้วย จึงจำเป็นต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์ จำหน่ายไฟฟ้าให้สูงขึ้น เพื่อให้สามารถรับปริมาณพลังงานไฟฟ้า ส่วนที่ไม่จำเป็นหรือที่เรียกกันว่า พลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ ซึ่งไม่มีผลดีต่อประเทศชาติโดยรวม นอกจากนั้นยังต้องปรับปรุงคุณภาพการจ่ายไฟฟ้าให้มีแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำลงด้วย ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องปรับปรุง power factor ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้สูงขึ้น ทำให้บริษัทได้รับผลประโยชน์ไฟฟ้าที่สูงขึ้นตามไปด้วยอีกทั้งยังเป็นการช่วยชาติประหยัดพลังงานได้ในที่สุด



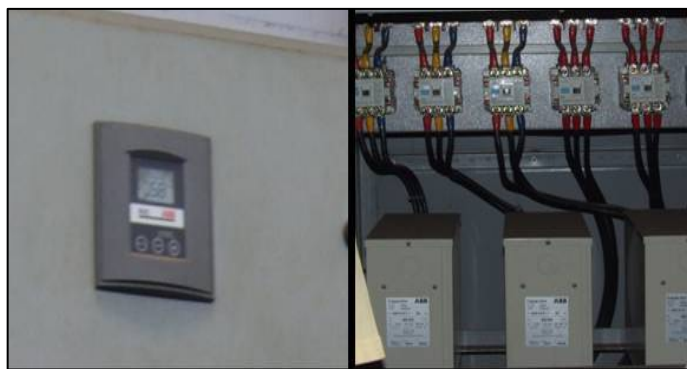
ภาพตู้ควบคุมไฟฟ้าที่แสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

บริษัทมีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และ Heater ไฟฟ้า จำนวนมากในบริเวณสายผลิต คือการใช้กับเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งมีการใช้งานตลอดเวลา จึงทำให้ภาระโหลดไม่สม่ำเสมอ ทำให้ต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 Lagging คิดเป็นประมาณ 2,000 บาทต่อเดือน) จากการใช้งานดังกล่าวทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดที่ทำการตรวจสอบ พบว่ามี Capacitor bank เสียจำนวน 5 ตัวๆ ละ 40 kVA ดังนั้นเพื่อปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้ได้มาตรฐานคือ 0.85 Lagging จึงจำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ใช้งานไม่ได้ และควรเพิ่มการติดตั้งอีก 2 ตัว เพื่อลดการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากการใช้โหลดที่มีความต้องการที่ไม่คงที่ จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง โดยดำเนินการควบคุมไปกับการตรวจวัดค่าพลังงานเพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ



ภาพแสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์และ Capacitor bank ก่อนปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น ทางทีมงานจึงได้ทำการเปลี่ยน Capacitor bank เสียจำนวน 5 ตัวๆ ละ 40 kVA ดังนั้นเพื่อปรับปรุงแก้ไข Capacitor bank ในจุดที่เสียจำนวน 5 ตัว และติดตั้งเพิ่มเติมอีก 2 ตัวๆ ละ 40 kVA เพื่อให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้ได้มาตรฐานคือ 0.85 Lagging ในการแก้ไขนี้ต้องซื้อ Capacitor bank ใหม่ทั้งหมด 7 ตัวๆ ละ 7,000 บาท จึงทำให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้มาตรฐานอยู่ที่ 0.93 Lagging



ภาพแสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ และ Capacitor bank หลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

หลังปรับปรุง Capacitor bank ที่เสียจำนวน 5 ตัวๆ ละ 40 kVA และติดตั้งเพิ่มเติมอีก 2 ตัวๆ ละ 40 kVA เพื่อให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้ได้มาตรฐานคือ 0.85 Lagging ในการแก้ไขนี้ต้องซื้อ Capacitor bank ใหม่ทั้งหมด 7 ตัวๆ ละ 7,000 บาท คิดชั่วโมงทำงานเฉลี่ยก่อนดำเนินการ 24 ชม./วัน จากการใช้งานเดิน ทางบริษัทต้องเสียค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์เฉลี่ยเดือนละ 1,900 บาท (380 kVA)

คิดเป็นเงินทั้งปี	= 12 x 1,900	
	= 22,800	บาท/ปี หรือเทียบเท่า
สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปได้	= 22,800 / 3.10	kWh/ปี
	= 7,354.8	kWh/ปี
	= 0.63	toe/ปี
ค่าไฟฟ้า 1 kWh = 3.10 บาท	= 7,354.8 * 3.10	
ประมาณการประหยัดพลังงาน	= 22,800	บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	
เงินลงทุน	49,000	บาท
ผลที่ประหยัดได้	7,354.8	kWh/ปี
	0.63	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	22,800	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	2.15	ปี

3.1.3 การปรับลดแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานอุตสาหกรรมฟอกหนัง โดยมีผลผลิตหลักคือหนังฟอก ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้ากำลัง สำหรับจ่ายไฟให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ในกระบวนการผลิตภายในโรงงาน จากผลการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าต้นทางของหม้อแปลงเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 415 โวลต์ ซึ่งสูงมาก



ภาพลักษณะการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการตรวจวัดระดับแรงดันที่หม้อแปลงไฟฟ้า พบว่าจะได้ระดับแรงดันเฉลี่ยอยู่ที่ 415 V ซึ่งจะเห็นระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต้นทางของหม้อแปลงลูกนี้ จะมีค่าที่สูงมากและจากการตรวจวัดระดับแรงดันที่ปลายทางสุดในโรงงาน จะได้ระดับแรงดันอยู่ที่ 407 V ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับที่โหลดต้องการมาก เนื่องจากโหลดในระบบไฟฟ้า 3 เฟส จะต้องการระดับแรงดันที่ 380 V ซึ่งจะทำให้โหลดของหม้อแปลงใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าปกติ เนื่องจากระดับแรงดันที่สูงกว่าที่ต้องการ (ยกเว้นโหลดที่เป็น Induction Motor จะไม่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับแรงดัน)



ภาพตำแหน่งการปรับแทปแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้า

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

สามารถปรับปรุงระดับแรงดันได้โดยการเปลี่ยนแทปที่เมนหม้อแปลง เพื่อให้มีระดับแรงดันที่ต้นทางลดลง ก็จะทำให้ระดับแรงดันที่ปลายทางลดลงตามไปด้วย ข้อมูลจาก Name Plate ของ หม้อแปลงไฟฟ้าที่ ติดตั้ง จะมีระดับแทป ดังนี้

	แรงสูง	แรงต่ำ
- TAP 1	24,000 V	416/240 V
- TAP 2	23,400 V	406/230 V
- TAP 3	22,800 V	396/220 V
- TAP 4	22,200 V	386/210 V
- TAP 5	21,600 V	376/200 V

จากการตรวจสอบ พบว่าหม้อแปลงไฟฟ้าติดตั้งตำแหน่งแทปที่ 1 (TAP 1) ซึ่งการดำเนินการเปลี่ยนแทปหม้อแปลงจาก 24,000 V เป็น 23,400 V (TAP 1 เป็น TAP 2) ก็จะทำให้ระดับแรงดัน ที่ทางด้านแรงต่ำ ลดลงจาก 416 V เป็น 406 V หรือลดลง 10 V

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากดำเนินการปรับปรุงระดับแรงดันให้เหมาะสมกับการใช้งาน ทำให้ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าดีขึ้นและไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางการคำนวณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า

รายการ	หน่วย	TR.
พิกัด	kVA	500
Core Loss ที่พิกัด	kW	1.15
แรงดันที่ต้นทาง (เดิม)	V	415
แรงดันที่ปลายทาง (เดิม)	V	407
กำลังไฟฟ้าของโหลดทั้งหมดยกเว้น Induction Motor	kW	24.5
อิมพีแดนซ์ของโหลด	Ohm	7.030
แรงดันที่จะลดลงที่ต้นทาง	V	10
แรงดันที่ต้นทาง (ใหม่)	V	405
แรงดันที่ปลายทาง (ใหม่)	V	397
Core Loss หลังลดแรงดัน	kW	1.10
Core Loss ที่ลดลงหลังลดแรงดัน	kW	0.05
กำลังไฟฟ้าของโหลดหลังลดแรงดัน	kW	23.33
กำลังไฟฟ้าของโหลดที่ลดลงหลังลดแรงดัน	kW	1.17
กำลังไฟฟ้ายรวมที่ประหยัดได้	kW	1.22
การใช้งานหม้อแปลง	ชั่วโมง/ปี	8,760
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	kWh/ปี	10,687.2
อัตราค่าไฟฟ้า	บาท/หน่วย	3.59
เงินที่ประหยัดได้	บาท/ปี	38,367.05
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	MJ/ปี	38,473.92
	ktoe/ปี	0.91048
เงินลงทุน	บาท	3,000.00
ระยะเวลาคืนทุน	ปี	0.9107

หมายเหตุ กำลังไฟฟ้าของโหลดยกเว้น Induction Motor คิดที่ 30 % ของกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจากการตรวจวัดต่อเนื่องของเมนหม้อแปลง

จากตารางการคำนวณผลการประหยัด แสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

จากสูตร	$\text{Core Loss}_{\text{จริง}}$	=	$\text{Core Loss}_{\text{พิกัด}} \times (V_2/V_1)^2$
	V_1 คือ		ระดับแรงดันต้นทางเดิม (415 V)
	V_2 คือ		ระดับแรงดันต้นทางหลังลดแรงดัน (405 V)
	$\text{Core Loss}_{\text{พิกัด}}$		เท่ากับ 1.15 kW
	$\text{Core Loss}_{\text{จริง}}$	=	$1.15 \times (405/415)^2$
		=	1.10 kW
Core Loss ที่ประหยัดได้		=	$1.15 - 1.10$
		=	0.05 kW
จากสูตร	P_1	=	E_1^2 / Z
	P_1 คือ		กำลังไฟฟ้าเดิมของโหลดทั้งหมดไม่รวม Induction Motor (24.5 kW) (คิดที่ 30% ของกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่หม้อแปลงใช้จ่ายโหลด)
	E_1 คือ		แรงดันที่ต้นทางเดิม (415 V)
	Z คือ		อิมพีแดนซ์ของโหลด
จะได้	Z	=	$415^2 / (24.5 \times 1000)$
		=	7.030 Ω
จากสูตร	P_2	=	E_2^2 / Z
	P_2 คือ		กำลังไฟฟ้าใหม่ของโหลดหลังลดแรงดัน
	E_2 คือ		แรงดันที่ต้นทางหลังลดแรงดัน (405V)
	Z คือ		อิมพีแดนซ์ของโหลด (7.030 Ω ไม่เปลี่ยนแปลง)
จะได้	P_2	=	$405^2 / 7.030$
		=	23.33 kW
กำลังไฟฟ้าของโหลดที่ประหยัดได้		=	$24.5 - 23.33$
		=	1.17 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้		=	$(0.05+1.17) \times 24 \text{ ชม./วัน} \times 365 \text{ วัน/ปี}$
		=	10,687.2 kWh/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้		=	$10,687.2 \times 3.59 \text{ บาท/ปี}$
		=	38,367.05 บาท/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน		=	38,473.92 MJ/ปี
		=	0.9107 toe/ปี

การลงทุน

ค่าแรงในการว่าจ้างการไฟฟ้าฯ หรือบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่ายหม้อแปลงไฟฟ้า มาดำเนินการเปลี่ยนแทปที่
เมนหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นเงินประมาณ 3,000.00 บาทต่อหม้อแปลงหนึ่งลูก

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการ
ช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับลดแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า	
เงินลงทุน	3,000.0	บาท
ผลที่ประหยัดได้	10,687.2	kWh/ปี
	0.9107	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	38,367.05	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.08	ปี

3.1.4 การเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ปัจจุบันโรงงานเสียค่าไฟฟ้าในอัตราปกติ โดยเสียค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด 196.26 บาทต่อกิโลวัตต์ ค่าพลังงานไฟฟ้า 1.7034 บาทต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ในอัตราค่าที่ ตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวัน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

โรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตอยู่ในช่วงเวลา Off Peak ในอัตราค่าไฟฟ้าแบบตามช่วงเวลาการใช้ TOU



ภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าไปเป็นแบบ TOU (Time of use) ซึ่งคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงานของโรงงาน

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้นโรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ ดังนี้



ภาพหลังการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางข้อมูลเวลาในการทำงาน

เดือน	วันทำงานที่เป็นวัน จันทร์-ศุกร์(วัน)	วันทำงานที่เป็นวัน เสาร์-อาทิตย์(วัน)	วันหยุด
มค -50	17	8	6
กพ - 50	16	8	4
มีค -50	18	9	4
เมษ -50	14	9	7
พค. -50	18	8	5
มิย - 50	17	9	4
กค. - 50	18	9	4
สค - 50	19	8	4
กย - 50	16	10	4
ตค - 50	19	8	4
พย - 50	18	8	4
ธค - 50	16	9	6
รวม	206	103	56

การคำนวณ

อัตราตามช่วงเวลาการใช้งาน TOU

ตารางข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ข้อมูล	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
ช่วงเวลาดำเนินงาน On peak	hrp1	Audit Data	6	ชั่วโมง/วัน
ช่วงเวลาดำเนินงาน Off peak	hrop1	Audit Data	3	ชั่วโมง/วัน
ชั่วโมงการทำงานในวันเสาร์ อาทิตย์	hr	Audit Data	11	ชั่วโมง/วัน
กำลังไฟฟ้าที่ใช้เวลาทำงาน	Pon	Audit Data	186.23	kW
กำลังไฟฟ้าที่ใช้เวลาไม่ทำงาน	Poff	Audit Data	3.52	kW
วันทำงานที่เป็นวัน จันทร์-ศุกร์	Dp	Audit Data	206	วัน
วันทำงานที่เป็นวันเสาร์-อาทิตย์	Dop	ตารางข้างบน	103	วัน
วันหยุด	HL	ตารางข้างบน	56	วัน
ค่าไฟฟ้า ช่วง On Peak	Bon	Audit Data	2.6950	บาท/kWh
ค่าไฟฟ้า ช่วง Off Peak และ Holiday	Boff	Audit Data	1.1914	บาท/kWh
ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด	Bp	Audit Data	132.93	บาท/kW

อัตรา TOU

ตารางการคำนวณอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตรา TOU

ข้อมูล	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงานไฟฟ้าช่วง Peak	Ep1	$(Dp \times hrp1 \times Pon) + \{Poff \times [(13 - hrp1) \times Dp + 13 \times HL]\}$	237,818.68	kWh/y
พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak	Ep2	$(Dp \times hrop1 \times Pon) + \{Poff \times [(11 - hrop1) \times Dp + 11 \times HL]\}$	123,059.42	kWh/y
พลังงานไฟฟ้าช่วง Holiday	Ep3	$(Dop \times hr \times Pon) + Poff \times (24 - hr) \times Dop$	215,711.87	kWh/y
รวมพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด	Ep	$Ep1 + Ep2 + Ep3$	576,589.97	kWh/y
เป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้า	B1	$(Ep1 \times Bon) + (Ep2 + Ep3) \times Boff$	1,011,293.66	บาท/ปี
ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด	B2	$Bp \times Pon \times 12$	297,066.65	บาท/ปี
รวมค่าไฟฟ้า	B(TOU)	$B1 + B2$	1,308,360.31	บาท/ปี

อัตราปกติ

ตารางการคำนวณอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตราปกติ

ข้อมูล	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
ค่าพลังงานไฟฟ้า	Ec	Audit Data	1.7304	บาท/kWh
ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด	Dc	Audit Data	196.26	บาท/kW
พลังงานไฟฟ้า	Epn	Ep	576,589.97	kWh/y
ค่าพลังงานไฟฟ้า	Bc	$Epn \times Ec$	997,731.28	บาท/ปี
ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า	Bpeak	$Dc \times Pon \times 12$	438,594.00	บาท/ปี
รวม	B(NOR)	$Bc + Bpeak$	1,436,325.28	บาท/ปี

การคิดผลประหยัด

ตารางการคิดผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ข้อมูล	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
ผลประหยัด	Bsave	$B(NOR) - B(TOU)$	127,964.97	บาท/ปี
รวม Vat 7 %	Bsave2	$Bsave \times 1.07$	136,922.52	บาท/ปี
เงินลงทุน	Inv	ค่าดำเนินการ	20,000.00	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	-	$Inv/Bsave2$	0.15	ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การเปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสม

เงินลงทุน	20,000.00	บาท
เงินที่ประหยัดได้	127,964.97	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.16	ปี

3.1.5 การยวบรวมโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารา (ไม้บอร์คฟิงเกอร์จอยส์) โดยมีวัตถุดิบเป็นไม้ยางพารา แปรรูปอบแห้ง มีการใช้เครื่องจักรหลายประเภท เช่น เครื่องไส เครื่องอัดประสาน เครื่องฟิงเกอร์จอยส์ โต๊ะตัด เครื่องดูดฝุ่น เครื่องขัดกระดาษทราย และเครื่องอัดอากาศ มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 234 kW และใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 40,384 kWh/เดือนหรือ 484,608 kWh/ปี เป็นเงิน 1,795,890.86 บาท/ปี อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.72 บาท/kWh



ภาพหม้อแปลงจำนวน 2 ชุด ที่ใช้งาน

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพบว่า โรงงานมีหม้อแปลงจำนวน 2 ชุด ชุดละ 400 kVA ภาระสูงสุดของหม้อแปลง 292 kVA ซึ่งสามารถใช้หม้อแปลงเพียง ชุดเดียวได้ สาเหตุที่โรงงานมีการติดตั้งหม้อแปลงขนาดใหญ่เกินไปก็เนื่องมาจาก ในอดีต โรงงานมีการอบไม้ด้วยเตาในปัจจุบันไม่มีการอบแล้ว ประกอบกับ โรงงานมีแนวคิด รวมภาระหม้อแปลงแล้วเนื่องจาก Main Circuit Breaker ของหม้อแปลงชำรุด 1 ชุด จึงต้องการรวมเข้าด้วยกัน



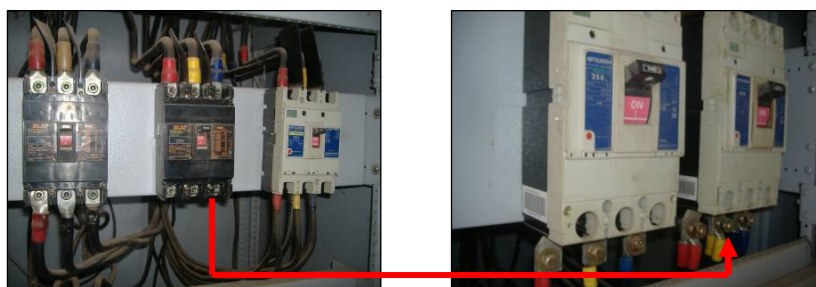
ภาพลักษณะการติดตั้งหม้อแปลง 2 ชุด

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำการรวมภาระของหม้อแปลงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เข้าด้วยกันทางด้านแรงต่ำ ซึ่งมีเฉพาะสำนักงานที่ใช้ หม้อแปลงชุดที่ 1 แล้วใช้เฉพาะหม้อแปลงชุดที่ 2 เบื้องต้นทำการปลดฟิวส์ทางด้านแรงสูงของหม้อแปลงชุดที่ 1 ออกก่อน ในอนาคตโรงงานมีแนวคิดย้ายหม้อแปลงไปใช้กับโรงงานอื่น

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยการรวมภาระหม้อแปลง สามารถประเมินเป็นผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 8,760 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 32,587.20 บาท/ปี



ภาพแสดงการย้ายโหลดของหม้อแปลง ชุดที่ 1

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ชั่วโมงการใช้งานของหม้อแปลงตลอดปี	=	8,760	ชม./ปี
กำลังสูญเสียขณะ No Load	=	1	kW
คิดเป็นพลังงานสูญเสียของหม้อแปลง	=	1 x 8,760	
	=	8,760	kWh / ปี
ดังนั้น กำลังไฟฟ้าที่ลดได้	=	8,760	kWh / ปี
	=	$8,760 \times 85.21 \times 10^{-6}$	
	=	0.75	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	8,760 x 3.72	
	=	32,587.20	บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การยุบรวมโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	8,760	kWh/ปี
	0.75	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	32,587.20	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.1.6 การปลดโหลดด้านแรงสูงของหม้อแปลงในช่วงที่ไม่ได้ใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ปัจจุบันทางโรงงานมีการผลิตเฉลี่ยปีละ 5 เดือน ส่วนอีก 7 เดือนจะไม่มีการผลิต แต่ยังคงต้องเสียค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไปกับ Core Loss ของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยที่ไม่มีการใช้งาน ดังนั้น ทางโรงงานควรมีการปลดภาระการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าในช่วงที่ไม่มีการผลิต เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลงได้

ตารางผลิตภัณฑ์ที่อบในแต่ละเดือน

เดือน	ผลิตภัณฑ์ที่อบ
มกราคม	-
กุมภาพันธ์	-
มีนาคม	ใบยาสูบ
เมษายน	ใบยาสูบ
พฤษภาคม	-
มิถุนายน	-
กรกฎาคม	-
สิงหาคม	ลำไย
กันยายน	ลำไย
ตุลาคม	ลำไย
พฤศจิกายน	-
ธันวาคม	-

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในโรงงานของทีมงานอนุรักษ์พลังงาน พบว่า ทางโรงงานมีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 250 kVA จำนวน 1 ลูก และยังพบว่าในช่วงที่ไม่มีการผลิตทางโรงงานไม่มีความต้องการใช้ไฟฟ้า จึงสามารถทำการปลดภาระการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก Core Loss ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการอมรบและการทำกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการสูญเสียพลังงานในหม้อแปลงไฟฟ้า ทีมงานอนุรักษ์พลังงานของโรงงานจึงมีแนวคิดในการลดการใช้พลังงานสูญเสียในหม้อแปลง (Core Loss) โดยการปลดภาระการทำงานของหม้อแปลงขนาด 250 kVA โดยการปลด Drop fuse ด้านแรงสูงออกในช่วงเดือนที่ไม่มีการผลิต เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน



ภาพหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 250 kVA

สภาพหลังการปรับปรุง

ภายหลังจาก ดำเนินการปลดภาระการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อลด Core Loss ในช่วงที่ไม่มีการผลิตแล้ว สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 3,457.20 kWh/ปี

รายละเอียดการคำนวณ

หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด	= 250	kVA
ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า	=	ระบายความร้อนด้วยน้ำมัน (Oil Type)
Core Loss ของหม้อแปลง ขนาด 250 kVA Oil Type	= 670	Watt
จำนวนวันต่อปีที่สามารถปลดภาระหม้อแปลงได้	= 212	วัน
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี	= $670 / 1,000 \times 24 \times 212$	
	= 3,408.96	kWh/ปี
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	= 3.52	บาท/kWh
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ต่อปี	= 12,000.00	บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปลดโหลดด้านแรงสูงของหม้อแปลงในช่วงที่ไม่ได้ใช้งาน	
เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	3,408.96	kWh/ปี
	0.2905	toe/ปี
เงินที่ประหยัดได้	12,000.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.1.7 การปรับกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสให้สมดุล

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สถานประกอบการมีการใช้พลังงานไฟฟ้า จากเดือน กรกฎาคม 2549 ถึงเดือน มิถุนายน 2550 รวมทั้งสิ้น 282,704 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้า 1,021,014 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 บาทต่อหน่วย โดยบริษัทมีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และทำงาน 312 วันต่อปี (6 วันต่อสัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ต่อปี)

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board) พบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลในสายนิวทรัล 60 แอมป์ ซึ่งเกิดจากการจ่ายเฟสไม่สมดุลของระบบไฟฟ้า ทำให้มีค่าความสูญเสียในสายไฟฟ้าสูงตามไปด้วย

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ปรับการจ่ายเฟสให้สมดุล เพื่อให้กระแสในสายนิวทรัลเหลือไม่เกิน 10% ของขนาดกระแสเดิม จะทำให้ลดค่าความสูญเสียในสายไฟฟ้าลง



ภาพแสดงระบบไฟฟ้าที่ตู้จ่ายไฟฟ้า

วิธีการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการปรับเฟสสมดุล

ปรับเฟสสมดุล กระแสนิวทรอลลดลง	= 60 A – (60 A x 10%)	
	= 54	A
ความต้านทานสายนิวทรอล	= 0.2549	ohm/km
ความยาวสายนิวทรอลรวม	= 450	m
ค่าความสูญเสียในสายนิวทรอลลดลง	= 54^2 A x 0.2549 ohm/km x 450 m / 1000	
	= 334.48	W
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	= 334.48 W x 2,496 hour / 1,000	
	= 834.86	kWh/yr
คิดเป็น toe	= (834.86 kWh/yr) x (85.21 x 10 ⁻⁶ kWh/toe)	
	= 0.071	toe/yr
ราคาค่าไฟฟ้า	= 3.61	Baht/kWh
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	= 834.86 x 3.61	
	= 3,013.84	Baht/yr

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การปรับกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสให้สมดุล

เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	834.86	kWh/ปี
	0.071	toe/ปี
เงินที่ประหยัดได้	3,013.84	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.1.8 การเลือกขนาดหม้อแปลงให้เหมาะสมกับภาระโหลด

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้า จากเดือน กรกฎาคม 2549 ถึงเดือน มิถุนายน 2550 รวมทั้งสิ้น 291,248 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้า 1,120,851 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 บาทต่อหน่วย โดยโรงงานมีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และทำงาน 312 วันต่อปี (6 วันต่อสัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ต่อปี)

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดทางไฟฟ้า พบว่าโรงงานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA แต่ใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 120 kW ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดใหญ่กว่าโหลดมาก ทำให้มีค่าความสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าสูง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

การเปลี่ยนขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าจาก 500 kVA เป็น 250 kVA เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของโหลด จะทำให้ลดค่าความสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าลง และจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย



ภาพแสดงหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA ของโรงงาน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 kVA

Core Loss ในหม้อแปลง = 1,150 W

Copper Loss ในหม้อแปลง = 5,500 W

กำลังไฟฟ้าสูญเสีย = 1,150 W + 5,500 W
= 6,650 W

หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 250 kVA

Core Loss ในหม้อแปลง = 670 W

Copper Loss ในหม้อแปลง = 3,250 W

กำลังไฟฟ้าสูญเสีย = 670 W + 3,250 W
= 3,920 W

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = (6,650-3,920) x 8 hour/day x 312 day/year / 1,000
= 6,814.08 kWh/yr

คิดเป็น toe = (6,814.08 kWh/yr) / (11,740 kWh/toe)
= 0.58 toe/yr

ราคาค่าไฟฟ้า = 3.87 Baht/kWh

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 6,814.08 x 3.87
= 26,370.49 Baht/yr

การลงทุน

ราคาหม้อแปลง 250 kVA มีสอง = 85,000 Baht

ค่าอุปกรณ์รวมค่าแรงในการติดตั้ง = 85,000 x 0.20
= 17,000 Baht

รวมเงินลงทุนทั้งหมด = 85,000 + 17,000
= 102,000 Baht

ราคาขายซากหม้อแปลง 500 kVA = 100,000 Baht

รวมเงินลงทุนทั้งหมด = 102,000 - 100,000
= 2,000 Baht

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การเลือกขนาดหม้อแปลงให้เหมาะสมกับภาระโหลด	
เงินลงทุนทั้งหมด	2,000.00	บาท
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	6,814.08	kWh/ปี
	0.58	toe/ปี
เงินที่ประหยัดได้	26,370.49	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.076	ปี

3.2 ระบบแสงสว่าง

3.2.1 การใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูงพร้อมแผ่นสะท้อนแสง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ในส่วน of โรงงานได้มีการติดโคม เพื่อปฏิบัติงานในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน แต่โคมที่ใช้ไม่ได้มีการติดตั้งโคมไฟสะท้อนแสง (Reflector) ในบางจุด ดังนั้นหากทางโรงงานได้มีการติดตั้งโคมไฟสะท้อนแสงในส่วนที่ยังไม่ได้ติดตั้งจะสามารถลดจำนวนหลอดขนาดลงได้ครั้งหนึ่ง

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

ทางโรงงานได้มีการติดโคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ โดยโคมไฟที่ใช้ไม่มีแผ่นสะท้อนแสง ดังมีรายละเอียดตำแหน่งที่ติดตั้งดังนี้

ตารางข้อมูลโคมไฟที่ใช้ไม่มีแผ่นสะท้อนแสง

ลำดับที่	สถานที่/แผนก	จำนวนหลอด	ลำดับที่	สถานที่/แผนก	จำนวนหลอด
1	ห้องน้ำชาย ชั้นล่าง	1	12	ห้องซ่อมบำรุง	2
2	ห้องน้ำหญิง ชั้นล่าง	1	13	แผนกไคลัก	32
3	ห้องสต็อก	4	14	ท้ายเครื่องคอร์	1
4	ห้องทรัพยากรบุคคล	1	15	ห้อง NC Cutter	1
5	ห้องสัมภาษณ์	1	16	เครื่องคอร์ Double	1
6	ห้องพยาบาล	1	17	เครื่องลูกฟูก 2 ชั้น	2
7	หน้าห้องทรัพยากรบุคคล	8	18	คลังลูกม้วน	1
8	ทางเข้าโรงงาน	1	19	ห้อง PD ชั้น 2	2
9	ไลน์งานเย็บพิมพ์	5	20	ห้องน้ำชาย ชั้นบน	1
10	ไลน์งานทากาว	2	21	ห้องน้ำหญิง ชั้นบน	1
11	ไลน์พิมพ์ in-line	3	22	ห้องครัว	1
				รวม	73

เนื่องจากโคมไฟที่ใช้ไม่มีแผ่นสะท้อนแสง ดังนั้นเพื่อให้พื้นที่ทำงานมีแสงสว่างเพียงพอจึงจำเป็นต้องใช้หลอดขนาดยาว หากมีการติดตั้งโคมไฟสะท้อนแสงจะสามารถลดขนาดของหลอดไฟลงได้ครั้งหนึ่ง โดยยังคงได้ความสว่างในพื้นที่ทำงานมีค่าเท่าเดิม แต่สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานในด้านแสงสว่างลงได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการอบรมและการทำกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการลดการใช้พลังงานในด้านแสงสว่าง ทีมงานอนุรักษ์พลังงานของโรงงานจึงมีแนวคิดในการลดการใช้พลังงานของแสงสว่างโดยมีแนวคิดจะติดตั้งโคมสะท้อนแสงและลดขนาดหลอดฟลูออเรสเซนต์ลง เพื่อลดการใช้พลังงานของโรงงาน



ภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์ในส่วนของโรงงาน ที่สามารถลดหลอด และติดโคมสะท้อนแสงได้

รายละเอียดการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนการปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์หลอดยาวและบัลลาสต์ = $36 + 10 = 46$ วัตต์ = 0.046 กิโลวัตต์

จำนวนหลอดต่อชุด = 1 หลอด

ตัวประกอบโหลด (Load Factor) = 1.0

พลังงานไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ $\times$ จำนวนชุด $\times$ ตัวประกอบโหลด
 $\times$ ชั่วโมงที่เปิดต่อวัน $\times$ จำนวนวันที่ทำงานใน 1 ปี (300)จำนวน

โคมทั้งหมด 73 ชุด ที่สามารถติดตั้งโคมสะท้อนแสงและลดหลอดได้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง = $0.046 \times 73 \times 1.0 \times 10 \times 300$

= 10,074 หน่วยต่อปี (kWh/ปี)

หลังการปรับปรุง

$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์หลอดสั้นและบัลลาสต์} &= 18+5 = 23 \text{ วัตต์} = 0.023 \text{ กิโลวัตต์} \\ \text{จำนวนหลอดต่อชุด} &= 1 \text{ หลอด} \\ \text{ตัวประกอบโหลด (Load Factor)} &= 1.0 \\ \text{พลังงานไฟฟ้า} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{จำนวนชุด} \times \text{ตัวประกอบโหลด} \\ &\times \text{ชั่วโมงที่เปิดต่อวัน} \times \text{จำนวนวันที่ทำงานใน 1 ปี (300)} \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับปรุง} &= 0.023 \times 73 \times 1.0 \times 10 \times 300 \\ &= 5,037 \text{ หน่วยต่อปี (kWh/ปี)} \end{aligned}$$

ผลการประหยัดพลังงาน

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโคมทั้งหมด 73 ชุด ที่สามารถติดตั้งโคมสะท้อนแสงและลดขนาดของหลอดลงได้} \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง} - \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับปรุง} \\ &= 10,074 - 5,037 = 5,037 \text{ หน่วยต่อปี (kWh/ปี)} \\ \text{หรือ} &= 5,037 \times 85.21 \times 10^{-6} = 0.4292 \text{ toe/ปี} \\ \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย} &= 4.00 \text{ บาทต่อหน่วย (เฉลี่ยจากค่าไฟฟ้าของโรงงาน)} \\ \text{เงินที่ประหยัดได้} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย} \\ &= 5,037 \times 4.00 = 20,148 \text{ บาท/ปี} \\ \text{เงินลงทุน หลอดไฟและโคมไฟสะท้อนแสง จำนวน 73 ชุดๆละ 500 บาทเท่ากับ 36,500 บาท} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 36,500/20,148 = 1.82 \text{ ปี} \end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูงพร้อมแผ่นสะท้อนแสง	
เงินลงทุนทั้งหมด	36,500.00 บาท	
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	5,037.00	kWh/ปี
	0.4292	toe/ปี
เงินที่ประหยัดได้	20,148.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.82	ปี

3.2.2 การใช้สวิตช์กระตุกควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ โดยมีผลผลิตหลักคือเสื้อไหมพรม ซึ่งในกระบวนการผลิตนั้นมีลักษณะของการใช้แรงงานคนเป็นหลัก โดยภายในโรงงานมีการติดตั้งหลอดไฟฟ้าแสงสว่างเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ความสว่างกับพนักงานในการตัดเย็บ, โฟ้ง, ทอ, การตรวจปะ, แผนก ประกันคุณภาพ ฯลฯ



ภาพบริเวณแผนก QA และบริเวณแผนกโฟ้ง



ภาพบริเวณแผนกทอโยก

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

สืบเนื่องจากการที่ทางโรงงานได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ในปริมาณที่ค่อนข้างมากอันเนื่องมาจากลักษณะของกระบวนการผลิตดังที่ได้กล่าวแล้ว ซึ่งลักษณะของการควบคุมการเปิด-ปิดของระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีการติดตั้งใช้งานอยู่เดิม บางส่วนจะเป็นการควบคุมเป็นกลุ่ม เป็นแถว (1 สวิตช์ต่อหลาย ๆ โคม) ซึ่งในการใช้งานจริงจะไม่ได้ใช้งานเต็มพื้นที่ของการเปิดโคมไฟฟ้า หรือในบางพื้นที่ที่มีการแยกสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด 1 สวิตช์ต่อ 1 โคม แต่สวิตช์นั้นก็อยู่เป็นกลุ่มและไม่ได้ระบุถึง สวิตช์ว่า

ควบคุมโคมไฟไฟฟ้าไคบ้าง ซึ่งส่งผลให้พนักงานที่ทำงานในบริเวณดังกล่าว ก็จะเปิดโคมไฟไฟฟ้าทั้งบริเวณ เพราะไม่ทราบตำแหน่งของโคมไฟที่ต้องการใช้งานจริง อีกทั้งบางพื้นที่ยังเป็นแผนกที่อยู่ติดกับผนังอาคาร ซึ่งเป็นกระจกใส ซึ่งมีแสงสว่างจากธรรมชาติสูงอยู่แล้วในช่วงเวลาทำงาน ซึ่งหากหน่วยงานมีการติดตั้ง สวิตช์แยกควบคุมการทำงานประจำโคมไฟไฟฟ้าให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน และมีการณรงค์ให้พนักงาน ที่ทำงานในบริเวณนั้น ๆ ลดการใช้เมื่อไม่ได้ทำงานในพื้นที่ ๆ มีการติดตั้งสวิตช์ควบคุมประจำโคม ก็จะ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างลงได้



มีแสงสว่างจาก
ภายนอกเข้ามาได้

ภาพก่อนการติดตั้งในแผนก QA และภาพก่อนติดตั้งในแผนกรีด

ไม่มีการทำงาน
ภายใต้โคมไฟ
ดังกล่าว

มีแสงสว่างจาก
ภายนอกเข้ามาได้



ภาพแสดงก่อนการติดตั้งในแผนกตรวจปะ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการติดตั้งสวิตช์ควบคุม 1 ตัว ต่อหลายๆ โคมไฟไฟฟ้า, การไม่ได้ระบุแผนผังของ สวิตช์ไฟฟ้าว่าควบคุมโคมไฟไฟฟ้าใด, ซึ่งรวมถึงในเวลากลางวันที่มีค่าความสว่างจากภายนอกมากก็ยังมี การเปิดใช้โคมไฟไฟฟ้าแสงสว่างนั้นอยู่ ซึ่งเหตุผลดังที่กล่าวมาล้วน ต้นเหตุดังกล่าวล้วนเป็นต้นเป็นต้นเหตุของ การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่คุ้มค่าต่อความต้องการจริง ซึ่งหากมีการติดตั้งสวิตช์แยกควบคุมการทำงานใน แต่ละโคมไฟไฟฟ้า และต่อยอดด้วยการให้พนักงานในแผนกนั้นๆ ช่วยกันปิดไฟในเวลาที่ไม่จำเป็นต้องเปิด หลอดไฟฟ้า ก็เป็น 1 แนวทางที่จะสามารถประหยัดพลังงานได้

สภาพหลังการปรับปรุง

จากปัญหาและแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าหน่วยงานมีการติดตั้งสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด ประจํา
โคมไฟฟ้ใน 3 แผนกดังภาพต่อไปนี้



ภาพแสดงการติดตั้งสวิตช์ควบคุมประจําโคม และจำนวนโคมไฟฟ้ที่ปิดได้ในแผนก QA



ภาพการติดตั้งสวิตช์ควบคุมประจําโคม และจำนวนโคมไฟฟ้ที่ปิดได้ในแผนกรีด



ภาพการติดตั้งสวิตช์ควบคุมประจําโคม และจำนวนโคมไฟฟ้ที่ปิดได้ในแผนกตรวจปะ

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จำนวนโคม และหลอดไฟฟ้าที่มีการติดตั้งสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด

- แพนก QA	มี	14	โคม	มีจำนวนหลอด	24	หลอด
- แพนกรีด	มี	20	โคม	มีจำนวนหลอด	20	หลอด
- แพนกตรวจปะ	มี	10	โคม	มีจำนวนหลอด	10	หลอด

จำนวนหลอดไฟฟ้าที่สามารถลดจำนวนการใช้งานลงได้ (ในวันที่มีการตรวจสอบหลังจากการติดตั้ง)

- แพนก QA	จำนวนหลอด	16	หลอด	คิดเป็น	66	เปอร์เซ็นต์
- แพนกรีด	จำนวนหลอด	9	หลอด	คิดเป็น	45	เปอร์เซ็นต์
- แพนกตรวจปะ	จำนวนหลอด	8	หลอด	คิดเป็น	80	เปอร์เซ็นต์

ซึ่งจากเปอร์เซ็นต์ของจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ลดจำนวนการเปิดลงได้ 66 , 45 และ 80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งในรายละเอียดการคำนวณผลประหยัดนี้ จะพิจารณาผลประหยัดเพียง 50 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เนื่องจากบางเวลา อาจจะต้องมีการใช้งานมากกว่านี้ ยกตัวอย่างเช่นเวลาฝนตก ฟ้าครึ้ม หรือเวลาที่มีคนทำงานในบริเวณนั้น ๆ มากขึ้น

การพิจารณาพลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง

$$\begin{aligned}
 \text{พลังไฟฟ้า} &= \text{จำนวนหลอดที่มีการติดตั้งสวิตช์} \times (\text{ค่าความสูญเสียของหลอด} \\
 &\quad + \text{ค่าความสูญเสียของบัลลาสต์}) / 1,000 \\
 &= (24 + 20 + 10) \times (36 + 10) / 1,000 \\
 &= 2.4840 \quad \text{kW} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้า} &= \text{พลังไฟฟ้า} \times \text{ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี} \\
 &= 2.4840 \times 10 \times 300 \\
 &= 7,452.00 \quad \text{kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

การพิจารณาพลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้า} &= 2.4840 \times 10 \times 300 \times 0.50 \\
 &= 3,726.00 \quad \text{kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง และเงินที่สามารถประหยัดได้

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &= 7,452.00 - 3,726.00 \\
 &= 3,726.00 \quad \text{kWh/ปี} \\
 &= 0.32 \quad \text{toe/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 3,726.00 \times 3.39 = 12,631.14 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เงินลงทุน} &= \text{จำนวนสวิตช์} \times \text{ราคาต่อชุด} \\
 &= 50 \times 35 \\
 &= 1,750.00 \quad \text{บาท}
 \end{aligned}$$

ติดตั้งได้เพียง 44 ชุด เนื่องจากที่เหลือแตกหักในระหว่างการติดตั้ง ซึ่งในการสั่งซื้อครั้งต่อไปจะพิจารณาแบบอื่นๆ ที่น่าจะมีความแข็งแรงมากกว่านี้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นำแนวคิดนี้ไปปรับใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่นแผนกโพง ที่มีการติดตั้งโคมไฟฟ้า 1 โคมต่อ 1 เครื่อง ซึ่งแต่เดิมมีการติดตั้ง 1 สวิตช์ต่อ 1 แถวของโต๊ะ ซึ่งจะมีการเปิดใช้งานในทุกๆ โคมของโต๊ะนั้น ๆ ทั้ง ๆ ที่มีคนทำงานไม่เต็มจำนวน เป็นต้น

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้สวิตช์กระตุกควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ	
เงินลงทุน	1,750.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	3,726.00	kWh/ปี
	0.32	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	12,631.14	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.14	ปี

3.2.3 การใช้สวิตช์แสงควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

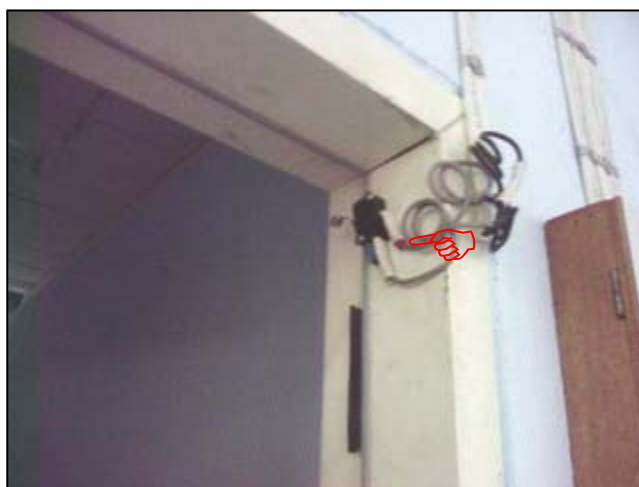
ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีผลผลิตหลักคือตะกร้าพลาสติก ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานในส่วนจากระบบแสงสว่าง สำหรับให้แสงสว่างภายในโรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 และ 36 วัตต์



ภาพการใช้งานระบบแสงสว่าง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

การใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในโรงงาน ยังมีบางจุดที่มีการใช้แสงสว่างที่เกินความจำเป็นโดยในช่วงเวลากลางวันมีการเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลาส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ และพื้นที่บริเวณดังกล่าวได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่องเข้ามาถึงทำให้พื้นที่นั้นได้รับแสงสว่างตลอดเวลา (ช่วงกลางวัน) จึงไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากโคมไฟฟ้าอีกด้วย



ภาพหลังปรับปรุงติดตั้งติดตั้งไม่โครสวิตช์

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ปรับปรุงโดยติดตั้งไมโครสวิตช์ (Micro Switch) ของไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณห้องน้ำ ซึ่งจะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงที่ไม่มีพนักงานเข้าห้องน้ำ ช่วงเวลากลางวันที่ได้รับแสงสว่างเพียงพอ จึงไม่จำเป็นต้องเปิดใช้งาน หลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตแต่อย่างใด

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากมีการดำเนินการมาตรการติดตั้งไมโครสวิตช์ (Micro Switch) ของไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณห้องน้ำในพื้นที่ของโรงงานแล้ว สามารถประหยัดพลังงานได้ 856.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 2,604.67 บาท/ปี

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด	=	36	วัตต์ จำนวน 4 หลอด
กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์	=	10	วัตต์/หลอด
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	=	$((36 + 10) \times 4) / 1,000$	
	=	0.184	kW
หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด	=	18	วัตต์ จำนวน 8 หลอด
กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์	=	10	วัตต์/หลอด
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	=	$((18 + 10) \times 8) / 1,000$	
	=	0.22	kW
กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวม	=	0.408	kW
ชั่วโมงการเปิดใช้งาน (8:00-17:00น.)	=	8.0	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	=	350	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์ที่เปิดใช้งาน	=	75	%
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	=	$(0.408 \times 8 \times 350 \times (75/100))$	
	=	856.80	kWh/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	3,084.48	MJ/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.04	บาท/kWh
	=	856.80×3.04	
	=	2,604.67	บาท/ปี

เงินลงทุน

ราคาไมโครสวิตช์ (Micro Switch) จำนวน 8 ตัว @ 40.00		บาท/ตัว
จำนวนทั้งหมด	=	320.00 บาท
ค่าอุปกรณ์ประกอบ	=	120.00 บาท
ค่าแรงในการดำเนินการ	=	- บาท
คิดเป็นเงินลงทุนรวม	=	440.00 บาท

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้สวิตช์แสงควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ	
เงินลงทุน	440.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	856.80	kWh/ปี
	0.073	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	2,604.67	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.17	ปี

3.2.4 การใช้แสงธรรมชาติช่วยให้ความสว่างแทนการใช้หลอดไฟ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ โดยมีผลผลิตหลักคือเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานในส่วนจากระบบแสงสว่างสำหรับให้ ความสว่างภายในโรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์



ภาพการใช้งานระบบแสงสว่าง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสังเกตพบว่า ปัจจุบันมีการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในโรงงาน ยังมีบางจุดที่มีการใช้แสงสว่างที่เกินความจำเป็น โดยในช่วงเวลากลางวันมีการปฏิบัติงาน มีการเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลา ซึ่งพื้นที่บริเวณดังกล่าวเป็นส่วนของหลังคาโรงงาน สูงจากพื้นประมาณ 4-5 เมตร มีลักษณะเปิดโล่ง หากมีการใช้แผ่นกระเบื้องโปร่งแสงขนาด 60 x 80 เซนติเมตรติดตั้งแทนกระเบื้องเดิม ซึ่งแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่องเข้ามาถึง ทำให้พื้นที่นั้นได้รับแสงสว่างตลอดเวลา (ช่วงกลางวัน) จึงไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากโคมไฟฟ้า ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดความประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

หลังจากการสำรวจสภาพการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในปัจจุบันและระดมความคิดแล้วแนวทางที่เป็นไปได้ คือ ทำการติดตั้งแผ่นกระเบื้องลอนคู่โปร่งแสง เพื่อให้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่องสว่างเข้ามาภายในโรงงาน มากยิ่งขึ้น



ภาพ หลังการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จำนวนโคมที่ดำเนินการบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานภายในโรงงาน

จำนวนโคมที่ดำเนินการขนาด 2 x 36	=	133	โคม
จำนวนโคมที่ดำเนินการขนาด 1 x 36	=	5	โคม
จำนวนหลอดที่ปรับปรุงรวม	=	271	หลอด
ขนาดหลอดฟลูออเรสเซนต์	=	36	วัตต์/หลอด
กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์	=	10	วัตต์/หลอด
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	=	$((36 + 10) \times 271) / 1000$	
กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวม	=	12.47	kW
ชั่วโมงการเปิดใช้งาน (8:00-17:00น.)	=	8.0	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	=	300	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	75	%
ชั่วโมงการปิดเมื่อไม่ได้ใช้งานหลังการปรับปรุง	=	8.0	ชั่วโมง/วัน
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	=	$(12.47 \times 8 \times 300 \times 0.75)$	
	=	22,438.80	kWh/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	80,779.68	MJ/ปี

ด้านค่าใช้จ่าย

ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.36	บาท/kWh
	=	$22,438.80 \times 3.36$	
	=	75,394.37	บาท/ปี

การลงทุน

ราคาแผ่นกระเบื้องลอนคู่โปรงแสง	=	180	บาท/แผ่น
จำนวนที่ใช้	=	47	แผ่น
ค่าแรงในการติดตั้ง (OT พนักงาน)	=	640	บาท
รวมเงินลงทุนทั้งสิ้น	=	9,100.00	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	0.12	ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เนื่องจากการติดตั้งแผ่นกระเบื้องลอนคู่โปรงแสง เมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานานๆ แผ่นกระเบื้องโปรงแสงจะมีสิ่งสกปรกฝุ่นจับเป็นคราบ ทำให้ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่องมา ไม่เพียงพอ ดังนั้นควรมีการวางแผนจัดทีมงานทำความสะอาดเป็นประจำสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้ แสงสว่างเท่าเดิม

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การใช้แสงธรรมชาติช่วยให้ความสว่างแทนการใช้หลอดไฟ

เงินลงทุน	9,100.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	22,438.80	kWh/ปี
	1.910	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	75,394.37	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.12	ปี

3.2.5 การปิดหลอดไฟในบริเวณพื้นที่ที่ไม่จำเป็นหรือไม่ได้ใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีผลผลิตหลักคือ แป้งมัน ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานในส่วน of ระบบแสงสว่าง เพื่อให้มีความสว่างภายในโรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์



ภาพการใช้งานระบบแสงสว่าง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

การใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในโรงงาน ยังมีบางจุดที่มีการใช้แสงสว่างที่เกินความจำเป็น โดยในช่วงเวลากลางวันมีการเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลา ซึ่งในช่วงเวลาไม่มีการปฏิบัติงานยังเปิดไฟทิ้งไว้ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ และพื้นที่บริเวณดังกล่าวได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่องเข้ามาถึง ทำให้พื้นที่นั้นได้รับแสงสว่างตลอดเวลา (ช่วงกลางวัน) จึงไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากโคมไฟฟ้าอีกด้วย

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำการกำหนดผู้รับผิดชอบและกำหนดเวลาในการเปิด-ปิดของโคมไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ให้ชัดเจน โดยชี้แจงให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่นั้นได้รับทราบถึงในกรณีพื้นที่ที่ไม่มีการปฏิบัติงาน ให้พนักงานที่อยู่ในพื้นที่นั้นหรือบริเวณใกล้เคียงต้องช่วยกันดูแลเรื่องการเปิด-ปิดโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีการใช้งาน



ภาพ หลังการปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากการสำรวจโคมไฟฟ้าที่ใช้อยู่ว่ามีสวิตช์ เปิด-ปิด อยู่ในตำแหน่งใด และระดมความคิดแล้วแนวทางที่เป็นไปได้ คือ กำหนดผู้รับผิดชอบและกำหนดเวลาในการเปิด-ปิดการใช้โคมไฟฟ้า แสงสว่างให้ชัดเจน ซึ่งหลังจากดำเนินการแล้วไม่มีผลกระทบต่อพนักงานและกระบวนการผลิต

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จำนวนโคมที่ดำเนินการบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานภายในโรงงาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด	= 36	วัตต์ จำนวน 30 หลอด
กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์	= 10	วัตต์/หลอด
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	= $((36 + 10) \times 30) / 1,000$	
	= 1.38	kW
หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด	= 18	วัตต์ จำนวน 5 หลอด
กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์	= 10	วัตต์/หลอด
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	= $((18 + 10) \times 5) / 1,000$	
	= 0.14	kW
กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวม	= 1.52	kW
ชั่วโมงการเปิดใช้งาน (8:00-17:00น.)	= 8.0	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	= 300	วัน/ปี
ชั่วโมงการปิดเมื่อไม่ได้ใช้งานหลังการปรับปรุง	= 4.0	ชั่วโมง/วัน

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	= (1.52 x 4 x 300)
	= 1,824.00 kWh/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	= 6,566.40 MJ/ปี

ด้านค่าใช้จ่าย

ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	= 3.22 บาท/kWh
	= 1,824.00 x 3.22
	= 5,873.28 บาท/ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปิดหลอดไฟในบริเวณพื้นที่ที่ไม่จำเป็นหรือไม่ได้ใช้งาน	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,824.00	kWh/ปี
	0.155	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	5,873.28	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.2.6 การลดจำนวนหลอดไฟในระบบแสงสว่าง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

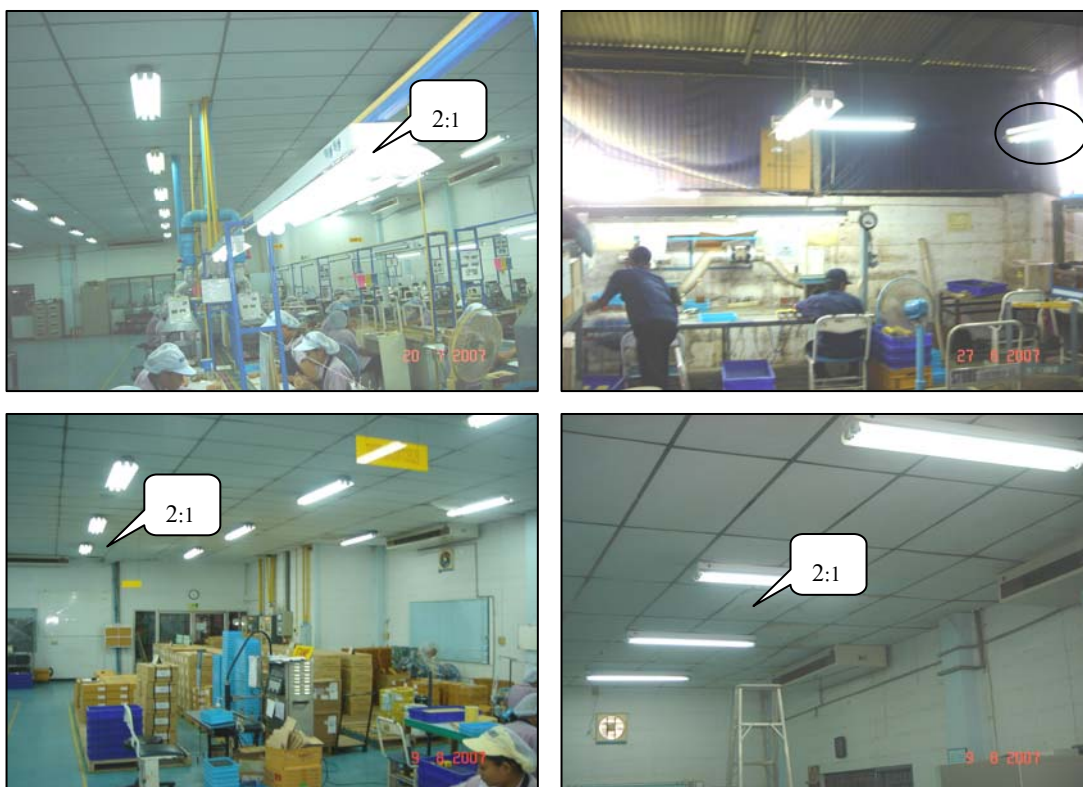
ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีผลผลิตหลักคือหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก และ Adapter โดยลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ส่วนใหญ่จะมีการติดตั้งโคมไฟฟ้าแบบโรงงานขนาด 2:1 และ 1:1 (หลอดต่อโคม) สำหรับหลอด ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กธรรมดา ซึ่งมีช่วงเวลาทำงานปกติระหว่าง 8.00 – 12.00 น. , 13.00 – 17.00 น. และมีการทำงานล่วงเวลาระหว่าง 17.00 – 20.00 น. ในวันจันทร์ – เสาร์ ของทุก ๆ สัปดาห์



ภาพการติดตั้ง และลักษณะของโคมไฟฟ้า

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

สืบเนื่องจากความเป็นมาและลักษณะการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พบว่าทุก ๆ พื้นที่ทำงานภายในหน่วยงาน โดยส่วนใหญ่มีการเปิดใช้งานโคมไฟฟ้าเต็มพื้นที่ตลอดเวลาทำงาน อีกทั้งในบางพื้นที่ยังมีการติดตั้งโคมไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างโดยทั่วไป (General Lighting) และ โคมไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างเฉพาะจุด (Task Lighting) โดยจากการร่วมเดินสำรวจในเบื้องต้น พบว่าบางพื้นที่สามารถลดจำนวนการเปิดใช้งานของโคมไฟฟ้าได้ ได้แก่ บริเวณพื้นที่ผลิตชิ้น 2, โถงบันไดชั้น 2 และ 3, บริเวณที่วางกล่องวัตถุดิบชั้น 2, บริเวณด้านหลังห้องผลิตชิ้น 2 ที่เชื่อมต่อกับด้านหลัง, บริเวณห้องพันขดลวดเทอลอยด์, พื้นที่ผลิตชิ้น 1 และห้อง Solder ซึ่งสามารถแสดงภาพตัวอย่างติดตั้งโคมไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง



ภาพการติดตั้งโคมไฟฟ้าก่อนที่จะดำเนินการ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จะเห็นได้จากรูปการติดตั้งโคมไฟฟ้าก่อนที่จะดำเนินการ รูปบนซ้ายเป็นพื้นที่ผลิตชั้น 2 ซึ่งมีการติดตั้งทั้ง General Light และ Task Light ซึ่งก็พบว่ามีความสว่างมากเกินไป แนวทางในการลดการใช้พลังงานคือลดจำนวนการใช้ Task Light รูปบนขวาห้อง Solder ซึ่งมีการติดตั้งโคมไฟฟ้าไม่ตรงกับจุดใช้งาน รูปล่างซ้ายเป็นที่วางอุปกรณ์เตรียมประกอบ ซึ่งลักษณะงานคือเข้าไปหยิบของในพื้นที่ดังกล่าวแล้วก็เดินออกมา ซึ่งไม่มีความจำเป็นที่จะต้องแสงสว่างมากนัก รวมถึงในพื้นที่ทางเชื่อมระหว่างพื้นที่ผลิตชั้น 2 และห้องด้านหลังที่ไม่มีพนักงานนั่งทำงานประจำ แค่เพียงเดินผ่านไปมาเท่านั้น ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ความสว่างมากนัก ทั้งหมดดังที่กล่าวมาสรุปได้ว่า มาตรการนี้เป็นการลดจำนวนการใช้งานให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่าง ๆ เท่านั้น

สภาพหลังการปรับปรุง

จากแนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าว ทางทีมงานได้ดำเนินการเป็นที่เรียบร้อย ดังสามารถแสดงภาพหลังการปรับปรุง



ภาพโคมไฟฟ้า และพื้นที่ที่มีการปรับลดจำนวนโคมไฟฟ้าลง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จำนวนหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่สามารถลดจำนวนการเปิดได้

- ห้องผลิตชั้น 2
 - Task Light ที่ Line ผลิตชั้น 2 ลดได้ 15 หลอด (จาก 2:1 ลดเหลือ 1:1)
 - Task Light ที่เหลือ 15 หลอดลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานได้
 - บริเวณทางเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ผลิตชั้น 2 และห้องด้านหลัง จดจำนวนหลอดลงได้ 7 หลอด
 - บริเวณพื้นที่วาง Materiel จดจำนวนหลอดลงได้ 5 หลอด
- โถงบันไดชั้น 2 และ 3 ลดจำนวนการใช้ลงได้ 4 หลอด
- ห้องพันขดลวดเทอลอยด์ ลดจำนวนการใช้งานลงได้ 3 หลอด (เป็นห้องที่มีการติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์)
- ห้องผลิตชั้น 1 ลดจำนวนการใช้งานลงได้ 11 หลอด
- ห้อง Solder ลดจำนวนการใช้ลงได้ 4 หลอด

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= \Sigma(\text{จำนวนหลอดที่ลดการใช้งานได้} \\
 &\quad \times \text{ค่าพลังไฟฟ้ารวมของวงจร} \times \text{ชั่วโมงการใช้งานต่อปี} \\
 &\quad \times \text{เปอร์เซ็นต์การเปิดใช้งาน} \\
 &\quad \times \text{เปอร์เซ็นต์ที่ลดการเปิดใช้งานได้}) \\
 &= \{(15+7+5+4+11+4) \times (0.036+0.010) \times 11 \times 300 \times 0.80 \times 1.00\} \\
 &\quad + \{15 \times (0.036+0.010) \times 11 \times 300 \times 0.80 \times 0.50\} \\
 &\quad + \{3 \times (0.036+0) \times 11 \times 300 \times 0.80 \times 1.00\} \\
 &= 6,782.16 \quad \text{kWh/ปี} \\
 &= 6,782.16 \times 85.21 \times 10^{-6} \\
 &= 0.58 \quad \text{toe/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 6,782.16 \times 3.43 \\
 &= 23,262.81 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

หากทางโรงงานมีการปรับผังของโต๊ะทำงานในกระบวนการผลิต ก็ควรจะพิจารณาถึงความเหมาะสมของ
โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งในพื้นที่นั้น ๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะการทำงานด้วย

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดจำนวนหลอดไฟในระบบแสงสว่าง	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	6,782.16	kWh/ปี
	0.58	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	23,262.81	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.2.7 การเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 27,083 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 94,455.40 บาทต่อเดือน มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 3.49 บาทต่อหน่วย ในส่วนสำนักงานใช้หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์ในการให้แสงสว่างบริเวณทางเดิน

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากเข้าไปสำรวจส่วนของสำนักงานพบว่ามีการใช้งานหลอดไส้ในการให้แสงสว่างบริเวณทางเดิน เมื่อเทียบกับการการใช้หลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์แล้วจะใช้พลังงานมากกว่า หากทำการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟได้ จะสามารถช่วยลดพลังงานลงได้



ภาพหลอดไฟบริเวณทางเดินก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

หลอดไฟบริเวณทางเดินเป็นหลอดไส้ซึ่งใช้พลังงานสูงกว่าหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์ ทางโรงงานได้เปลี่ยนหลอดไฟที่ใช้งานเป็นหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์ จำนวน 10 หลอด

สภาพหลังปรับปรุง

หลังปรับปรุงทำการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟจากหลอดไส้ขนาด 40 วัตต์ เป็นหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 9 วัตต์ จำนวน 10 หลอด



ภาพหลังปรับปรุงใช้หลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์แทน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จากการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟจากหลอดไส้ขนาด 40 วัตต์เป็นหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 9 วัตต์
วิเคราะห์ผลประหยัดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &= (\text{กำลังไฟฟ้าของหลอดไส้} - \text{กำลังไฟฟ้าของหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์}) \\ &\quad \times \text{จำนวนหลอด} \times \text{จำนวนชั่วโมงทำงาน} \times \text{จำนวนวันทำงาน} \\ &= (40 - 9) \times 10 \times 8 \times 312 / 1000 \\ &= 774 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี} \end{aligned}$$

ด้านค่าใช้จ่ายที่ลดลง

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} \times \text{ค่าไฟฟ้า} \\ &= 774 \times 3.49 \\ &= 2,701 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน	
เงินลงทุน	2,000.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	774	kWh/ปี
	0.07	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	2,701	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.74	ปี

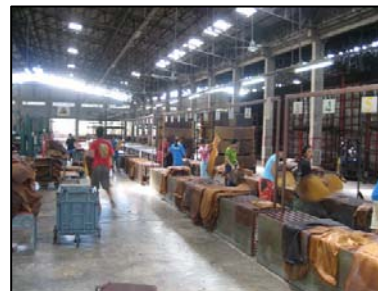
3.2.8 การเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์ประหยัดพลังงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอบแผ่นยางพาราโดยรับแผ่นยางดิบจากเกษตรกรมาแปรรูปเป็นแผ่นยางรมควัน กำลังการผลิต 1,400 ตันต่อเดือน เริ่มผลิตเดือน กรกฎาคม พุทธศักราช 2537 ใช้พลังงานด้วยกันสองประเภท ได้แก่พลังงานความร้อนจากไม้ฟืนในขั้นตอนการรมควันแผ่นยางพารา และพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรในขบวนการผลิต ระบบแสงสว่างภายในโรงงาน และอื่นๆ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

โรงงานมีการใช้งานหลอด Fluorescent ให้แสงสว่างกับพนักงานในส่วนการตบแต่งแผ่นยาง และสำนักงานจำนวน 45 หลอดแต่เนื่องจากหลอดส่วนใหญ่ที่มีการใช้งานประจำ ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาซึ่งมีพลังงานไฟฟ้าสูญเสียประมาณ 10 วัตต์ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า



ภาพหลอด Fluorescent ที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างกับพนักงานตัดแต่งแผ่นยาง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะลดพลังงานสูญเสียในบัลลาสต์ลงได้

- 1.สำรวจการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในโรงงาน
- 2.เปลี่ยนบัลลาสต์ธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- 3.ตรวจวัดการใช้พลังงาน
- 4.วิเคราะห์ผลประหยัด และระยะเวลาคืนทุน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

พลังงานที่ใช้ของหลอด Fluorescent รวมกับบัลลาสต์ธรรมดา	=	0.046	กิโลวัตต์ / หลอด
พลังงานที่ใช้ของหลอด Fluorescent รวมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	=	0.038	กิโลวัตต์ / หลอด
จำนวนหลอดที่เปลี่ยนเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	=	45	หลอด
จำนวนชั่วโมงใช้งานเฉลี่ย	=	8	ชั่วโมง / วัน
วันทำงาน	=	300	วัน / ปี
พลังงานที่ประหยัดได้	=	$(0.046 - 0.038) \times 45 \times 8 \times 300$ $= 864$ หน่วย / ปี $= 0.07360$ toe / ปี	

ด้านค่าใช้จ่ายที่ลดลง

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.41	บาท / หน่วย
ลดค่าใช้จ่ายได้	=	864×3.41 $= 2,946$ บาท / ปี	

การลงทุน

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	=	270	บาท / ตัว
เงินลงทุนรวม	=	270×45 $= 12,150$ บาท	
ระยะเวลาคืนทุน	=	$12,150 / 2,946$ $= 4.12$ ปี	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สำรวจบริเวณที่สามารถติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติมได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานมากขึ้น

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์ประหยัดพลังงาน

เงินลงทุน	12,150	บาท
พลังงานที่ประหยัด	864	kWh/ปี
	0.07360	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	2,946	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	4.12	ปี

3.2.9 การแยกวงจรสวิตช์ควบคุมหลอดไฟ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเคมี โดยมีผลผลิตหลักคือถุงพลาสติก มีการทำงานในส่วน
ของสำนักงานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน ในส่วนการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน วัน 300 วันต่อปี มีการใช้พลังงาน
ไฟฟ้าในรอบปีที่ผ่านมา(ก.ค.2549-มิ.ย.2550) 1,048,100.00 kWh/ปี ค่าพลังงาน 3,378,693.75 บาท อัตรา
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.23 บาท/หน่วย



ภาพการเปิดใช้งานโคมไฟในหน่วยตัด

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการสำรวจในระบบแสงสว่างบริเวณหน่วยตัดซึ่งมีการติดตั้งหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 2
x 36 watt/โคม 10 แถว แถวละ 8 โคม โดยการเปิดใช้งาน 22 ชั่วโมง/วัน เดิมที่มีการติดตั้งสวิตช์ควบคุมอยู่
10 วงจร แต่จากการสำรวจพบว่าจะมีการเปิดไว้ทุกวงจร แต่การใช้งานจริงจะใช้เฉพาะจุดที่มีการผลิตเท่านั้น
เนื่องจากว่าที่ไม่สามารถปิดได้เนื่องจากใช้สวิตช์ร่วมกัน



ภาพสวิตช์ของโคมไฟภายในหน่วยตัด

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดที่จะปรับปรุงแก้ไขโดยการแยกสวิทช์ควบคุมจากเดิม 10 วงจรเป็น 20 วงจรจะสามารถเปิดใช้งานเฉพาะจุดที่ปฏิบัติงานได้ จากการสำรวจในหน่วยตัดจะมีการใช้งานพื้นที่ประมาณ 70% ซึ่งก็สามารถที่ลดการใช้งานหลอดไฟลงได้จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น ทางทีมงานจึงได้กำหนดให้ทำการแยกวงจรจาก 10 วงจรเป็น 20 วงจร

Switch Lay Out		2			3		3			
		โคมที่								
แถวที่		1	2	3	4	5	6	7	8	รวม
	S1	1	2	1	1	1	1	1	1	9
	S2	1	1	1	1	1	1	1	1	8
→	S3	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	S4	1	1	2	1	1	1	1	1	9
	S5	1	1	2	1	1	1	1	1	9
	S6	2	1	1	1	1	1	1	1	9
	S7	2	1	1	1	1	1	1	1	9
→	S8	1	1	1	2	1	1	1	1	9
	S9	2	1	1	2	1	1	1	1	10
	S10	2	2	1	1	2	1	1	1	11
จำนวนหลอดทั้งหมด		14	12	12	12	11	10	10	10	91

ภาพหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ฟลักซ์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	2 x 36	Watt/โคม
จำนวนที่ติดตั้ง	80	โคม
เวลาการทำงานของอุปกรณ์	22	ชั่วโมง/วัน
	300	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การทำงาน	100	%

ก่อนปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์+บัลลาสต์	=	36 + 10	Watt
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	=	$(0.036 + 0.010) \times 160 \times 22 \times 300 \times 100\%$	
	=	48,576.00	kWh/ปี

หลังปรับปรุง

ปรับปรุงโดยการแยกสวิทช์และเปิดใช้งานเฉพาะจุด 70%

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} = (0.036 + 0.010) \times 160 \times 22 \times 300 \times 70\%$$

$$= 34,003.20 \quad \text{kWh/ปี}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดได้} = 48,576.00 - 34,003.20$$

$$= 14,572.80 \quad \text{kWh/ปี}$$

$$= 1.24175 \quad \text{toe/ปี}$$

ด้านค่าใช้จ่าย

$$\text{ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย} = 3.23 \quad \text{บาท/kWh}$$

$$\text{คิดเป็นเงินที่ลดได้} = 14,572.80 \times 3.23$$

$$= 47,070.14 \quad \text{บาท/ปี}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การแยกวงจรสวิทช์ควบคุมหลอดไฟ

เงินลงทุน	4,639.60	บาท
-----------	----------	-----

ผลที่ประหยัดได้	14,572.80	kWh/ปี
-----------------	-----------	--------

	1.241750	toe/ปี
--	----------	--------

ผลประหยัดที่ได้	47,070.14	บาท/ปี
-----------------	-----------	--------

ระยะเวลาคืนทุน	0.10	ปี
----------------	------	----

3.3 ระบบอัดอากาศ

3.3.1 การบริหารการเดินเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับโหลด

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

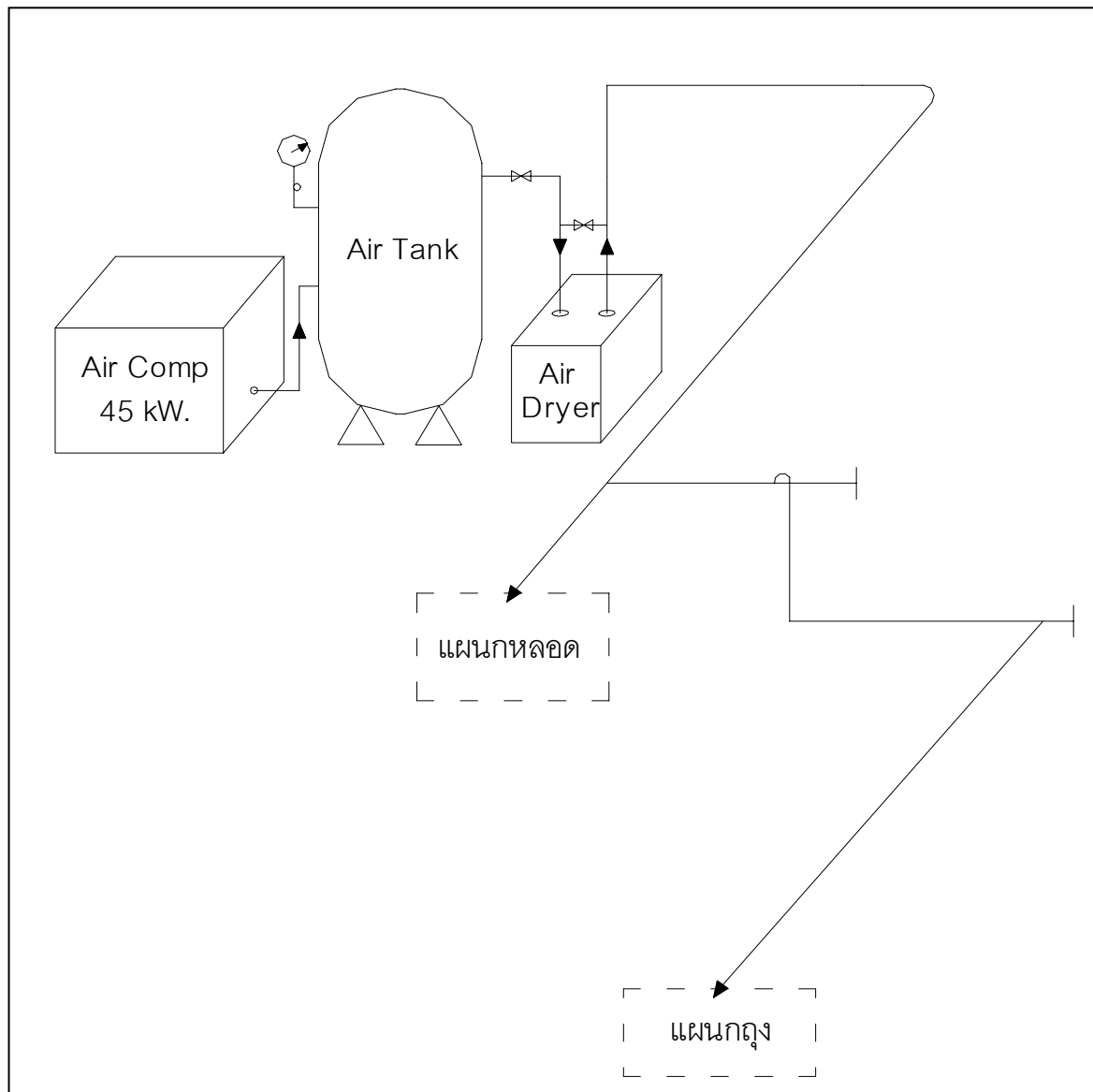
ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบอัดอากาศ ในแผนกหล่อและแผนกถลุง โดยติดตั้งใช้งานเครื่องอัดอากาศ ชนิดสกรู ขนาด 45 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง



ภาพเครื่องอัดอากาศ และอุปกรณ์ประกอบในระบบ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

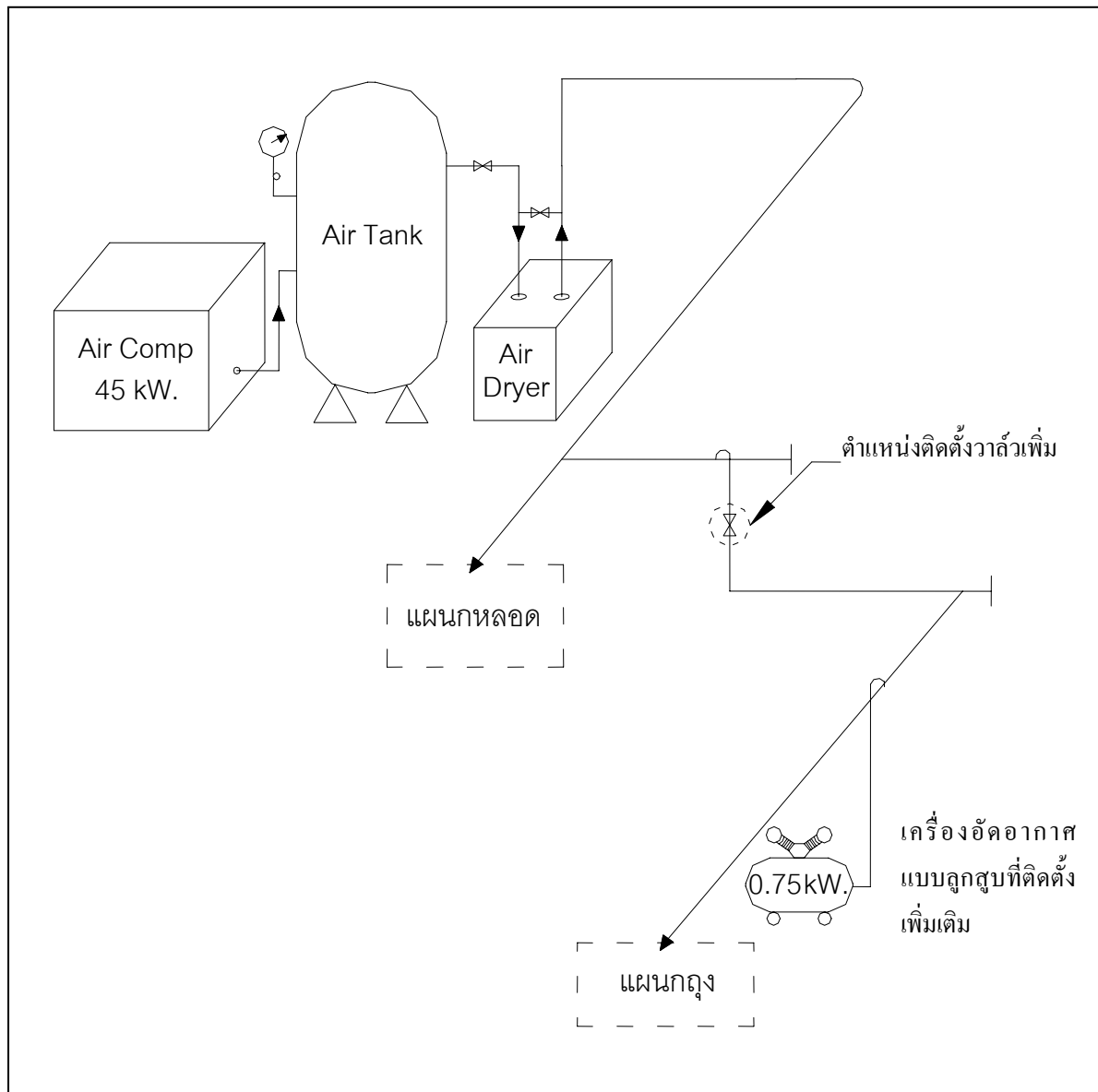
จากฝั่งการทำงานด้านบน จะเห็นได้ว่าปัจจุบัน ท่อส่งจ่ายอากาศอัดสามารถส่งจ่ายอากาศอัดไปทั่วทั้งโรงงาน เป็นระบบท่อเดียวกันทั้งส่วนของการผลิตหล่อ และการผลิตถลุง โดยที่ปริมาณอากาศอัดที่ผลิตได้เกือบทั้งหมดถูกใช้ในกระบวนการผลิตหล่อ (การเป่าแห้งหล่อ, เครื่องทำเกลียวและบรรจุหล่อ) ในส่วนการผลิตถลุงนั้นมีความต้องการใช้อากาศอัดน้อยมาก กล่าวคือใช้เฉพาะการเป่าทำความสะอาดเครื่องเป่าถลุง ขณะที่การเปลี่ยนโมลด์เท่านั้น ประเด็นปัญหาหลักคือ การที่ในทุก ๆ วันอาทิตย์ จะมีการทำงานของแผนกเป่าถลุงเพียงส่วนเดียว (แผนกหล่อไม่มีการผลิต) จึงทำให้ต้องเปิดใช้งานเครื่องอัดอากาศแบบสกรู ขนาด 45 กิโลวัตต์ ตลอด 24 ชั่วโมง



ภาพผังการติดตั้งเครื่องอัดอากาศ และแนวการเดินท่ออากาศอัดไปยังจุดใช้งาน

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

เนื่องจากทางโรงงานได้ทราบว่าเครื่องอัดอากาศแบบสกรู นั้นมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลา Unload (เดินตัวเปล่าโดยไม่ได้ผลิตอากาศอัด) ประมาณ 50 % ของพิกัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ ประกอบกับแผนกเป่าลუნนั้นมีการใช้อากาศอัดน้อยมาก ดังนั้นทางทีมงานจึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการแยกระบบท่ออากาศอัดออกเป็น 2 แผนก โดยการติดตั้งวาล์วกัน โดยที่วาล์วที่นำมาติดตั้งเพิ่มดังกล่าวจะอยู่ในสภาวะปิดตลอดเวลา และนำเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ขนาด 0.75 กิโลวัตต์ ที่ทางโรงงานมีอยู่แต่ไม่มีการใช้งาน มาใช้ในการผลิตอากาศอัดสำหรับแผนกกลึง โดยสามารถแสดงตำแหน่งของวาล์วที่จะติดตั้งเพิ่ม และตำแหน่งการติดตั้งเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบได้ดังภาพ



ภาพผังการติดตั้งเครื่องอัดอากาศขนาดเล็ก และวาล์วเพิ่มเติม

สภาพหลังการปรับปรุง

เมื่อทางทีมงานได้ข้อสรุปถึงแนวทางการดำเนินการแล้วนั้น จึงได้ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางดังกล่าว โดยสามารถแสดงวาล์วที่ติดตั้งเพิ่ม และเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบขนาด 0.75 กิโลวัตต์ ที่นำมาติดตั้งใช้งานในแผ่นกฤษได้ดังภาพ



ภาพการติดตั้งวาล์วกันอากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศเดิม และรูปเครื่องอัดอากาศ

ที่ใช้งานสำหรับแผนกเป่าถุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การวิเคราะห์ผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ จะวิเคราะห์จากค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอัดอากาศแบบสกรูใช้ในสถานะ Unload ในวันอาทิตย์ โดยประเมินว่าพลังงานที่ใช้ในการผลิตอากาศอัดเพื่อใช้งาน ก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากัน โดยมีรายละเอียดการตรวจวัดและวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{พลังไฟฟ้าตรวจวัด (Load)} &= 42.50 \quad \text{kW} \\
 \text{พลังไฟฟ้าตรวจวัด (Unload)} &= 20.25 \quad \text{kW} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง Unload} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} \\
 &= \text{kW}_{\text{Unload}} \times \text{ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี} \\
 &\quad \times \text{เปอร์เซ็นต์การทำงานในช่วง Unload (ในวันอาทิตย์)} \\
 &= 20.25 \times 24 \times 52 \times 0.90 \\
 &= 22,744.80 \quad \text{kWh/ปี} \\
 &= 22,744.80 \times 85.21 \times 10^{-6} \\
 &= 1.94 \quad \text{toe/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 22,744.80 \times 3.11 \\
 &= 70,736.33 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน		การบริหารการเดินเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับโหลด
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	22,744.80	kWh/ปี
	1.94	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	70,736.33	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.3.2 การปรับลดแรงดันอากาศอัดให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงาน รับซบชิ้นงานโลหะ มีการทำงานในส่วนของสำนักงานวันละ 8 ชั่วโมง ต่อวัน ในส่วนการผลิต 15.30 ชั่วโมงต่อวัน วันทำงาน 300 วันต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปีที่ผ่าน มา (ก.ค. 2549- มิ.ย. 2550) 363,570 kWh/ปี ค่าพลังงาน 1,349,426.96 บาท อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.73 บาท/หน่วย

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการสำรวจการใช้งานเครื่องอัดอากาศซึ่งมีทั้งหมด 2 ชุด ขนาด 4 kW. จ่ายอากาศอัดให้กับส่วนผลิต 3 ส่วนคือ เครื่องที่1 จ่ายลมให้กับห้องเป่าชิ้นงานเพื่อทำให้ชิ้นงานแห้ง เครื่องที่2 จ่ายให้ห้อง EN บ่อซบและ เป่าลมทำความสะอาด ตั้งความดัน 7.2-10.5 bar โดยจ่ายลมให้กับห้องเป่าชิ้นงานให้แห้ง การใช้งานแรงดัน ลมนั้น ไม่มีการกำหนดแรงดันเป่าขณะใช้งานปรับไม่ได้เนื่องจากไม่มีชุด Pressure Regulator



ภาพก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันปรึกษากับผู้ที่รับผิดชอบเครื่องอัดอากาศ โดยสามารถปรับปรุงแก้ไขโดยการติดตั้งชุด Pressure Regulator เพื่อหาแรงดันที่เหมาะสมของการใช้งาน ในบริเวณเป่าชิ้นงานให้แห้งได้ทดลองปรับ แรงดันที่จุดใช้งานที่ประมาณ 5.8 บาร์พบว่ายังใช้งานได้ดีโดยไม่มีผลกระทบต่อการผลิต

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงโดยทำการติดตั้งชุด Pressure Regulator และปรับลดแรงดันที่เครื่องอัดอากาศเฉพาะ เครื่องที่1ลงมาที่ประมาณ 6.5-8 บาร์



ภาพหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อมูล

ชั่วโมงการใช้งานเครื่องอัดอากาศตลอดปี, h	=	4,650	ชั่วโมง/ปี
เวลาการเดินของเครื่องใน 1 Cycle หรือช่วง Load, T_L	=	37	Sec
เวลาการหยุดของเครื่องใน 1 Cycle หรือ Unload, T_U	=	40	Sec
ค่าคงที่ของอากาศ, R	=	0.2871	kJ/kg K
ค่าคงที่ (n), n	=	1.3	-
อุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัด, T_i	=	307.6	K
ความดันอากาศเข้าเครื่องอัด, P_i	=	101.33	kPa
ความดันอากาศออกจากเครื่องอัดเดิม, P_o	=	1500	kPa
ความดันอากาศออกจากเครื่องอัดใหม่, P_{ON}	=	800	kPa
พลังไฟฟ้าใช้กับเครื่องอัดช่วงรับ Load, E_i	=	1.35	kW
ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย, C_E	=	3.73	บาท/kWh

การคำนวณ

พลังงานที่ใช้ในการอัดอากาศก่อนลดความดัน, W_i			
$W_i = (n/(n-1)) \times R \times T_i \times ((P_o/P_i)^{n-1/n} - 1)$	=	330.04	kJ/kg
พลังงานที่ใช้ในการอัดอากาศหลังจากลดความดัน, W_{IN}			
$W_{IN} = (n/(n-1)) \times R \times T_i \times ((P_{ON}/P_i)^{n-1/n} - 1)$	=	233.80	kJ/kg
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์พลังงานในการอัดลดลง, W_s			
$W_s = ((W_i - W_{IN})/W_i) \times 100$	=	29.16	%
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอัดอากาศก่อนลดความดัน, E_o			
$E_o = E_i \times h \times (T_L/(T_L + T_U))$	=	3,016.46	kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องอัดอากาศลดลง, E_s

$$E_s = E_o \times (W_s/100) = 879.61 \quad \text{kWh/ปี}$$

คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้, S_E

$$S_E = E_s \times C_E = 3,280.95 \quad \text{บาท/ปี}$$

* หมายเหตุ : $K = 273 + ^\circ\text{C}$

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน		การปรับลดแรงดันอากาศอัดให้เหมาะสมกับการใช้งาน
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	879.61	kWh/ปี
	0.07495	toe/ปี
ผลประหยัดที่ได้	3,280.95	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.3.3 การลดการใช้พลังงานอากาศอัดที่ไม่เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

เนื่องจากสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมไม้ ดังนั้นจึงมีโอกาที่จะเกิดฝุ่นไม้ตามบริเวณต่างๆ ภายในโรงงานได้ง่าย โดยเฉพาะบริเวณใกล้กับแหล่งกำเนิดฝุ่นไม้ เช่น แพนกตัด, แพนกไส และแพนกเจียร เป็นต้น



ภาพการทำงานในแพนกไสซึ่งก่อให้เกิดฝุ่นในปริมาณมาก

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากความเป็นมา และลักษณะการทำงานของแพนกต่าง ๆ ในโรงงาน ดังที่ได้กล่าวมานั้น ส่งผลให้พนักงานในโรงงานส่วนของแพนกเตรียมประกอบ จำนวนรวมทั้งสิ้น 52 คน และพนักงานเจียรไม้ 3 คน ต้องทำ ความสะอาดเสื้อผ้าและร่างกาย โดยการใช้อากาศอัดในการเป่าตัว



ภาพการใช้อากาศอัดเป่าตัว และแสดงขนาดท่ออากาศอัดที่ใช้เป่าตัว

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการเข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในครั้งนี้ ทางคณะที่ปรึกษาได้จัดให้มีการฝึกอบรมในหัวข้อ “การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด” ซึ่งทำให้ทีมงานของโรงงานทราบว่าการใช้อากาศอัดในการเป่าตัวนั้นเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก ดังนั้น ทางทีมงานเกิดแนวคิดที่จะลดความสูญเสียดังกล่าว โดยการให้พนักงานใช้ Blower ไฟฟ้าในการเป่าตัวแทนการใช้อากาศอัด

สภาพหลังการปรับปรุง

จากแนวคิดดังกล่าว ทางผู้บริหารของโรงงานจึงได้ดำเนินการจัดซื้อ Blower ไฟฟ้า ขนาด 600 W มาทดลองใช้จำนวน 2 ชุด ในแผนกเตรียมประกอบ 1 ชุด และแผนกเจียร 1 ชุด



ภาพBlower ไฟฟ้าสำหรับเป่าตัว และพนักงานขณะใช้ Blower เป่าตัว

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตาราง แสดงข้อมูลการตรวจวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ

รายละเอียด	สถานที่ใช้งาน			
	โรงเตรียม	โรงประกอบ		
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
ชนิดเครื่องอัดอากาศ	ลูกสูบ	ลูกสูบ	ลูกสูบ	ลูกสูบ
ขนาดพลังไฟฟ้าพิกัด (kW)	3.7	7.5	7.5	10
ข้อมูลตรวจวัดพลังไฟฟ้าช่วง Load				
แรงดันไฟฟ้า (V)	220	392.1	395.1	395.6
กระแสไฟฟ้า (Ir)	11.8	16.51	17.03	19.98
กระแสไฟฟ้า (Ir)	12.5	15.89	17.42	20.53
กระแสไฟฟ้า (Ir)	12.1	15.29	17.85	19.44
ตัวประกอบกำลัง (P.F.)	0.77	0.79	0.80	0.82
พลังไฟฟ้าตรวจวัด (kW)	3.56	8.53	9.54	11.23
ขนาดถังเก็บอากาศอัด (ลิตร)	315	1,560	1,560	1,560
เวลาที่ใช้อัดอากาศให้ความดันเพิ่ม 1 Bar (วินาที)	33	81	77	63
ความสามารถในการผลิตอากาศอัด (m^3/min)	0.57	1.16	1.22	1.49
ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ($\text{kW}/\text{m}^3/\text{min}$)	6.25	7.35	7.82	7.54
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ย ($\text{kW}/\text{m}^3/\text{min}$)	6.25	7.57		

ปริมาณอากาศอัดที่ใช้จากการทดสอบปล่อยอากาศอัดออกทางท่ออ่อนที่ใช้เป่าตัว 1.21 m^3/min ต่อการใช้ 1 จุก

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการคำนวณ

- โรงเตรียมประกอบ

การใช้อากาศอัดเป่าตัวก่อนดำเนินการปรับปรุง

พนักงานโรงเตรียมประกอบจำนวน	52	คน
ใช้อากาศอัดเป่าตัวครั้งละ	30	วินาที
จำนวน	4	ครั้ง/วัน (10.00 น., 12.00 น., 15.00 น. และ 17.00 น.)
วันทำงาน	300	วัน/ปี
ดังนั้น ชั่วโมงการใช้งาน	=	$52 \times (30/3,600) \times 4 \times 300$
	=	520 ชั่วโมง/ปี

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง} &= \text{ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ} \\
 &\times \text{ปริมาณการใช้อากาศอัดต่อครั้ง} \times \text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี} \\
 &= (6.25 \text{ kW/m}^3/\text{min} \times 1.21 \text{ m}^3/\text{min}) \times 520 \text{ hr/ปี} \\
 &= 7.56 \text{ kW} \times 520 \text{ hr/ปี} \\
 &= 3,932.50 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

เนื่องจากในปัจจุบันทางโรงงานได้จัดซื้อ Blower ไฟฟ้าให้ทดลองใช้งานแผนกละ 1 เครื่อง ทำให้พนักงานทั้ง 52 คน ของแผนกเตรียมประกอบส่วนใหญ่ยังคงใช้อากาศอัดในการเป่าตัวเหมือนเดิม และมีพนักงานประมาณ 10 คน ที่สามารถใช้ Blower ไฟฟ้า ในการเป่าตัวได้

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับปรุง} &= \text{พลังงานของ Blower} + \text{พลังงานของเครื่องอัดอากาศ} \\
 &= (\text{พลังไฟฟ้าของ Blower} \times \text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี}) \\
 &\quad + (\text{ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ} \\
 &\quad \times \text{ปริมาณการใช้อากาศอัดต่อครั้ง} \times \text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี}) \\
 &= [0.60 \times 10 \times (30/3,600) \times 4 \times 300] \\
 &\quad + [(6.25 \text{ kW/m}^3/\text{min} \times 1.21 \text{ m}^3/\text{min}) \times 420 \text{ hr/ปี}] \\
 &= [0.60 \text{ kW} \times 100 \text{ hr/ปี}] + [7.56 \text{ kW} \times 420 \text{ hr/ปี}] \\
 &= 3,175.20 + 60 \\
 &= 3,236.25 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

- โรงประกอบ (แผนกเจียร)

การใช้อากาศอัดเป่าตัวก่อนดำเนินการปรับปรุง

พนักงานแผนกเจียร จำนวน	3	คน
ใช้อากาศอัดเป่าตัวรวม 3 คน ครั้งละ	1	นาที
จำนวน	10	ครั้ง/วัน (เฉลี่ยชั่วโมงละครั้ง)
วันทำงาน	300	วัน/ปี
ดังนั้น ชั่วโมงการใช้งาน	=	10/60 x 300
	=	50 ชั่วโมง/ปี

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง} &= \text{ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ} \\
 &\times \text{ปริมาณการใช้อากาศอัดต่อครั้ง} \times \text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี} \\
 &= (7.57 \text{ kW/m}^3/\text{min} \times 1.21 \text{ m}^3/\text{min}) \times 50 \text{ hr/ปี} \\
 &= 9.16 \text{ kW} \times 50 \text{ hr/ปี} \\
 &= 458.00 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

เนื่องจากพนักงานทั้ง 3 คน สามารถใช้ Blower ไฟฟ้า 1 เครื่อง ได้อย่างเพียงพอ
ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับปรุง} &= \text{พลังงานของ Blower} \\
 &= \text{พลังไฟฟ้าของ Blower} \times \text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี} \\
 &= [0.60 \text{ kW} \times 50 \text{ hr/ปี}] \\
 &= 30.00 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &= \Sigma \text{พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง} - \Sigma \text{พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง} \\
 &= (3,932.50 + 458.00) - (3,236.25 + 30.00) \\
 &= 1,124.00 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 1,124.00 \times 85.21 \times 10^{-6} \\
 &= 0.10 \text{ toe/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 1,124.00 \times 3.87 \\
 &= 4,349.88 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\text{เงินลงทุนรวม 2 เครื่อง} = 3,959.00 \text{ บาท}$$

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

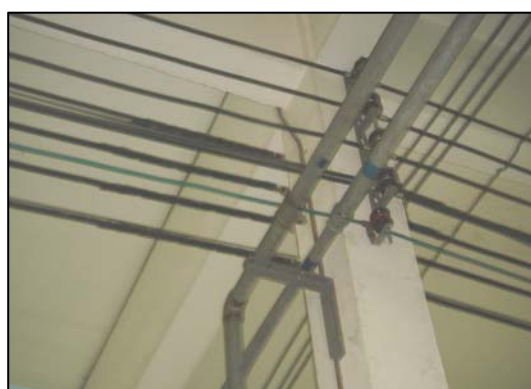
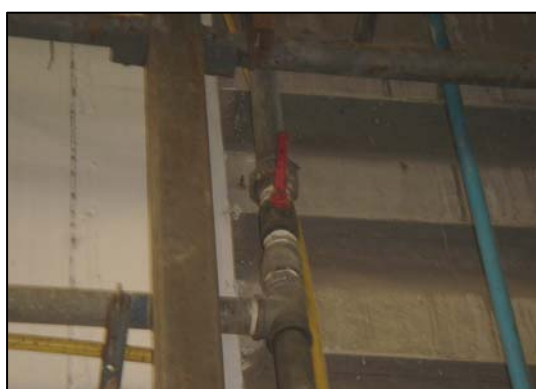
จากรายละเอียดการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการตามมาตรการนี้ จะเห็นได้ว่า เกิดผลประโยชน์อย่างชัดเจน และมีระยะเวลาคืนทุนที่ค่อนข้างเร็ว ดังนั้น ทางโรงงานจึงควรพิจารณาขยายผลการดำเนินการตามมาตรการนี้ โดยการจัดซื้อเครื่อง Blower ไฟฟ้า ให้เพียงพอกับความต้องการของพนักงานทั้งหมด เนื่องจากขนาดของ Blower ในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่าใหญ่เกินความจำเป็น โดยสังเกตจากปริมาณลมเป่าที่สูงมาก และการใช้งานที่พนักงานบางคนใช้ยังไม่ค่อยถนัดมือนัก จึงอาจพิจารณา Blower ไฟฟ้า รุ่นที่มีขนาดเล็กกว่านี้ทั้งในส่วนรูปร่าง และพิกัดกำลังไฟฟ้า เพื่อให้พนักงานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวก และใช้เงินลงทุนในเบื้องต้นลดลง รวมไปถึงผลประโยชน์พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นอีกด้วย

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดการใช้น้ำอากาศอัดที่ไม่เหมาะสม	
เงินลงทุน	3,959.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,124.00	kWh/ปี
	0.10	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	4,349.88	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.91	ปี

3.3.4 การลดการรั่วไหลของอากาศอัด

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจการใช้งานของระบบลมอัดของโรงงาน พบว่าถึงแม้โรงงานจะมีช่วงเวลาประจำวันให้กับพนักงานทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้การทำงาน แต่ในหลาย ๆ จุดของระบบลมอัดยังคงมีการดูแลรักษาไม่ดีพอ ทำให้มีลมในระบบอัดรั่วในโรงงานอยู่ โดยเฉพาะตามข้อต่อวาล์วต่าง ๆ หากมีการอุดรอยรั่วจะเป็นผลทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานลดลง และเต็มตามสมรรถนะ อีกทั้งยังสามารถช่วยในการลดการสูญเสียพลังงานลงได้ด้วย



ภาพแสดงจุดที่เกิดการรั่วไหลของอากาศอัด

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

ระบบลมอัดที่ใช้ในโรงงาน เป็นระบบลมอัดแบบปั๊มลูกสูบ มีถังพักลมอัดในระบบลมอัด มีสภาพการใช้งานที่ดี แต่ในบางจุดยังขาดการบำรุงรักษาที่สม่ำเสมอ คือตามข้อต่อ หรือวาล์วจ่ายลมอัดมีการรั่วของลมอัดอยู่ตลอดเวลา ความดันลมอัดใช้งานมีค่าประมาณ 7 kg/cm^2 หากมีการดำเนินการตรวจสอบและอุดรอยรั่วของลมอัด จะสามารถลดการสูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้

ตารางการตรวจวัดลมรั่วในระบบลมอัดในโรงงาน

การตรวจวัดครั้งที่ 1			
เวลาช่วง on-load	เวลาช่วง off-load	กระแสช่วง on-load	กระแสช่วง off-load
26 วินาที	128 วินาที	35 (แอมป์)	17 (แอมป์)
การตรวจวัดครั้งที่ 2			
เวลาช่วง on-load	เวลาช่วง off-load	กระแสช่วง on-load	กระแสช่วง off-load
27 วินาที	130 วินาที	35 (แอมป์)	17 (แอมป์)

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

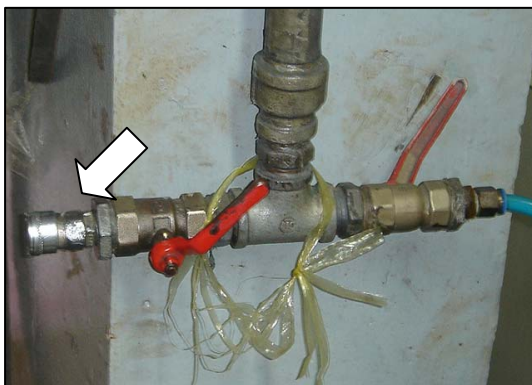
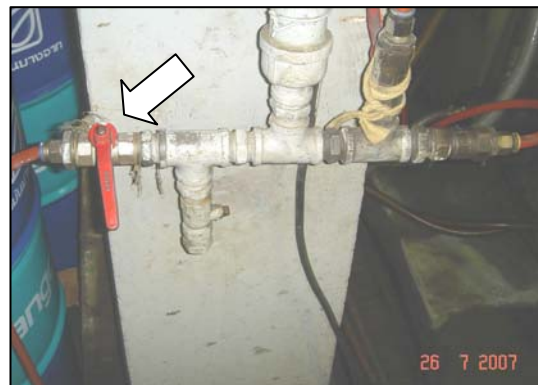
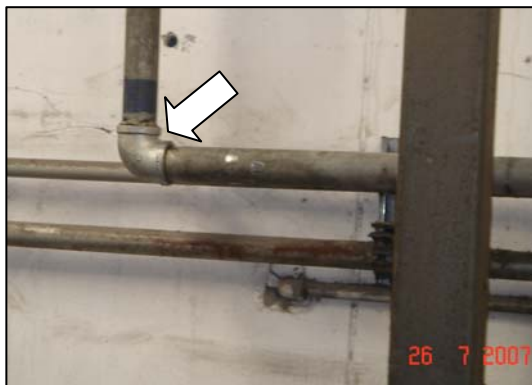
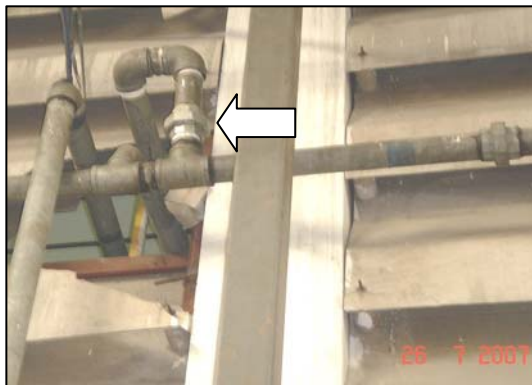
ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานของบริษัทและทีมงานที่ปรึกษาร่วมกันเดินสำรวจพื้นที่ใช้งานของเครื่องจักรต่าง ๆ พบว่าระบบส่งลมอัดมีรอยรั่วของลมอัดที่ข้อต่อ และวาล์วตลอดเวลา ทำการแก้ไข และเปลี่ยนแปลงวาล์ว และข้อต่อที่ใช้งานไม่ได้ เพื่อลดความสูญเสียจากลมอัดรั่ว

สภาพหลังปรับปรุง

ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานของโรงงานดำเนินการตรวจสอบ และแก้ไขโดยอุดรอยรั่วตามข้อต่อ วาล์ว และบริเวณที่เกิดการรั่วของลมอัดผ่านมาตรการชี้เป้า และหลังจากแก้ไขตามจุดต่าง ๆ แล้วได้ทำการตรวจวัดในระบบอีกหลายครั้ง ซึ่งผลการตรวจวัดเป็นดังนี้

ตารางการตรวจวัดลมรั่วหลังการปรับปรุง

การตรวจวัดครั้งที่ 1			
เวลาช่วง on-load	เวลาช่วง off-load	กระแสช่วง on-load	กระแสช่วง off-load
22 วินาที	671 วินาที	34.4 (แอมป์)	16.8 (แอมป์)
การตรวจวัดครั้งที่ 2			
เวลาช่วง on-load	เวลาช่วง off-load	กระแสช่วง on-load	กระแสช่วง off-load
22 วินาที	665 วินาที	34.5 (แอมป์)	16.7 (แอมป์)
การตรวจวัดครั้งที่ 3 (ตรวจวัดในวัดถัดไป)			
เวลาช่วง on-load	เวลาช่วง off-load	กระแสช่วง on-load	กระแสช่วง off-load
23 วินาที	662 วินาที	34.6 (แอมป์)	16.8 (แอมป์)
การตรวจวัดครั้งที่ 4 (ตรวจวัดในวัดถัดไป)			
เวลาช่วง on-load	เวลาช่วง off-load	กระแสช่วง on-load	กระแสช่วง off-load
22 วินาที	662 วินาที	34.6 (แอมป์)	16.8 (แอมป์)



ภาพตัวอย่างอุปกรณ์ที่ดำเนินการเปลี่ยนเพื่อลดการรั่วไหลของอากาศอัด

แนวทางการขยายผล

จากการดำเนินการดังกล่าว ทางทีมงานที่ดูแลระบบลมอัด ควรตรวจสอบ ทดสอบ ทดแทนไขว่คว้า และเปลี่ยน วาล์ว และข้อต่อที่เสื่อมสภาพในช่วงที่หัวจ่ายลมพักการทำงาน และถือปฏิบัติเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานประจำวัน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การคำนวณการสูญเสียเนื่องจากลมอัดรั่วก่อนการปรับปรุง

เวลาช่วง on-load เฉลี่ย	= 26.5	วินาที
เวลาช่วง off-load เฉลี่ย	= 129	วินาที
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในช่วง on-load (power factor 0.9)	= 20.73	กิโลวัตต์
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในช่วง off-load (power factor 0.9)	= 10.07	กิโลวัตต์
การรั่วของลมอัด	$= 26.5 * 100 / (26.5+129)$	= 17.04 %
กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากลมอัดรั่ว	$= (20.73 - 10.07) \times 17.04\%$	= 1.82 กิโลวัตต์
โรงงานมีชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย	= 3,348	ชั่วโมง/ปี
คิดเป็นการสูญเสีย	= 1.82 x 3,348	
	= 6,093.36	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปีการ

คำนวณการสูญเสียเนื่องจากลมอัดรั่วหลังการปรับปรุง

เวลาช่วง on-load เฉลี่ย	= 22	วินาที
เวลาช่วง off-load เฉลี่ย	= 665	วินาที
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในช่วง on-load (power factor 0.9)	= 20.44	กิโลวัตต์
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในช่วง off-load (power factor 0.9)	= 9.95	กิโลวัตต์
การรั่วของลมอัด	$= 22 * 100 / (22+665)$	= 3.2 %
กำลังไฟฟ้าสูญเสียจากลมอัดรั่ว	$= (20.44 - 9.95) \times 3.2 \%$	= 0.335 วัตต์
โรงงานมีชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย	= 3,348	ชั่วโมง/ปี
คิดเป็นการสูญเสีย	= 0.335 x 3,348	
	= 1,121.58	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ดังนั้น หลังจากมีการปรับปรุงแก้ไข จะสามารถลดการสูญเสียจากการรั่วของลมอัดได้ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	= 6,093.36 - 1,121.58	
	= 4,971.78	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
คิดเป็น	= 4,971.78 x 85.21×10^{-6}	
	= 0.424	toe
หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	= 4,971.78 x 3.54 บาท/ยูนิท	
	= 17,600.00	บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดการรั่วไหลของอากาศอัด	
เงินลงทุน	10,000.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	4,971.78	kWh/ปี
	0.424	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	17,600.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.57	ปี

3.3.5 การลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารา (ไม้บอร์คฟิงเกอร์จอยส์) โดยมีวัตถุดิบเป็นไม้ยางพารา แปรรูปอบแห้ง มีการใช้เครื่องจักรหลายประเภท เช่น เครื่องไส เครื่องอัดประสาน เครื่องฟิงเกอร์จอยส์ โต๊ะตัด เครื่องดูดฝุ่น เครื่องขัดกระดาษทราย และเครื่องอัดอากาศ มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 234 kW และใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 40,384 kWh / เดือน หรือ 484,608 kWh/ปี เป็นเงิน 1,795,890.86 บาท/ปี อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.72 บาท/kWh



ภาพลักษณะการติดตั้งเครื่องอัดอากาศ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจในระบบอัดอากาศพบว่ามีอากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศ 40 HP จำนวน 1 เครื่อง และตำรอง ขนาด 30 HP อีก 1 เครื่อง โดยสภาพทั่วไปในห้องเครื่องอัดอากาศพบว่าการระบายอากาศของเครื่องมีการพัดระบายหันเข้ากำแพงทำให้อากาศร้อนจะไหลย้อนกลับ ทำให้ดูดเอาอากาศร้อนเข้าเครื่อง อีก



ภาพเครื่องอัดอากาศที่ระบายอากาศร้อนเข้ากำแพง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำการปรับทิศทางการวางเครื่องอัดอากาศใหม่ให้หันทิศทางการระบายไปด้านนอกอาคารแล้วทำการเจาะช่องระบายอากาศให้อากาศร้อนไหลออกนอกอาคารได้สะดวก และไม่ย้อนกลับมาหาเครื่องอัดอากาศอีก

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยหันทิศทางการวางเครื่องอัดอากาศใหม่ทำให้สามารถระบายอากาศร้อนไปทิ้งได้สะดวก ซึ่งสามารถประเมินเป็นผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 10,080.00 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 40,176.00 บาท/ปี



ภาพช่องระบายอากาศที่ใช้ระบายความร้อน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ชั่วโมงการใช้งานเครื่องอัดอากาศตลอดปี	=	2,400	ชม./ปี
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่วัดได้	=	28	kW
อุณหภูมิอากาศภายนอกห้อง	=	32.8	°C
อุณหภูมิอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ	=	44.6	°C
อุณหภูมิอากาศที่สามารถลดได้	=	44.6 – 32.8	°C
	=	11.8	°C

จากความสัมพันธ์

$$\left(\frac{P1V1}{T1} \right) = \left(\frac{P2V2}{T2} \right)$$

P เท่ากัน

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad V(32.8^{\circ}\text{C}) &= (273 + 32.8) / (273 + 44.6) V(44.6^{\circ}\text{C}) \\ &= 0.9628 V(44.6^{\circ}\text{C}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นอากาศที่ } (32.8^{\circ}\text{C}) \text{ มีความหนาแน่นกว่าอากาศที่ } (44.6^{\circ}\text{C}) \\ &= (1 - 0.9628) \times 100 \\ &= 3.72 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น กำลังไฟฟ้าที่ลดได้} &= 28 \times 2,400 \times 3.72 \% \\ &= 2,499.84 \quad \text{kWh/ปี} \\ &= 2,499.84 \times 85.21 \times 10^{-6} \\ &= 0.21 \quad \text{toe/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 2,499.84 \times 3.72 \\ &= 9,299.40 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	2,499.84	kWh/ปี
	0.21	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	9,299.40	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.3.6 การใช้ถังเก็บอากาศอัดที่มีขนาดเหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีผลผลิตหลักคือกล่องหรือลังพลาสติกสำเร็จรูป ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานในส่วน of ระบบอัดอากาศ สำหรับใช้กับเครื่องจักรพ่นกาว, ประกอบไส้ และเป่าทำความสะอาดชิ้นงานรวมทั้งทำความสะอาดร่างกาย



ภาพการใช้งานในระบบอัดอากาศ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการใช้งานในระบบอัดอากาศภายในโรงงาน มีเครื่องอัดอากาศอยู่จำนวน 3 ชุด ซึ่งในการทำงานของเครื่องอัดอากาศจะทำงานพร้อมกัน และจะทำงานตลอดซึ่งในระบบอัดอากาศของโรงงานไม่มีถังพักลม จึงมีการเสนอให้มีการติดตั้งถังพักลม เพื่อที่จะได้ประหยัดพลังงานและช่วยยืดอายุของเครื่องอัดอากาศ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำการสำรวจเครื่องอัดอากาศภายในโรงงาน และทำการตรวจวัดการใช้พลังงานและสังเกตการทำงานของเครื่องอัดอากาศและทำการวิเคราะห์ผลประหยัดและวางแผนงานในการดำเนินการติดตั้ง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากการติดตั้งถังพักลมแล้วไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และยังสามารถประหยัดพลังงาน



ภาพถังพักลมติดตั้งใช้งานกับปั๊มลม

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตาราง ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

Data input

Atmospheric pressure	P_0	1.013	bar
Final pressure off load	P_1	7.5	bar
Final pressure on load	P_2	4.0	bar
Air demand constant	T_2	90.0	sec
Free air delivery	V_0	13.89	l/s
Unload time	T_1	360.0	sec
Load time	T_2	3,600.0	sec
Average compressor power	P_a	4.96	kW
Operation time	O_t	3,600.0	h/yr.
Existing electricity consume	E_1	15,177.60	kWh
Average electricity cost		3.60	B/kWh

ตาราง วิธีการคำนวณ

Result

Volume of air receiver tank; $[(90 \cdot V_0 \cdot P_0)/(P_1 + P_0)]$	V_t	148.75	litters
Selection air receiver tank	$V_{t[\text{new}]}$	500.00	litters
Air consumption; $[(V_0 \cdot T_1)/(T_1 + T_2)]$	V_1	1.26	l/s
Load time; $[(V_1 \cdot (P_1 - P_2))/(P_0 \cdot V_1)]$	T_L	1,368.10	sec
Unload time; $[(V_1 \cdot (P_1 - P_2))/(P_0 \cdot (V_1 - V_0))]$	T_U	136.81	sec
New electricity consume; $[(P_a \cdot T_U)/(T_L + T_U)] \cdot O_1$	E_2	1,623.27	kWh
Electricity saving at Half Load	E_s	6,777.16	kWh
Electricity cost saving		24,397.79	Baht
Investment Cost	In_1	28,500.00	Baht
Installation cost at 25 %	In_2	7,125.00	Baht
Total Cost		35,625.00	Baht
Payback period	B	1.46	Year

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด = 6,777.16 kWh/ปี

คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน = 24,397.79 MJ/ปี

ด้านค่าใช้จ่าย

ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย = 3.60 บาท/kWh

= 6,777.16 x 3.60

= 24,397.79 บาท/ปี

การลงทุน

ราคาถังพักขนาด 500 ลิตร = 28,500.00 บาท

ค่าติดตั้ง = 7,125.00 บาท

รวมเงินลงทุน = 35,625.00 บาท

คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน = 35,625.00/24,397.79

= 1.46 ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการ
ช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้ถึงเก็บอากาศอัดที่มีขนาดเหมาะสม	
เงินลงทุน	35,625.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	6,777.16	kWh/ปี
	0.577	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	24,397.79	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.46	ปี

3.3.7 การเพิ่มขนาดท่อเมนระบบส่งจ่ายอากาศอัด

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก ซึ่งมีการติดตั้งใช้งานเครื่องอัดอากาศ ในการผลิตอากาศอัดที่ความดันเฉลี่ยประมาณ 7 บาร์ เพื่อใช้ในกระบวนการแปรรูปพลาสติก และการพิมพ์สี

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

การเดินท่อส่งจ่ายอากาศอัดของโรงงานนั้น พบว่าท่อเมนส่วนใหญ่มีขนาดเพียง 2 นิ้ว ทำให้เกิดค่าความสูญเสียความดันอากาศ (Pressure Drop) ระหว่างถังลมถึงจุดใช้งานค่อนข้างมาก



ภาพท่อเมนอากาศอัดภายในโรงงานก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

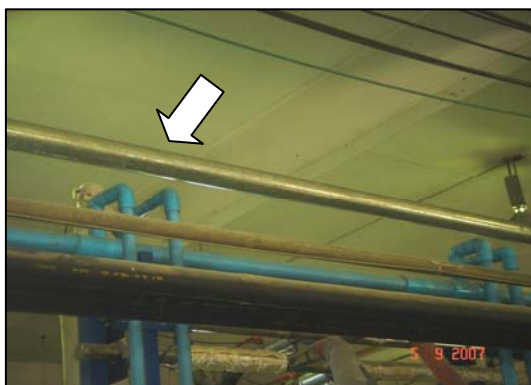
จากปัญหาของระบบดังกล่าว เมื่อได้เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในครั้งนี้ ทำให้ทีมงานได้ทราบถึงความสำคัญของการเลือกขนาดท่อส่งจ่ายอากาศอัดที่เหมาะสม ซึ่งทำให้ค่าความเร็วของอากาศอัดในท่อไม่สูงจนเกินไป และมีค่าความดันตกกระหว่างถังเก็บอากาศอัดถึงจุดใช้งานใกล้เคียงไม่มากนัก ทางทีมงานจึงได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงโดยการเพิ่มขนาดท่อส่งจ่ายอากาศอัดให้ใหญ่ขึ้น แก่ผู้บริหารซึ่งเมื่อผู้บริหารได้รับทราบข้อมูลอันเป็นประโยชน์ดังกล่าว จึงได้อนุมัติให้ดำเนินการติดต่อผู้รับเหมาจากภายนอกเข้ามาประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง จากนั้นจึงได้พิจารณาอนุมัติงบประมาณในการดำเนินการ และทางบริษัท ผู้รับเหมา ก็ได้ดำเนินการเตรียมงานในส่วนของวัสดุที่ใช้เช่น ท่ออากาศอัดขนาด 4 นิ้ว ยาว 10 เมตร จำนวน 10 ท่อน, ข้อต่อท่อชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์ยึดติดต่อกับโครงสร้างอาคาร ดังแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จะใช้ในการปรับปรุงได้ดังภาพ



ภาพอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

เมื่อทางบริษัทผู้รับเหมาได้ดำเนินการติดตั้งท่อเมนของอากาศอัด ขนาด 4 นิ้ว ตามแนวท่อเมนขนาด 2 นิ้ว เดิม เสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถแสดงภาพถ่ายท่ออากาศอัดขนาด 4 นิ้วใหม่ได้ดังรูป

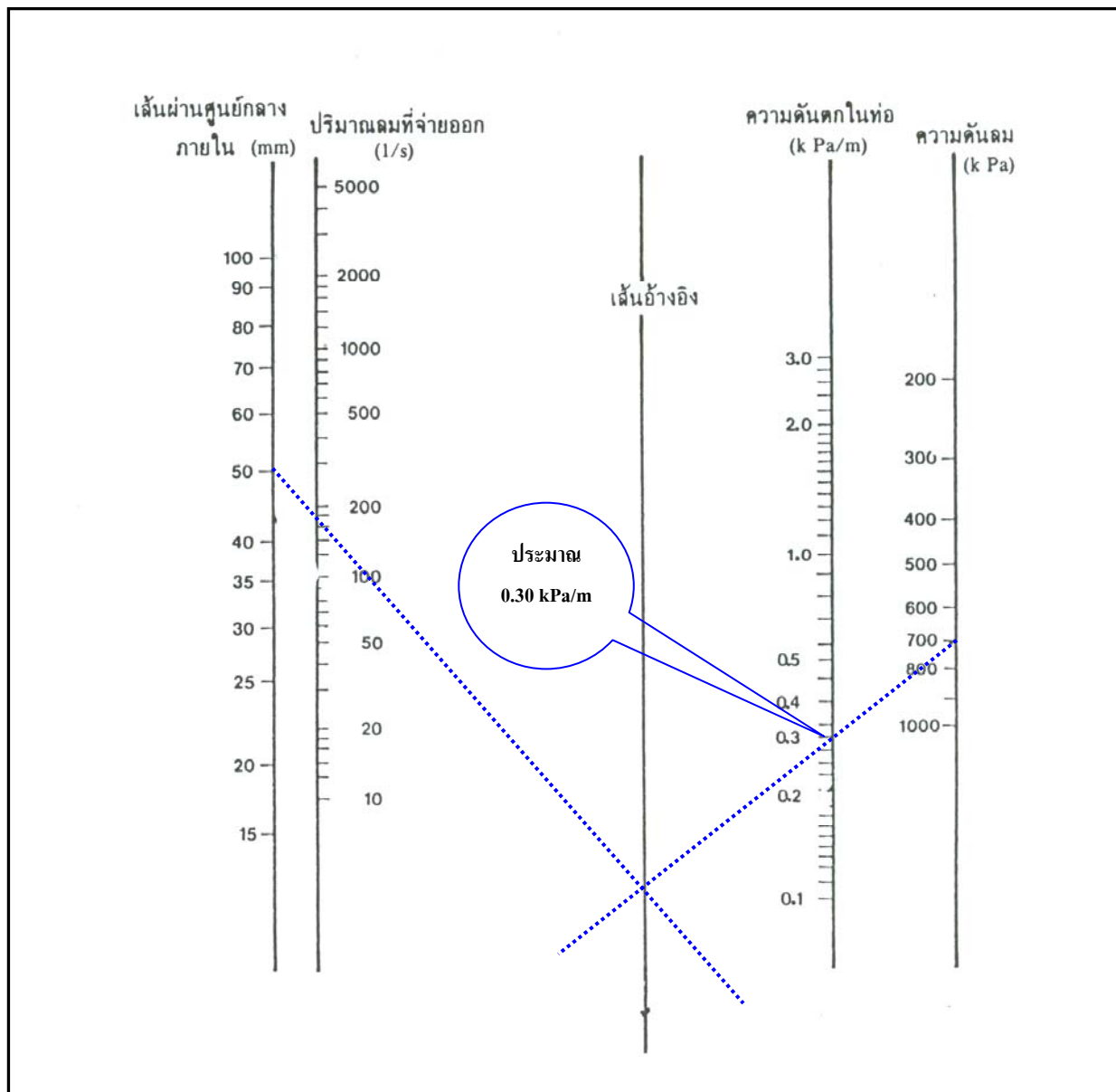


ภาพแสดงท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัดขนาด 4 นิ้วที่ดำเนินการติดตั้งใหม่

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การวิเคราะห์ผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ จะแสดงถึงค่าความดันสูญเสียที่ลดลงหลังดำเนินการเพิ่มขนาดท่ออากาศอัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เป็นขนาด 4 นิ้ว ที่ความยาวรวมในการปรับปรุงทั้งสิ้น 60 เมตร โดยอาศัยกราฟที่ใช้ในการประเมินค่าความดันตก (Pressure Drop) ในท่อเหล็ก ซึ่งสามารถแสดงค่าความดันตกในท่อ ; kPa / m. ก่อนการปรับปรุง ได้ดังรูป (จากข้อมูลปริมาณการใช้ลมอัดประมาณ 165 l/s และความดันใช้งานเฉลี่ยที่ 700 kPa)

กราฟแสดงค่าความดันตกในท่อเหล็ก



หมายเหตุ : กราฟ และหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ อ้างอิงจาก “คู่มือการประหยัดพลังงาน สำหรับระบบอากาศอัด” จัดทำโดย โครงการตำราทางวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย

จากกราฟ จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงมีความดันตกประมาณ 0.30 kPa / m.
ดังนั้น ความยาวท่อที่ทำการปรับปรุงทั้งสิ้น 60 m. จะมีความดันตก = 0.30 x 60
= 18.00 kPa
= 0.18 Bar

และหาก Plot Graph เดิมด้วยค่าขนาดท่อ 100 mm. จะพบว่าเส้นกราฟตัดแกนความดันตกในท่อ ในช่วงที่มีค่าต่ำ(ต่ำกว่าสเกลที่มีระบุไว้อย่างมาก) ดังนั้นผลประโยชน์จากมาตรการนี้จะประเมินเป็นผลประโยชน์ในขั้นต่ำโดยเสมือนว่าเส้นกราฟตัดแกนค่าความดันตกที่ค่า 0.05 kPa / m.

ดังนั้น ค่าความดันตกหลังปรับปรุง = 0.05 x 60
= 3.00 kPa
= 0.03 Bar
คิดเป็นความดันสูญเสียที่ลดลง = 0.18 – 0.03
= 0.15 Bar

ซึ่งการที่มีค่าความดันตกในเส้นท่อดังกล่าว จะส่งผลทำให้ทางโรงงานสามารถปรับตั้งค่าความดันที่เครื่องอัดอากาศให้ลดต่ำลงได้ ประมาณ 0.15 Bar จากระดับความดันด้านสูง (Pressure Cut-Off) ซึ่งตั้งไว้ที่ 7.30 Bar และผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับมาตรการนี้ จะคำนวณจาก การที่ความดันใช้งานลดต่ำลง 0.50 Bar ที่ระดับความดันประมาณ 7 Bar จะทำให้ประหยัดพลังงานได้ 4 %

ดังนั้น ความดันปรับตั้งลดลง 0.15 Bar ประหยัดพลังงาน = (0.15 / 0.50) x 4%
= 1.2 %

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องอัดอากาศ หลังการปรับปรุงตามมาตรการลดการรั่วไหลในระบบส่งจ่ายอากาศอัด ตามรายละเอียดการตรวจวัดที่ได้ สามารถประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุงสำหรับมาตรการนี้ได้ ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอัดอากาศเครื่องที่ 1-3 ใช้ = $[\sum (kW_{Load} \times \% Load) + \sum (kW_{Unload} \times \% Unload)]$
x ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = $\{[(43.53 \times 0.70) + (18.01 \times 0.30)] + [(32.09 \times 0.90) + (9.56 \times 0.10)] + [(33.16 \times 0.40) + (11.80 \times 0.20)]\} \times 24 \times 336$
= 655,885.44 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	655,885.44 x 1.2 %
	=	7,870.63 kWh/ปี
	=	7,870.63 x 85.21 x 10 ⁻⁶
	=	0.67 toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	7,870.63 x 3.09
	=	24,320.25 บาท/ปี
เงินลงทุนที่ใช้ทั้งสิ้น	=	48,150.00 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	=	1.98 ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในระบบอากาศอัดที่มากยิ่งขึ้น ทางโรงงานควรให้ความสำคัญกับการปรับตั้งความดันที่ใช้ในการผลิตอากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่อง โดยปรับตั้งความดันให้ต่ำที่สุดที่สามารถทำให้เครื่องจักรที่ใช้อากาศอัดทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยการทดลองปรับลดความดันที่เครื่องอัดอากาศลงทีละเล็กละน้อย รวมทั้งปรับตั้งช่วงความดันด้านต่ำ และด้านสูง ให้เหมาะสม

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การเพิ่มขนาดท่อเมนระบบส่งจ่ายอากาศอัด	
เงินลงทุน	48,150.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	7,870.63	kWh/ปี
	0.67	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	24,320.25	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.98	ปี

3.3.8 การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการติดตั้งใช้งานเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ ขนาด 3.70 kW จำนวน 2 เครื่อง โดยใช้งานจริงเพียง 1 เครื่อง (อีก 1 เครื่องอยู่ในสภาพชำรุดไม่สามารถใช้งานได้) ซึ่งเครื่องอัดอากาศที่ใช้งานอยู่นั้นผลิตความดันในช่วง 7-8 Bar_g เพื่อส่งอากาศอัดไปใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน



ภาพเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบที่ติดตั้งใช้งานในปัจจุบัน

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจสภาพอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานภายในโรงงานร่วมกัน ทำให้พบว่าเครื่องอัดอากาศของโรงงานมีการทำงานตลอดเวลา กล่าวคือผลิตอากาศอัดได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับปริมาณการใช้รวมกับปริมาณการรั่วไหลในระบบ จากการสังเกตดังกล่าว ทีมที่ปรึกษาจึงได้แนะนำวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศให้กับทีมงานของโรงงาน จากนั้นจึงร่วมกันดำเนินการตรวจวัดความสามารถในการผลิตอากาศอัด และค่าพลังไฟฟ้าที่เครื่องอัดอากาศใช้ในช่วงพักกลางวัน ซึ่งไม่มีการใช้อากาศอัดในกระบวนการผลิต ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ พบว่า เครื่องอัดอากาศมีการใช้พลังงานต่ำกว่าปกติเล็กน้อย แต่มีความสามารถในการผลิตอากาศอัดต่ำกว่าปกติอย่างมาก ดังรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ดังแสดงในหัวข้อวิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจากการตรวจสอบสภาพในเบื้องต้น พบว่า เครื่องอัดอากาศดังกล่าวซึ่งมีชุดลูกสูบ 3 ชุดนั้น มีการชำรุดของลิ้นวาล์วอยู่จำนวน 2 ชุด ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้อัดอากาศได้ในปริมาณน้อย



ภาพขณะจับเวลาการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศ



ภาพการชำรุดของเครื่องอัดอากาศที่ไม่สามารถดูดอากาศได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

เมื่อได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ และพบว่าเครื่องอัดอากาศที่ใช้อยู่มีสภาพชำรุด ทำให้ผลิตอากาศอัดได้น้อย ประกอบกับ เครื่องอัดอากาศอีกเครื่องที่ปัจจุบันไม่ได้ใช้งานนั้นก็มีสภาพชำรุดด้วยอาการที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้น ทางทีมงานจึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการซ่อมเครื่องอัดอากาศอีกเครื่องให้มีสภาพที่สมบูรณ์ และนำมาใช้งานเป็นหลักแทนเครื่องเดิม เนื่องจากเครื่องอัดอากาศที่จะทำการซ่อมนี้ มีขนาดถึงเก็บอากาศอัดที่ใหญ่กว่า และมีขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าเท่ากัน คือ 3.70 kW

สภาพหลังการปรับปรุง

จากแนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าว ทางทีมงานได้ดำเนินการเป็นที่เรียบร้อย ดังสามารถแสดงภาพหลังการปรับปรุงได้ดังภาพ



ภาพเครื่องอัดอากาศเดิมซึ่งยกเลิกการใช้งาน และเครื่องอัดอากาศอีกเครื่องหลังดำเนินการปรับปรุง

ซึ่งหลังจากดำเนินการดังกล่าวแล้วนั้นทางทีมที่ปรึกษา ได้ร่วมกับทีมงานของโรงงานในการตรวจวัดค่าอัตราการผลิตอากาศอัด และค่าพลังไฟฟ้าที่เครื่องอัดอากาศใช้ ซึ่งพบว่าค่าทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าเครื่องอัดอากาศเดิมพอสมควร ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ในหัวข้อวิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน



ภาพแสดงการตรวจวัดประสิทธิภาพการผลิตอากาศอัด และพลังไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดเพื่อใช้ในการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงานในมาตรการนี้ สามารถแสดงได้ดังตาราง

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด

รายละเอียด	เครื่องเดิม (ก่อนปรับปรุง)	เครื่องใหม่ (หลังปรับปรุง)
ชนิดเครื่องอัดอากาศ	ลูกสูบ	ลูกสูบ
ขนาดพลังไฟฟ้าพิกัด (kW)	3.7	3.7
กำลังการผลิตอากาศอัดพิกัด (ลิตร/นาที)	767	770
ขนาดถังเก็บอากาศอัด (ลิตร)	148	280
ข้อมูลตรวจวัดพลังไฟฟ้าช่วง Load		
แรงดันไฟฟ้า (V)	395.6	396.0
กระแสไฟฟ้า (Ir)	6.48	6.42
กระแสไฟฟ้า (Ir)	6.67	6.50
กระแสไฟฟ้า (Ir)	6.52	6.48
ตัวประกอบกำลัง (P.F.)	0.74	0.77
พลังไฟฟ้าตรวจวัด (kW)	3.32	3.42
ข้อมูลตรวจวัดการผลิตอากาศอัด		
ช่วงความดันที่ใช้ทดสอบ (บาร์เกจ)	7-8	7-8
เวลาที่ใช้ในการเพิ่มความดันในช่วงทดสอบ (วินาที)	48	40
ความสามารถในการผลิตอากาศอัด (ลิตร/นาที)	185	420
ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (kW/m ³ /min)	17.97	8.13

หมายเหตุ : ความสามารถในการผลิตอากาศอัด = ปริมาตรถังอากาศอัด / เวลาที่ใช้ในการเพิ่มความดัน 1 บาร์
ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน = พลังไฟฟ้าตรวจวัด / ความสามารถในการผลิตอากาศอัด

จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งก่อน และหลังการปรับปรุงตามที่ได้แสดงในตารางข้างต้นนั้น สามารถคำนวณประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบอากาศอัดได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = พลังไฟฟ้า x ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี
x เปอร์เซนต์การเปิดใช้งาน x Load Factor

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = $3.32 \times 11 \times 300 \times 0.80 \times 0.95$
= 8,326.56 kWh/ปี

โดยที่

$$\begin{aligned}\text{Load Factor}_{\text{หลังปรับปรุง}} &= (\text{Load Factor}_{\text{ก่อนปรับปรุง}} \times \text{ปริมาณอากาศที่ผลิตได้}_{\text{ก่อนปรับปรุง}}) \\ &\quad / \text{ปริมาณอากาศที่ผลิตได้}_{\text{หลังปรับปรุง}} \\ &= [(0.95 \times 185) / 420] \\ &= 0.40\end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง} &= 3.42 \times 11 \times 300 \times 0.80 \times 0.40 \\ &= 3,611.52 \quad \text{kWh/ปี} \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= \text{พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง} - \text{พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง} \\ &= 8,326.56 - 3,611.52 \\ &= 4,715.04 \quad \text{kWh/ปี} \\ &= 4,715.04 \times 85.21 \times 10^{-6} \\ &= 0.40 \quad \text{toe/ปี} \\ \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 4,715.04 \times 3.43 \\ &= 16,172.59 \quad \text{บาท/ปี} \\ \text{เงินลงทุน} &= 6,042.00 \quad \text{บาท} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 0.37 \quad \text{ปี}\end{aligned}$$

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

หลังจากที่ได้เข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ทำให้ทีมงานของโรงงานได้เข้าใจถึงขั้นตอน และวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตอากาศอัดของเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่องได้เป็นอย่างดี ซึ่งการตรวจวัดดังกล่าวไม่ต้องใช้เครื่องมือวัดแต่อย่างใด (ใช้เพียงนาฬิกาจับเวลา) ดังนั้นทางทีมงานจึงควรหมั่นตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศอย่างสม่ำเสมอ เพื่อดำเนินการปรับปรุงได้อย่างทันทั่วทั้งที่ เมื่อพบว่าเครื่องอัดอากาศใดมีความสามารถในการผลิตอากาศอัดต่ำลง

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	
เงินลงทุน	6,042.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	4,715.04	kWh/ปี
	0.40	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	16,172.59	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.37	ปี

3.4 ระบบฮีตเตอร์ไฟฟ้า

3.4.1 การปรับปรุงระบบฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานมีการใช้เครื่องฉีดพลาสติกจำนวนมาก ซึ่งแต่ละเครื่องต้องให้ Heater ที่มีขนาดแตกต่างกัน เพื่อใช้ความร้อนในการหลอมเม็ดพลาสติก ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 200 °C ถึง 250 °C (ขึ้นอยู่กับชนิดของเม็ดพลาสติก) โดยที่ตัว Heater ไม่มีการหุ้มฉนวนกันความร้อนสูญเสีย จึงทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนสู่อากาศแวดล้อม และส่งผลให้ Heater ทำงานตลอดเวลา เป็นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

โรงงานมีการใช้ Heater ไฟฟ้า ในการหลอมเม็ดพลาสติกสำหรับเครื่องฉีด เป็นจำนวนมาก แต่ไม่มีการป้องกันความร้อนสูญเสียที่บริเวณผิวด้านนอกของ Heater ทำให้ปริมาณความร้อนที่ผลิตได้ที่มีอุณหภูมิ 270 °C เกิดการถ่ายเทความร้อนไปกับสิ่งแวดล้อมบริเวณผิวด้านนอกของ Heater ไฟฟ้า ซึ่งอุณหภูมิผิวเฉลี่ยของ Heater มีอุณหภูมิ 250 °C จากการใช้งานดังกล่าว ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดที่ทำการป้องกันความร้อนที่สูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อมโดยการหุ้มฉนวนที่ผิวด้านนอกของ Heater ทั้งนี้ได้ดำเนินการที่เครื่องฉีดขนาดใหญ่ก่อน (ขนาด 650 ton) เพื่อลดการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นจากการใช้แสงในเวลาที่ไม่จำเป็นจากแนวคิดดังกล่าว จึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง โดยดำเนินการควบคู่ไปกับการวัดค่าพลังงานเพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ



ภาพ Heater ไฟฟ้าขนาด 30 kW ที่ไม่มีการหุ้มฉนวนกันความร้อนสูญเสีย ก่อนปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น ทางทีมงานจึงได้ทำการลดทำการป้องกันความร้อนที่สูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อมโดยการหุ้มฉนวนที่ผิวด้านนอกของ Heater ทั้งนี้ได้ดำเนินการที่เครื่องฉีดขนาดใหญ่ก่อน (ขนาด 650 ton) ซึ่งจากการตรวจวัดพื้นผิวที่มีการสูญเสียความร้อนมีพื้นที่ 0.75 m^2 ของการสูญเสียความร้อน มีอุณหภูมิผิวด้านนอก 250°C ส่วนอุณหภูมิใช้งาน 270°C



ภาพฉนวนที่ใช้ในการปรับปรุง



ภาพเครื่องฉีดพลาสติกหลังดำเนินการหุ้มฉนวน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

หลังปรับปรุงคิดการใช้งานการทำความร้อนของ Heater ไฟฟ้า ขนาด 30 kW (ขณะใช้งาน) จำนวน 1 เครื่อง และการสูญเสียความร้อนที่ผิวด้านนอกของ Heater จากเดิมมีอุณหภูมิผิวด้านนอก 250°C เมื่อทำการหุ้มฉนวนแล้วพบว่าอุณหภูมิที่ผิวด้านนอกของฉนวนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 140°C และส่งผลให้การทำงานของ Heater ลดลง จากเดิมทำงานในช่วง Unload ใช้เวลา 17 วินาที เมื่อมีการหุ้มฉนวนทำให้การทำงานในช่วง Unload ใช้เวลา 28 วินาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำงานที่ลดลง 24 % ของการใช้งานปกติ

ชั่วโมงการทำงาน	=	24	ชั่วโมง/วัน
	=	300	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การทำงานของ Heater	=	60	%
เปอร์เซ็นต์การหยุดทำงานของ Heater	=	40	%
คิดการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง	=	30 x 24 x 300 x 0.60	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	=	129,600	kWh/ปี
คิดการใช้พลังงานหลังปรับปรุง ซึ่งการทำงานของ Heater ลดลง 24 %	=	30 x 24 x 300 x 0.60 x 0.24	
	=	31,104	kWh/ปี
ดังนั้นสามารถประหยัดพลังงานได้	=	129,600 - 31,104	
	=	98,496	kWh/ปี
	=	8.4	toe/ปี
ค่าไฟฟ้า 1 kWh = 3.10 บาท	=	98,496 x 3.10	
ประมาณการประหยัดพลังงาน	=	305,337.6	บาท/ปี

อนึ่งการดำเนินการตามมาตรการนี้ นอกเหนือจากผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตามที่ได้แสดงการคำนวณข้างต้นแล้วนั้น ยังมีผลประหยัดทางอ้อมที่โรงงานจะได้รับ คือ การยืดอายุการใช้งานของ Heater ไฟฟ้า เครื่องฉีดพลาสติกได้อีกด้วย

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงระบบฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน	
เงินลงทุน	65,000	บาท
ผลที่ประหยัดได้	98,496	kWh/ปี
	8.4	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	305,337.6	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.21	ปี

3.4.2 การลดช่วงเวลาการทำงานของฮีตเตอร์

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานผลิตของเล่นพลาสติก โดยในกระบวนการผลิตมีการเปิดอุปกรณ์ทิ้งไว้ โดยที่ยังไม่ใช้งานซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าทางโรงงานมีการเปิดฮีตเตอร์เครื่องติดยอบเพื่ออุ่นกาวในเวลา 05.00 น. – 17.00 น. ซึ่งทางโรงงานเริ่มใช้งานเครื่องติดยอบในเวลา 8.00 น.



ภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ทำการเปิดฮีตเตอร์เครื่องติดยอบในเวลา 07.00 น. เพื่ออุ่นกาว ทำให้ลดการใช้พลังงานได้ 2 ชม.

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเนื่องจากค่าไฟฟ้าที่ถูกลง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ
ปัจจุบันช่วงเวลาในการทำงานกะที่ 1 คือ 05.00-17.00 น.				
ขนาดกำลังไฟฟ้าของฮีตเตอร์อุ่นกาว	kW	Pr	Audit data	4.50
จำนวนเครื่อง	เครื่อง	Audit data	n	3.00
ย้ายช่วงเวลาในการทำงานเป็น 07.00-17.00 น.				
ชั่วโมงทำงานที่ลดลง	ชม./วัน	h	Audit data	2
วันทำงานที่เป็นวันต่อปี	วันต่อปี	d	Audit data	300
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	บาท/kWh	Ec	Audit data	4.20
ประหยัดพลังงานไฟฟ้ารวม	kWh/ปี	Esave	$n \times Pr \times h \times d$	8,100.00
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	บาท/ปี	Bsave	$Esave \times Ec$	34,020.00

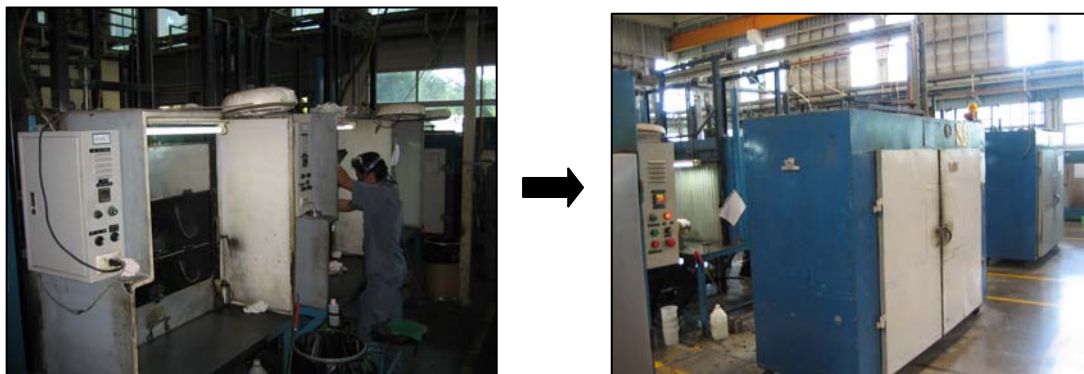
สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การลดช่วงเวลาการทำงานของฮีตเตอร์

เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	8,100.00	kWh/ปี
	0.69	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	34,020.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.4.3 การปรับปรุงการทำงานของอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

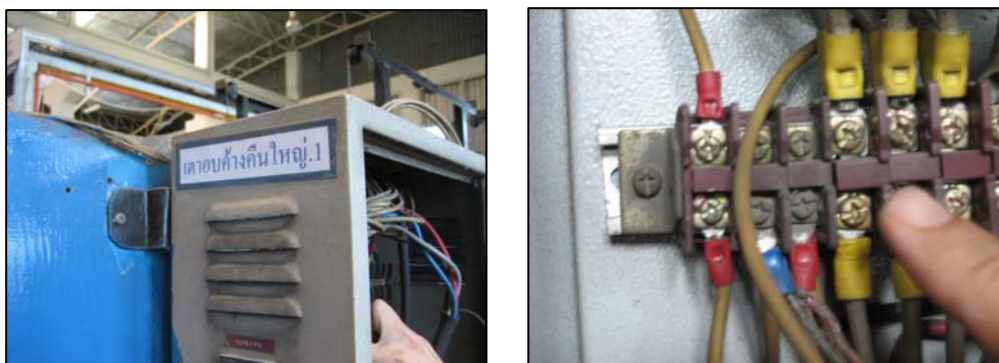
เครื่องอบความร้อน(Oven) 1,2,3,5,6 ตั้งอุณหภูมิไว้ที่125องศาเซลเซียส เครื่องอบความร้อน(Oven) 4, 7-17 และเตาอบค้ำคืน ตั้งอุณหภูมิไว้ที่100องศาเซลเซียส และ เตาอบแกน เตาอบค้ำคืนPIAB I,II ตั้งอุณหภูมิไว้ที่120องศาเซลเซียส



ภาพการทำงานของเครื่องอบ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจตรวจวัด พบว่า เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ(Thermocouple)ต่อ ณ ตำแหน่งห่างจากตัวควบคุมการตัดต่ออุณหภูมิ ประกอบกับมีจุดต่อหลายจุด และยังมีคราบเขม่า ทำให้เกิดค่าความต้านทานไฟฟ้าขึ้น เป็นผลให้การตรวจจับ การตัดต่ออุณหภูมิเกิดการผิดพลาดไปกว่าที่ยอมรับได้ ช่วงเวลาการตัดต่อยาวนานเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน



ภาพ Thermocouple เครื่องอบก่อนการปรับปรุง

ตารางข้อมูลก่อนปรับปรุง

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ที่วัดได้ (kW)	LF	เวลาทำงาน		kWh/ปี	บาท/ปี	toe
				ชม./วัน	วัน/ปี			
Oven 1-3, 5-6	5	37.315	0.85	24	310	235,980.06	849,298.01	20.108
Oven 4, 7-17	11	55.726	0.85	12	310	176,205.61	634,168.31	15.014
เตาอบแกน, เตา อบข้างคั้น	4	31.0625	0.85	24	310	196,439.25	706,989.67	16.739
รวม	20	124.1035	-	-	-	608,624.92	2,190,455.98	51.86093

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.60 (เป็นตัวเลขที่อิงมาจากราคาไฟฟ้า 12 เดือน)

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำความเข้าใจและปรับปรุงจุดต่อ Thermocouple ต่างๆ โดยย้ายมาต่อที่จุดควบคุมการตัดต่อ Heater

สภาพหลังการปรับปรุง

พบว่า การตรวจจับและการตัดต่ออุณหภูมิมีความถูกต้องมากขึ้น เวลาที่ใช้ตัดต่อในแต่ละไซเคิลสั้นลง
เกิดผลประหยัดพลังงาน

ตารางข้อมูลหลังการปรับปรุง

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ที่วัดได้ (kW)	LF	เวลาทำงาน		kWh/ปี	บาท/ปี	toe
				ชม./วัน	วัน/ปี			
Oven 1-3, 5-6	5	37.315	0.833	24	310	231,260.46	832,312.05	19.706
Oven 4, 7-17	11	55.726	0.833	12	310	172,681.50	621,484.94	14.714
เตาอบแกน, เตา อบข้างคั้น	4	31.0625	0.833	24	310	192,510.47	692,849.87	16.404
รวม	20	124.1035	-	-	-	596,452.42	2,146,646.86	50.82371

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.60 (เป็นตัวเลขที่อิงมาจากราคาไฟฟ้า 12 เดือน)

ตารางผลการประหยัด

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ที่ลดได้ (kW)	LF	เวลาทำงาน		kWh/ปี	บาท/ปี	การ ลงทุน (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (บาท/ปี)	toe
				ชม./วัน	วัน/ปี					
Oven 1-3, 5-6	5	-	0.017	24	310	4,719.60	16,985.96	0.00	0.00	0.402
Oven 4, 7-17	11	-	0.017	12	310	3,524.11	12,683.37	0.00	0.00	0.300
เตาอบแกน, เตาอบค้ำคืน	4	-	0.017	24	310	3,928.79	14,139.79	0.00	0.00	0.335
รวม	20	-	-	-	-	12,172.50	43,809.12	0.00	-	1.037

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.60 (เป็นตัวเลขที่อิงมาจากตารางค่าไฟ 12 เดือน)

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนการปรับปรุง

$$\text{kWh/y}_{\text{before}} = \text{kW}_{\text{actual load, before}} \times \text{ชม./วัน} \times \text{วัน/ปี} \times \text{LF}$$

หลังการปรับปรุง

$$\text{kWh/y}_{\text{after}} = \text{kW}_{\text{actual load, after}} \times \text{ชม./วัน} \times \text{วัน/ปี} \times \text{LF}$$

ผลประโยชน์

$$\text{kWh/y}_{\text{saving}} = \text{kWh/y}_{\text{before}} - \text{kWh/y}_{\text{after}}$$

$$\text{Baht/y}_{\text{saving}} = \text{kWh/y}_{\text{saving}} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี (Baht/y)}$$

$$\text{toe}_{\text{saving}} = \text{kWh/y}_{\text{saving}} \times (85.21 \times 10^{-6})$$

ระยะเวลาคืนทุน

$$\text{เงินลงทุน (Baht) / ผลประโยชน์ (Baht/y}_{\text{saving}})$$

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในอนาคตควรพิจารณาในเรื่องของอุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อที่มีความละเอียดกว่านี้เช่น ใช้ PI- Controller แทนที่ระบบแบบเก่า ซึ่งจะทำให้การตัดต่ออุณหภูมิมีความแม่นยำมากขึ้น

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การปรับปรุงการทำงานของอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ

เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	12,172.5	kWh/ปี
	1.037	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	43,809.12	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.4.4 การปรับลดอุณหภูมิของฮีตเตอร์ในช่วงเวลาไม่ได้ใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีผลผลิตหลักคือตะกร้าพลาสติก ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วน of ตัว Heater เครื่องสกรีนแบบดรายชื่อของลูกค้า



ภาพการใช้งานของ ของตัว Heater เครื่องสกรีน

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

การใช้ระบบไฟฟ้าในส่วน of ตัว Heater เครื่องสกรีน ภายในโรงงาน ปัจจุบันมีการปรับอุณหภูมิไว้ที่ 300 – 350 องศา ซึ่งจากการสำรวจ of ทีมผู้เชี่ยวชาญร่วมกับทีมอนุรักษ์พลังงาน of โรงงาน พบว่าในช่วงเวลาพัก of พนักงาน ยังไม่มีการกำหนดให้ปรับอุณหภูมิให้ลดลง เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีการใช้เครื่องสกรีนป้มรายชื่อ of ลูกค้า จึงไม่ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงมากนัก เพียงแต่รักษาอุณหภูมิให้แม่พิมพ์ร้อนเท่านั้น ซึ่งในเวลาพักสามารถปรับอุณหภูมิ of Heater ลงได้ที่ 200 องศา จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานลงได้

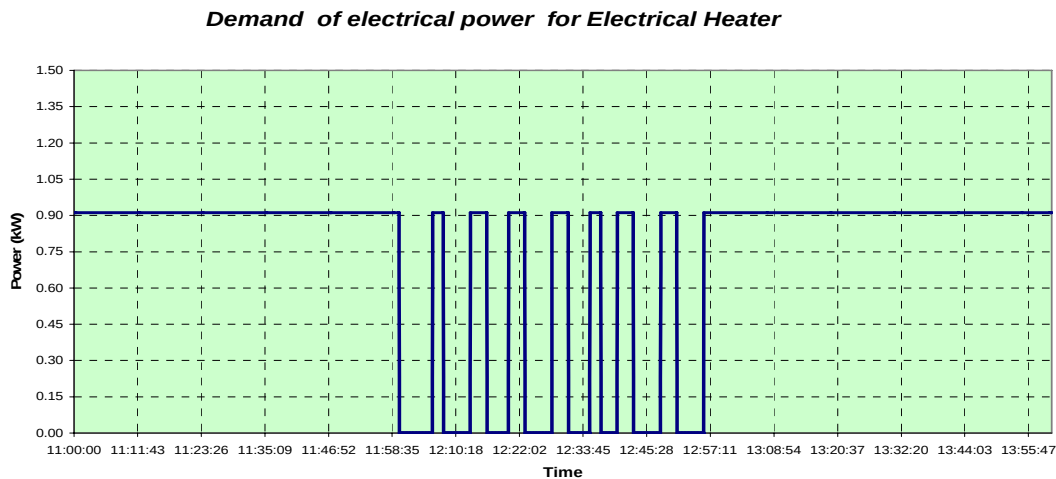
แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำการตรวจเช็ค Heater ก่อนและหลังการดำเนินการ และนำค่ามาวิเคราะห์เพื่อหาผลประหยัด เพื่อกำหนดผู้รับผิดชอบ of แต่ละเครื่องในการปรับตั้งอุณหภูมิ และประชาสัมพันธ์และขอความร่วมมือ of พนักงานให้ช่วยกันดำเนินการตามมาตรการ พร้อมทั้งชี้แจงให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่นั้นได้รับทราบ และให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากมีการดำเนินการปรับลดอุณหภูมิของฮีตเตอร์ของเครื่องสกรีนในช่วงเวลาไม่ได้ใช้งานสามารถประหยัดพลังงานได้ 1,082.90 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 3,292.02 บาทต่อปี และไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิต

กราฟแสดงการใช้งานฮีตเตอร์ของเครื่องสกรีนหลังการปรับปรุง



วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

กำลังไฟฟ้าของ Heater ที่ใช้	=	0.91	kW
จำนวนเครื่อง Heater	=	4	เครื่อง
กำลังไฟฟ้าของ Heater ที่ใช้ทั้งหมด	=	3.64	kW
ชั่วโมงการหยุดพักทำงานของ Heater	=	1	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	=	350	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การทำงาน	=	85	%
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	=	(3.64 x 1 x 350 x 85 / 100)	
	=	1,082.90	kWh/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.04	บาท/kWh
	=	1,082.90 x 3.04	
คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้	=	3,292.02	บาท/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	3,898.44	MJ/ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการ
ช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับลดอุณหภูมิของฮีตเตอร์ในช่วงเวลาไม่ได้ใช้งาน	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,082.90	kWh/ปี
	0.092	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	3,292.02	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.4.5 การทำความร้อนด้วยเชื้อเพลิงชนิดอื่นแทนฮีตเตอร์

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าทางโรงงานมีการใช้เตาเผาใช้พลังงานไฟฟ้า โดยทำงาน 2 ครั้ง แต่แต่ละครั้งมีช่วงทำอุณหภูมิ 3 ชั่วโมง และช่วงอบที่ 780°C อีก 3 ชั่วโมง

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการสำรวจและตรวจวิเคราะห์พบว่ากำลังไฟฟ้ามีกระแส = 32.2 A (22 kW) ถ้าพิจารณาระยะเวลาใช้กระแสไฟฟ้า 4 ชั่วโมง จะคิดเป็นค่าใช้จ่ายไฟฟ้าประมาณ 314 บาท/ครั้ง หรือ 15,000 บาท/เดือน ซึ่งหากพิจารณาใช้เตาเผาแบบแก๊สแทนเตาเผาไฟฟ้าได้ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้เพราะค่าแก๊สราคาถูกกว่า



ภาพแสดงสภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันระดมสมองเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคณะทำงานและการให้คำปรึกษาของทีมงานที่ปรึกษา เพื่อหามาตรการอนุรักษ์พลังงานได้มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานการเปลี่ยนการใช้งานเตาเผาไฟฟ้า เป็นเตาเผาเซรามิกเชื้อเพลิง LPG ซึ่งหากสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานจากเตาเผาไฟฟ้า มาเป็นเตาเผาแบบแก๊สแทนก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ เพราะค่าแก๊สราคาถูกกว่า

สภาพหลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยการปรับเปลี่ยนการใช้งานเตาอบไฟฟ้ามาใช้เตาอบแบบแก๊สแทน เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน สามารถทำให้ประหยัดพลังงานลงได้ดังวิธีคำนวณผลประหยัดที่แสดงดังนี้



ภาพแสดงสภาพหลังการปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

- ถ้ามีการย้ายผลิตภัณฑ์บางส่วนไปอบที่ตู้อบก๊าซได้ เพื่อลดจำนวนครั้งการใช้ตู้อบไฟฟ้าลงจะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้
- หากสามารถปรับเปลี่ยนเวลาการใช้งานเตาอบไฟฟ้าได้ ควรใช้เตาอบแบบแก๊สแทนเพราะพลังงานราคาถูกกว่า แต่หากจำเป็นต้องใช้งาน ควรใช้งานในช่วงเวลา Off Peak คือหลังเวลา 22.00 น. ทั้งนี้ต้องพิจารณาไม่ให้มีผลกระทบกับการผลิต และตั้งเวลาปิดเครื่อง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางข้อมูลการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
ข้อมูล				
พลังงานไฟฟ้าของเตาเผาไฟฟ้า	P_w	kW	-	22
ประสิทธิภาพเตาเผาไฟฟ้า	eff_E	%	-	100
ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง LPG	HV	MJ/kg	-	48
ประสิทธิภาพเตาเผาเชื้อเพลิง LPG	eff_L	%	-	100
วันทำงานต่อปี	D_Y	d/y	-	240
ชั่วโมงการทำงาน	h_D	h/d	-	4
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	C_E	฿/kWh	-	3.82
ค่าเชื้อเพลิง LPG เฉลี่ยต่อหน่วย	C_L	฿/kg	-	14.17
การคำนวณ				
ชั่วโมงการทำงานต่อปี	h_Y	h/y	$h_Y = h_D \times D_Y$	960.00
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง(เตาเผาไฟฟ้า)	E_E	kWh/y	$E_P = (P_w \times h_Y) / eff_E$	21,120.00
คิดเป็นพลังงานเทียบเท่า	E_{EE}	MJ/y	$E_{EE} = E_E \times 3.6$	76,032.00
เมื่อทำการปรับปรุงจะใช้ปริมาณเชื้อเพลิง LPG	E_L	kg/y	$E_L = (E_{EE} / HV) / eff_L$	1,584.00
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเมื่อใช้เชื้อเพลิง LPG	C_{LY}	฿/y	$C_{LY} = E_L \times C_L$	22,445.28
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเมื่อใช้เตาเผาไฟฟ้า	C_{EY}	฿/y	$C_{EY} = E_E \times C_E$	80,678.40
ราคาพลังงานที่ประหยัดได้	C_S	฿/y	$C_S = C_{EY} - C_{LY}$	58,233.12
คิดเทียบเท่าเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_S	kWh/y	$E_S = C_S / C_E$	15,244.27

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การทำความร้อนด้วยเชื้อเพลิงชนิดอื่นแทนฮีตเตอร์

เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	15,244	kWh/ปี
	1.30	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	58,233	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5 ระบบปรับอากาศ/ทำความเย็น

3.5.1 การบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ/ทำความเย็น

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาและ มีการทำงานในส่วนของสำนักงานและส่วนการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง 45 นาทีต่อวัน วัน 300 วันต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปีที่ผ่านมา (ก.ค.2549-มิ.ย.2550)552,000 kWh/ปี ค่าพลังงาน 1,975,401.83 บาท อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.58 บาท/หน่วย

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการสำรวจระบบการใช้งานในระบบปรับอากาศในสำนักงานซึ่งมีติดตั้งที่ฝ่ายบุคคลขนาด 2500 บีทียู/ชั่วโมง 1 ชุด Production ขนาด 48,000 บีทียู/ชั่วโมง 1 ชุด ฝ่ายวางแผนการผลิต ขนาด 20,000 บีทียู/ชั่วโมง 1 ชุดขนาด 36,000 บีทียู/ชั่วโมง 1 ชุดและฝ่ายจัดซื้อขนาด 36,000 บีทียู/ชั่วโมง 1 ชุด โดยมีการใช้งานเป็นประจำจากการตรวจสอบสภาพของเครื่องปรับอากาศพบว่าเครื่องปรับอากาศดังกล่าวขาดการบำรุงรักษาที่ดี โดยสังเกตได้จากชุดคอยล์ร้อนซึ่งสกปรกมาก



ภาพก่อนทำการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดร่วมกันปรึกษากับผู้รับผิดชอบ โดยสามารถปรับปรุงแก้ไขโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริงควบคู่ไปกับการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

สภาพหลังปรับปรุง

เสนอให้มีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะช่วยให้การระบายความร้อนของระบบ และประสิทธิภาพของเครื่องดีขึ้น โดยพิจารณาดำเนินการดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการเดือนละ 1 ครั้ง

- ใช้ลมเป่าทำความสะอาดคอยล์เย็น และคอยล์ร้อนรวมทั้ง Filter ต่าง ๆ
- ใช้น้ำฉีดทำความสะอาดคอยล์ร้อนและ Filter ของคอยล์เย็น
- ตรวจสอบวงจรควบคุมต่างๆ ว่าทำงานถูกต้องตามข้อกำหนดหรือไม่

2) ดำเนินการ 6 เดือน/ครั้ง

- ทำการล้างใหญ่เพื่อทำความสะอาดคอยล์เย็นและคอยล์ร้อน รวมทั้ง Filter โดยใช้น้ำหรือน้ำยาทำความสะอาด
- ตรวจสอบกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ของคอมเพรสเซอร์และพัดลม



ภาพหลังทำการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนปรับปรุง

ฝ่ายบุคคล

พิกัดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	25,000	บีทียู/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัด	2.35	กิโลวัตต์

Production

พิกัดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	36,000	บีทียู/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัด	2.90	กิโลวัตต์

ฝ่ายวางแผนการผลิต

พิกัดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ 1	20,000	บีทียู/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัด	2.58	กิโลวัตต์
พิกัดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ 2	36,000	บีทียู/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัด	2.83	กิโลวัตต์

ฝ่ายจัดซื้อ

พิกัดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	36,000	บีทียู/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัด	2.98	กิโลวัตต์
การทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย	76	เปอร์เซ็นต์
เวลาการใช้งาน	2,625	ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$(2.35+2.90+2.58+2.83+2.98) \times (76/100) \times 2,625$	
	27,211.80	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

หลังปรับปรุง

เครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอจะมีการใช้พลังงานต่างกัันดังนี้

ตารางข้อมูลการคำนวณ

รายการทดสอบ	สภาพเครื่องปรับอากาศ ที่ไม่มีการบำรุงรักษา	สภาพเครื่องปรับอากาศ ที่มีการบำรุงรักษา สม่ำเสมอ	ผลต่าง
Evaporating Temp (°C)	7.2	7.2	-
Condensing Temp (°C)	54.40	51.00	3.40
Ambient Temp (°C)	35	35	-
Power Consumption (Watt)	3,700	3,590	110
Cooling Effect (Btu/hr)	27,900	29,340	1440
EER (Btu/Watt)	7.54	8.17	0.63

หมายเหตุ ข้อมูลในตารางได้จาก Technical data of compressor efficiency

ผลต่างที่ประหยัดได้	=	$(0.63 \times 100) / 8.17$	
	=	7.71	เปอร์เซ็นต์
บำรุงรักษาโดยการล้างใหญ่	=	2	ครั้ง/ปี
หรือผลประหยัดเฉลี่ยทั้งปี	=	7.71×2	
	=	15.42	เปอร์เซ็นต์
ผลประหยัด			
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลง	=	$27,211.80 \times 15.42/100$	
	=	4,196.06	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
	=	$4,196.06 \times 85.21 / 10^6$	
	=	0.357	toe/ปี
ด้านค่าใช้จ่าย			
ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.58	บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
คิดเป็นเงินที่ลดได้	=	$4,196.06 \times 3.58$	
	=	15,021.89	บาท/ปี
สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ/ทำความเย็น		
เงินลงทุน	-	บาท	
ผลที่ประหยัดได้	4,196.06	kWh/ปี	
	0.357	toe/ปี	
ผลประหยัดที่ได้	15,021.89	บาท/ปี	
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที		

3.5.2 การปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการได้ดำเนินกิจการ เป็นโรงแรมที่ก่อตั้งขึ้นเป็นเวลาที่ยาวนาน ซึ่งมีลูกค้าส่วนใหญ่เป็นชาวไทย โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก โดยเฉพาะระบบปรับอากาศ



ภาพอาคารโรงแรม

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

ด้วยสถานประกอบการเป็นโรงแรมที่ก่อตั้งมาเป็นเวลาที่ยาวนานและปัจจุบันได้ทำการปรับปรุงอาคารและอุปกรณ์ โดยการปรับปรุงพื้นที่และจัดห้องนอนรับและห้องพักใหม่ ซึ่งห้องโถงนอนรับแขกซึ่งมีการติดตั้งกระจก โดยรอบซึ่งในบางช่วงของวันมีแสงแดดส่องผ่านกระจกเข้ามาในอาคารทำให้เกิดการสะสมความร้อนในอาคาร

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดที่จะให้มีการลดแสงแดดลงโดยการติดฟิล์มกรองแสงซึ่งทำให้สามารถลดภาระของเครื่องปรับอากาศลงได้ ซึ่งปัจจุบันฟิล์มกรองแสงมีความสามารถในการลดความร้อนในหลายระดับและมีสีหรือแบบให้เลือกมากมาย อีกทั้งฟิล์มกรองแสงมีการบำรุงรักษาน้อยมากดังนั้นหากติดตั้งก็สามารถลดการใช้พลังงานได้และ เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ



ภาพภายในอาคารโรงแรม

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้พิจารณาร่วมกันแล้วทางโรงแรมได้ทดลองเริ่มติดตั้งฟิล์มกรองแสงแล้วพบว่าสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าลดลง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับมาตรการนี้ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จะคำนวณจาก ผลต่างของค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อน และหลังดำเนินการปรับปรุง โดยที่พลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุงได้จากการประเมินการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากการที่มีแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกที่ห้องโถงรับแขก

ก่อนปรับปรุง

ตำแหน่งของอาคารที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ซึ่งคิดภาระความร้อนสูงสุดผ่านกระจก = 163 BTU/hr ft²

คิดเป็น = 514 W/m²

พื้นที่กระจกที่ติดตั้ง = 48 m²

หลังปรับปรุง

ติดตั้งฟิล์มกรองแสงที่กระจก ในอัตราราคา 1,200 บาท/ตารางเมตร

จากข้อมูลฟิล์มกรองแสงทั่วไป

สามารถลดการระความร้อนได้อย่างน้อย	=	30	%
คิดเป็น	=	154	W/m ²
ซึ่งประหยัดพลังงานได้	=	154 W/m ² * 48 m ² /1000	
	=	7.4	kW

หากให้เครื่องปรับอากาศทำงานวันละ 6 ชั่วโมง/วัน 360 วัน/ปี

$$= 7.4 \text{ kW} * 6 \text{ ชั่วโมง/วัน} * 360 \text{ วัน/ปี}$$

$$= 15,984 \text{ kWh/ปี}$$

$$= 15,984 * 85.21 * 10^{-6}$$

$$= 1.36 \text{ toe/ปี}$$

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้

$$= 15,984 * 3.2$$

$$= 51,148.8 \text{ บาท/ปี}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร	
เงินลงทุน	57,600	บาท
ผลที่ประหยัดได้	15,984.00	kWh/ปี
	1.36	toe/ปี
ผลประหยัดที่ได้	51,148.8	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.23	ปี

3.5.3 การปรับเพิ่มอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานประเภทพ่น เคลือบสีฝุ่น พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรประเภทเครื่องล้าง อบ พ่น ในส่วนสำนักงานมีการใช้งานจริงของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจำนวน 6 เครื่องๆละ 18,000 Btu

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

มีการปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน(ชั้นล่าง 4 เครื่อง ชั้นบน 2 เครื่อง เครื่องละ 18000 Btu) ที่ 25 องศาเซลเซียส แต่จากการตรวจวัดพบว่า อุณหภูมิที่ออกมาต่ำกว่าที่ตั้งไว้คือ เฉลี่ยประมาณ 24.1 องศาเซลเซียส ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานนานกว่าปกติ เป็นผลให้มอเตอร์กินกำลังไฟฟ้ามากขึ้น เกิดความสูญเสียด้านพลังงาน



ภาพเครื่องปรับอากาศ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ปรับเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้น 1 องศาเซลเซียส จาก 25 เป็น 26 องศาเซลเซียส

สภาพหลังการปรับปรุง

พบว่า อุณหภูมิของห้องเฉลี่ยอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ทำให้ช่วงเวลาที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานสั้นลง เป็นผลให้เกิดการประหยัดพลังงาน



ภาพตัวอย่างเครื่องปรับอากาศที่ปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 3.24 ข้อมูลในการคำนวณ

รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	ปริมาณ
ข้อมูลทั่วไป			
พลังไฟรวมของเครื่องปรับอากาศ	kW	P	10.00
จำนวนชั่วโมงการทำงาน	h/d	h	8.00
จำนวนวันทำงาน	d/y	d	330
พลังไฟฟ้าต่อกิโวลต์ความเย็นของเครื่องปรับอากาศจริง	kW _e /kW _R	S _E	0.4
แฟกเตอร์การใช้งานห้องปรับอากาศ (Used Factor)	%	US	75.00
ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	฿/kWh	C _E	3.55
อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร	°C	T ₁	25.20
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในอาคาร	%	RH ₁	79.90
เอนทัลปีอากาศภายในอาคาร	Btu/lb	h ₁	60.00
อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร	°C	T ₂	34.30
ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกอาคาร	%	RH ₂	61.10
เอนทัลปีอากาศภายนอกอาคาร	Btu/lb	h ₂	100.00
เอนทัลปีอากาศภายในอาคาร เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้น	Btu/lb	h ₃	70.00

ตารางการคำนวณผลประหยัดพลังงาน

รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	ปริมาณ
การคำนวณ			
ภาระความเย็นเดิมในการปรับอากาศ $Q_O = h_2 - h_1$	Btu/lb	Q_O	40.00
ภาระความเย็นใหม่ในการปรับอากาศหลังจากเพิ่มอุณหภูมิ ภายในอาคารเพิ่มขึ้น $Q_N = h_2 - h_3$	Btu/lb	Q_N	30.00
ภาระการทำความเย็นลดลง $Q_S = Q_O - Q_N$	Btu/lb	Q_S	10.00
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ภาระความเย็นที่ลดลง $P_S = (Q_S \times 100) / Q_O$	%	P_S	25.00
พลังงานไฟฟ้าลดลง $E_S = P \times (P_S/100) \times h \times d \times (US/100)$	kWh/y	E_S	4,950.00
คิดไฟฟ้าที่ประหยัดได้ $S_C = E_S \times C_E$	฿/y	S_C	17,572.5
toe/yr			0.42

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.55

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับเพิ่มอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศ	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	4,950.00	kWh/ปี
	0.42	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	17,572.5	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึงเดือน พฤษภาคม 2550 ประมาณ 381,353 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 1,342,696 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.52 บาทต่อหน่วย การใช้ห้องเย็นเป็นช่วง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ สำหรับห้องเย็นหมายเลข 13, 14, 15 และ 16 เป็นห้องเย็นที่ใช้ในการเก็บหอมหัวใหญ่ และบ่มผิวส้ม ระยะเวลาการใช้งานของห้องเย็นนี้ประมาณ 4-6 เดือน/ปี แต่ในขณะที่เก็บสินค้าเหล่านี้มีการจัดเก็บกล่องบรรจุส้มบังทางลมของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ทำให้อากาศบริเวณดังกล่าวสูงขึ้นมาก ซึ่งเป็นผลทำให้การทำงานของระบบระบายความร้อนทำงานหนักขึ้น เพื่อระบายความร้อนออกจากร้านค้าทำความเย็น

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบการใช้งานของห้องเย็นที่ใช้ในการเก็บหอมหัวใหญ่ และบ่มผิวส้ม พบว่ามีการจัดเก็บกล่องบรรจุส้มไม่เหมาะสม กล่าวคือมีการจัดเก็บในลักษณะบังลมร้อนที่ออกจากระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ทำให้บริเวณดังกล่าว (ด้านหลังของห้องเย็นหมายเลข 13 ถึง 16) อุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 3-5°C เกินกว่าอุณหภูมิของอากาศปกติทั่วไป ทำให้ระบบระบายความร้อนทำงานหนักมากขึ้นเพื่อระบายความร้อนออกจากร้านค้าทำความเย็น หากมีการจัดเก็บกล่องบรรจุให้ออกห่างจากระบบระบายความร้อน จะมีผลทำให้มอเตอร์ของระบบระบายความร้อนทำงานเบาลง ซึ่งเป็นผลทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าอีกทางหนึ่ง

ตารางการตรวจสอบการใช้งานของห้องเย็นที่ใช้เก็บหอมหัวใหญ่และบ่มผิวส้ม

No. ห้องเย็น	ขนาดห้อง (กว้าง x ยาว x สูง)	กำลังไฟฟ้าของ มอเตอร์ระบาย ความร้อน (HP)	ระยะเวลาที่ใช้งาน (วัน/ปี)
13	10 x 15 x 6	2 (2 ตัว)	เก็บหอม 180 วัน
14	10 x 15 x 6	2 (2 ตัว)	เก็บหอม 180 วัน
15	5 x 15 x 6	2 (2 ตัว)	เก็บหอม 180 วัน
16	5 x 15 x 6	2 (2 ตัว)	เก็บหอม 180 วัน

หมายเหตุ การใช้งานของห้องเย็นหมายเลข 15 และ 16 จะมีการบ่มผิวส้มในช่วงที่ไม่มีการเก็บหอมหัวใหญ่

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ดำเนินการสำรวจบริเวณที่วางที่สามารถจัดเก็บกล่องกระดาษบรรจุส้มได้ เพื่อทำการย้ายไปเก็บในบริเวณดังกล่าวในช่วงที่มีการใช้งานห้องเย็นห้องดังกล่าว

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับระบบทำความเย็นแก่ทีมงานที่ดูแลระบบห้องเย็นและฝ่ายสถานที่ เพื่อให้ทำงานประสานงานกันในการจัดเก็บข้อมูลบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด และประหยัดพลังงาน

แนวทางการขยายผล

ทีมงานด้านอนุรักษ์พลังงานในระบบห้องเย็นของโรงงานควรจัดการการใช้ห้องเย็นร่วมกับฝ่ายธุรการ ฝ่ายการผลิต และฝ่ายสถานที่ เพื่อให้การใช้งานของห้องเย็นเต็มสมรรถนะและประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีการคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบระบายความร้อนของห้องเย็นหมายเลข 13 ถึง 16

กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ระบบระบายความร้อน = $2 \times 2 \times 0.746$ กิโลวัตต์/ห้อง

= 2.984 กิโลวัตต์/ห้อง

ระยะเวลาของการใช้ห้องเย็น

= 180 วัน/ปี

เปอร์เซ็นต์การทำงานของมอเตอร์

= 80%

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด

= $2.984 \times 4 \times 24 \times 180 \times 0.8$

= 41,250.82 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

คิดเป็นเงิน

= $41,250.82 \times 3.52$

= 145,202.87 บาท/ปี

เมื่อมีการจัดเก็บกล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์ไม่ให้บังลมร้อนของระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จะสามารถทำให้ระบบระบายอากาศทำงานลดลง 1 – 2% จากการทำงานปกติ ดังนั้น

พลังงานไฟฟ้าลดลงได้

= $41,250.82 \times 1.5\%$

= 618.76 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

คิดเป็น

= $618.76 \times 85.21 \times 10^{-6}$

= 0.0527 toe/ปี

คิดเป็นเงิน

= 618.76×3.52

= 2,178.04 บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์	
เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	618.76	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
	0.0527	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	2,178.04	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5.5 การลดการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็น

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้า จากเดือน กรกฎาคม 2549 ถึงเดือน มิถุนายน 2550 รวมทั้งสิ้น 282,704 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้า 1,021,014 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 บาทต่อหน่วย โดยบริษัทมีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และทำงาน 312 วันต่อปี (6 วันต่อสัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ต่อปี)

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

พบว่าเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน 6 เครื่อง มีขนาดทำความเย็นรวมทั้งสิ้น 192,000 BTU/h (16 ตันทำความเย็น) โดยจะเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา 9:00 – 12:00 น. และ 13:00 – 17:00 น.

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ทีมงานอนุรักษ์พลังงานของทางบริษัท มีแนวคิดที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา 9:30 – 11:30 น. และ 13:30 – 16:30 น. แทน ซึ่งจะทำให้ลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศลงได้ 2 ชั่วโมงต่อวัน และมีผลช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้



ภาพแสดงเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศและการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ให้กับเจ้าหน้าที่ที่ดูแลเครื่องปรับอากาศของโรงงาน เพื่อให้มีการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

แนวทางการขยายผล

ทำความสะอาดตัวแผ่นกรองอากาศเป็นประจำ และให้มีการล้างใหญ่เครื่องปรับอากาศอย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

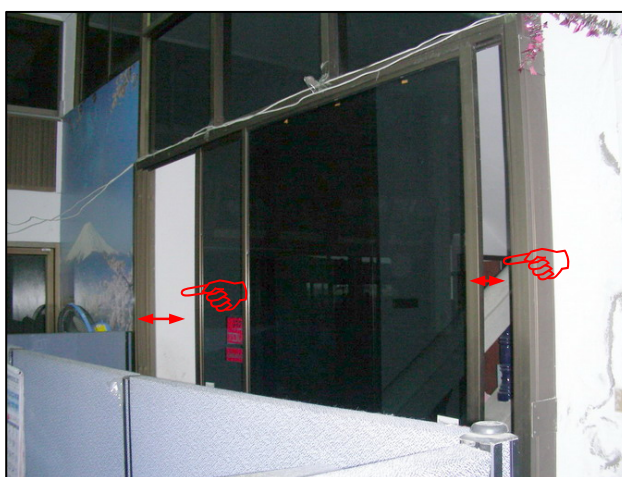
1. เครื่องปรับอากาศ 6 เครื่อง มีขนาดทำความเย็นรวมทั้งสิ้น $= 192,000$ BTU/h
 $= 192,000 / 12,000$
 $= 16$ ตันความเย็น
2. เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเริ่มงานช่วงเช้าและช่วงบ่าย ช่วงละ 30 นาที รวมเป็น 60 นาที (1 ชม.)
 ปิดเครื่องปรับอากาศก่อนพักเที่ยงและก่อนเลิกงาน ช่วงละ 30 นาที รวมเป็น 60 นาที (1 ชม.)
 รวมเวลาที่ลดการใช้เครื่องปรับอากาศลงได้ $= 1 + 1 = 2$ ชม./วัน
3. เวลาที่ลดการใช้เครื่องปรับอากาศใน 1 ปี เท่ากับ
 $= 2 \text{ ชม./วัน} \times 6 \text{ วัน/สัปดาห์} \times 52 \text{ สัปดาห์/ปี} = 624$ ชม./ปี
4. คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ ที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน 80%
 $= 624 \text{ ชม./ปี} \times 1.25 \text{ kW/ตัน} \times 16 \text{ ตัน} \times 0.8 = 9,984$ kWh/ปี
5. คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ $= 9,984 \text{ kWh/ปี} \times 3.6 \text{ MJ/kWh} = 35,942$ MJ/ปี
6. คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ $= 9,984 \text{ kWh/ปี} \times 3.61 \text{ บาท/kWh} = 36,042$ บาท/ปี
7. คิดเป็น toe $= (9,984 \text{ kWh/ปี}) / (11,740 \text{ kWh/toe}) = 0.85$ toe/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็น	
เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	9,984	kWh/ปี
พลังงานที่ประหยัดได้	35,942	MJ/ปี
	0.85	toe/ปี
ประหยัดเงินได้	36,042	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5.6 การลดการรั่วไหลของอากาศเย็น/ป้องกันอากาศร้อนเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีผลผลิตหลักคือตะกร้าพลาสติก ซึ่งภายในสำนักงานมีการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยประตูทางเข้าห้องน้ำและบันไดทางเดินขึ้นชั้น 2 มีการเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา ซึ่งทำให้เป็นภาระของเครื่องปรับอากาศต้องทำงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากอากาศเย็นภายในห้องจะไหลออกหรืออากาศร้อนจากห้องน้ำจะไหลเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์



ภาพลักษณะการรั่วไหลของอากาศเย็นจากการเปิดประตูทิ้งไว้

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจการใช้งานของเครื่องอากาศภายในสำนักงาน พบว่าที่ประตูทางเข้าห้องน้ำและบันได ทางเดินขึ้นชั้น 2 มีการเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา ซึ่งทำให้เป็นภาระของเครื่องปรับอากาศต้องทำงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากอากาศเย็นภายในห้องจะไหลออกหรืออากาศร้อนจากห้องน้ำจะไหลเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์



ภาพแสดงหลังการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทำการสำรวจพื้นที่ส่วนต่างๆ ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ และกำหนดผู้รับผิดชอบในการดูแลไม่ให้เกิดการรั่วไหลของอากาศเย็นออกไปในพื้นที่ต่างๆ โดยทางทีมงานต้องชี้แจงให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่นั้นได้รับทราบ และให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากมีการดำเนินการลดการรั่วไหลของลมเย็นในห้องปรับอากาศภายในสำนักงานแล้ว สามารถประหยัดพลังงานได้ 1,614.76 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 4,908.87 บาท/ปี

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จากสูตร

$$Q = 72 \times CMM_{oa} \times (h_{oa} - h_{rm})$$

แทนค่า Q	คือ	ภาระทำความเย็นเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศภายนอก (kJ/hr.)
CMM_{oa}	คือ	ปริมาณลมที่ผ่านรอยรั่วซึม (m^3/min)
h_{oa}	คือ	เอนทาลปีของอากาศภายนอก (kJ/kg)
h_{rm}	คือ	เอนทาลปีของอากาศภายในห้อง (kJ/kg)
72	คือ	ค่าคงที่ได้จาก $1.2 \text{ kg}/m^3$ (ความหนาแน่นอากาศ) x 60 นาที

รอยรั่วซึม	=	0.81	m ²	
จำนวนช่อง	=	1.00	ช่อง	
ความเร็วลม	=	0.15	m/s	
อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย	=	32.00	°C	
ความชื้นสัมพัทธ์	=	62.00	%	
อุณหภูมิภายในเฉลี่ย	=	25.60	°C	
ความชื้นสัมพัทธ์	=	56.80	%	
ปริมาณลมที่ผ่านรอยรั่วทั้งหมด	=	7.29	ลบม./นาท	
เอนทาลปีของอากาศภายนอก	=	305.22	kJ/kg	
เอนทาลปีของอากาศภายใน	=	298.78	kJ/kg	
ผลต่างเอนทาลปีของอากาศ	=	6.44	kJ/kg	
ภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึม	=	3,381	kJ/hr	
ภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมเป็น BTU	=	3,381/1.055		
	=	3,204.74	BTU/hr	
ภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมเป็น (ตันความเย็น)	=	0.27	ตัน	
ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5	=	10.60	BTU/hr/W _e	
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	3,204.74/10.60		
	=	0.302	kW _e	
ชั่วโมงทำงาน/วัน	=	8.00	ชม./วัน	
วันทำงาน/ปี	=	350.00	วัน/ปี	
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.04	บาท/kWh	
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	=	845.6	kWh/ปี	
คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้	=	2,570.62	บาท/ปี	
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	3,044.16	MJ/ปี	

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การลดการรั่วไหลของอากาศเย็น/ป้องกันอากาศร้อนเข้าสู่ห้องปรับอากาศ

เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	845.6	kWh/ปี
	0.072	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	2,570.62	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5.7 การลดภาระโหลดของเครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็น

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีผลผลิตหลักคือ แป้งมัน ซึ่งมีการปรับอากาศภายในสำนักงานอยู่จำนวนมาก เปิดการใช้งานตั้งแต่เวลา 08:00 – 17 :00 น. ในส่วนของสำนักงานมีพื้นที่ปรับอากาศบางส่วนที่จัดการใช้งานไม่เหมาะสม โดยเป็นพื้นที่เก็บของและมีการใช้งานไม่มากนัก แต่เปิดประตูไว้ตลอดเวลาทำให้ภาระความร้อนในระบบปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นเป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์



ภาพลักษณะการใช้งานของห้องตาชั่งและเครื่องใช้สำนักงาน

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสังเกตการใช้งานของห้องตาชั่งและอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน ซึ่งมีการเปิดประตูไว้ตลอดเวลาเป็นเหตุให้เกิดภาระความร้อนในระบบปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผนังห้องเป็นกระจกและมีแสงแดดส่องเข้ามา ทำให้เกิดภาระความร้อน และปกติภายในห้องนี้มีการใช้งานไม่มากนัก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานจึงเสนอให้ทำการปิดประตูห้องตาชั่งและอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน ในกรณีที่ไม่มีพนักงานทำงาน ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

โดยปกติพนักงานจะเปิดประตูไว้ตลอดเวลาเป็นเหตุให้เกิดภาระความร้อนในระบบปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากการสำรวจกับทีมงานอนุรักษ์พลังงาน พบว่าในช่วงเวลาที่ไม่มีพนักงานทำงานอยู่สามารถปิดประตู

ห้องได้ ดังนั้นจึงเสนอให้ทำการกำหนดผู้รับผิดชอบในการใช้งานของห้องตาข่ายและอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานให้ชัดเจน โดยชี้แจงให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่นั้นได้รับทราบเพื่อลดการใช้พลังงาน



ภาพลักษณะการใช้งานของห้องตาข่ายและเครื่องใช้สำนักงานหลังการปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ คิดเป็นผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 2,696.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย 8,681.13 บาทต่อปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางข้อมูลในการคำนวณการประหยัดพลังงาน

รายละเอียด	หน่วย	ตัวย่อ	ปริมาณ
ข้อมูล			
พื้นที่ปรับอากาศเดิมทั้งสิ้น	m ²	A _T	110.82
พื้นที่ปรับอากาศที่ลดลงหลังทำการกันห้อง	m ²	A _D	14.82
เครื่องปรับอากาศที่ใช้งาน	Btu/h	L	72,000
พลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของเครื่องปรับอากาศจริง	kW/TR	S _E	1.40
ดัชนีภาระการปรับอากาศ	m ² /TR	A _I	18.47
ชั่วโมงใช้งานเครื่องปรับอากาศต่อปี	h/y	h	2,400.00
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	B/kWh	C _E	3.22
ราคาผนังต่อตารางเมตร	B/m ²	C _B	0
พื้นที่ผนังที่จะทำการปรับปรุง	m ²	A _W	0
การคำนวณ			
ต้นทำความเย็นที่ลดลง	TR	T _S	0.80
$T_S = A_D / A_I$			
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี	kWh/y	E _S	2,696.00
$E_S = T_S \times S_E \times h$			
ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ลดลง	B/y	B _S	8,681.13
$B_S = C_E \times E_S$			
การลงทุน			
เงินลงทุนทั้งสิ้น	B	C _I	0
$C_I = C_B \times A_W$			
ระยะเวลาคืนทุน	y	P _B	0.00
$P_B = C_I / B_S$			

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดภาระโหลดของเครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็น	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	2,696.00	kWh/ปี
	0.229	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	8,681.13	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5.8 การใช้เทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการใช้เทอร์โมสแตทชนิดธรรมดา(Bi-metal)ให้ความแม่นยำ(accuracy)ต่ำ ทำให้การควบคุมอุณหภูมิห้องให้ได้ตามที่กำหนดไว้นั้น เครื่องปรับอากาศจะต้องทำงานยาวนานกว่าที่ควรเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิห้องลดต่ำลงระดับที่ตั้งไว้แล้ว ตัวควบคุมจะยังตอบสนองไม่ทันเครื่องปรับอากาศจึงยังคงทำงานต่อไปอีกระยะหนึ่งจึงมีการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ การที่ระยะเวลาทำงานของคอมเพรสเซอร์ยาวนานขึ้นทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น การเปลี่ยนไปใช้เทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์จะทำให้มีความแม่นยำ ในการสั่งงานให้เครื่องปรับอากาศให้สามารถเดินเครื่อง และหยุดเครื่องได้ที่จุดซึ่งปรับตั้งอุณหภูมิไว้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเวลาทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่ลดลงได้

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

เนื่องจากขาดความรู้ด้านเทคนิคและของเดิมยังใช้ได้ปกติ จึงทำให้ไม่มีแนวความคิดที่จะปรับปรุงซึ่งจากการสำรวจพบว่า ในหน่วยงานมีเครื่องปรับอากาศที่ใช้การควบคุมอุณหภูมิ โดยการใช้เทอร์โมสแตทชนิดธรรมดา(Bi-metal) จำนวน 3 เครื่อง



ภาพก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

1. เปลี่ยนเทอร์โมสแตทเดิมเป็นเทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์

สภาพหลังปรับปรุง

เมื่อดำเนินการเปลี่ยนเทอร์โมสตัทเดิมเป็นเทอร์โมสตัทชนิดอิเล็กทรอนิกส์ แล้วสังเกตการทำงาน คอมเพรสเซอร์ พบว่าแฟลตเตอร์การทำงานน้อยลงเกิดการประหยัดพลังงาน



ภาพหลังทำการปรับปรุง

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้เทอร์โมสตัทชนิดอิเล็กทรอนิกส์	
เงินลงทุน	4,500.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	927.00	kWh/ปี
	0.079	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	3,967.56	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.13	ปี

3.5.9 การบริหารการใช้งานห้องเย็นให้มีประสิทธิภาพ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึงเดือน พฤษภาคม 2550 ประมาณ 381,353 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 1,342,696 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.52 บาทต่อหน่วย โดยมีการเก็บส้ม (ห้องเย็น 3 ห้อง) ตลอด 24 ชั่วโมง 365 วันต่อปี และในช่วงฤดูของส้ม (3 เดือน) ห้องเย็นอีกประมาณ 7 ห้องจะถูกนำมาใช้เพื่อเก็บส้มให้เพียงพอ และเก็บพืชผักผลไม้อื่น ๆ (ห้องเย็นที่เหลือ) ตลอด 24 ชั่วโมง ประมาณ 146 – 219 วัน/ปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบการใช้งานของห้องเย็นที่ใช้ในการเก็บส้ม พบว่าการทำงานของห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9 ที่ใช้เก็บส้มตลอดปียังไม่มีจัดการในการเก็บส้มดีเท่าที่ควร กล่าวคือในช่วงที่ไม่ใช่ฤดูของส้มประมาณ 9 เดือน (มีส้มในปริมาณน้อย) ห้องเย็นทั้งสองห้องยังคงเดินเครื่องปกติเพื่อใช้เก็บส้ม แต่เก็บส้มในปริมาณน้อย (โดยเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งห้อง) ซึ่งในบางเดือนมีการเก็บส้มเพียงหนึ่งในสี่ของขนาดห้องห้องเท่านั้น หากมีการจัดการการเก็บส้มที่ดี เช่น นำไปเก็บรวมกันเพียงห้องใดห้องหนึ่งในกรณีที่มีส้มเป็นพันธุ์เดียวกัน (ใช้เก็บในอุณหภูมิและความชื้นเดียวกัน) หรือย้ายเป็นเก็บในห้องเย็นที่มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณของส้มเพื่อใช้งานห้องเย็นได้เต็มประสิทธิภาพ การกระทำได้กล่าวเป็นการช่วยให้ห้องเย็นทำงานได้เต็มสมรรถนะ และเป็นการช่วยประหยัดพลังงานอีกทางหนึ่งด้วย

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ดำเนินการสำรวจรายละเอียดในเรื่องของปริมาณ ระยะเวลาที่ใช้เก็บ และการทำงานของห้องเย็น ของการเก็บส้ม หอมหัวใหญ่ และพืชผักผลไม้อื่น ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์จัดการเก็บส้มเข้าห้องเย็นหมายเลขต่าง ๆ ให้เหมาะสมตามขนาดของห้องเย็น

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับระบบทำความเย็นแก่ทีมงานที่ดูแลระบบห้องเย็นและฝ่ายผลิตจัดส่งสินค้า (ส้มและผลไม้อื่น ๆ) เพื่อให้ทำงานประสานงานกัน และวางแผนในการจัดเก็บ ขนถ่ายส้มได้อย่างเหมาะสมกับขนาดของห้องเย็น

แนวทางการขยายผล

ทีมงานด้านอนุรักษ์พลังงานในระบบห้องเย็นของโรงงานควรจัดการการใช้ห้องเย็นร่วมกับฝ่ายธุรการ ฝ่ายการผลิต และฝ่ายขาย เพื่อให้การใช้งานของห้องเย็นเต็มสมรรถนะและประสิทธิภาพ

ตารางการตรวจสอบการใช้งานของห้องเย็นที่ใช้เก็บส้ม

No. ห้องเย็น	ขนาดห้อง (กว้าง x ยาว x สูง)	กำลังไฟฟ้า คอมเพรสเซอร์ (kW)	ระยะเวลาที่ใช้งาน (วัน/ปี)
3	10 x 10 x 6	16	เก็บส้ม 90 วัน
4	10 x 10 x 6	16	เก็บส้ม 90 วัน
5	10 x 10 x 6	16	เก็บส้ม 90 วัน
6	10 x 10 x 6	16	เก็บส้ม 90 วัน
7	15 x 15 x 6	17.5	เก็บส้ม 182 วัน
8	15 x 15 x 6	31.1	เก็บส้มตลอดปี 365 วัน
9	15 x 15 x 6	31.1	เก็บส้มตลอดปี 365 วัน
17	5 x 30 x 6	8	เก็บส้ม 90 วัน
18	5 x 22.5 x 6	8	เก็บส้ม 90 วัน
19	5 x 22.5 x 6	8	เก็บส้ม 90 วัน

หมายเหตุ - การใช้งานของห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9 จะมีการเก็บและขนถ่ายส้มตลอดทั้งปี

- ห้องเย็นหมายเลขอื่น ๆ ที่เหลือใช้เก็บหอมหัวใหญ่ประมาณ 4 – 6 เดือนเท่านั้น ช่วงเวลาที่เหลืออีก 6 – 8 เดือนไม่มีการใช้งาน ซึ่งอาจจะสามารถใช้ในการเก็บส้มได้

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

กรณีที่เป็นสัมพันธกัน จัดการเก็บส้มให้เหลือเพียงห้องเดียวในช่วงที่ปริมาณส้มแต่ละห้องน้อยกว่าครั้งหนึ่ง

การใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9 ขนาดห้อง 15 ม. X 15 ม. X 6 ม.

กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยที่วัดได้ = 31.1 กิโลวัตต์

ระยะเวลาของการใช้ห้องเย็น = 365 วัน/ปี

เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ = 80% (ประมาณ 9 เดือน)

เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ = 60% (ประมาณ 3 เดือน)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงฤดูส้ม
= $31.1 \times 24 \times 270 \times 0.8 \times 2$
= 322,444.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงฤดูส้มน้อย
= $31.1 \times 24 \times 90 \times 0.6 \times 2$
= 80,611.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด = 403,056 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

คิดเป็นเงิน = $403,056 \times 3.52$

= 1,418,757.12 บาท/ปี

ในกรณีที่สั้มที่ใช้เก็บในห้องเย็นทั้ง 2 เป็นพันธุ์เดียวกัน และใช้อุณหภูมิและความชื้นในห้องเย็นเดียวกัน เมื่อทำการจัดการเก็บสั้มในช่วงที่มีสั้มในปริมาณน้อยกว่า ½ ห้อง ให้เก็บสั้มเพียงห้องเดียว และระยะเวลาที่สามารถหยุดห้องเย็นห้องในหนึ่งประมาณ 90 วัน ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อมีการจัดการเก็บที่เหมาะสมเป็นดังนี้ (สมมุติว่าย้ายสั้มไปเก็บในห้องเย็นหมายเลข 8 ส่วนห้องหมายเลข 9 หยุดการทำงาน 3 เดือน)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของห้องเย็นหมายเลข 8

$$\begin{aligned} \text{ฤดูสั้ม} + \text{นำสั้มจากห้องหมายเลข 9 มาเก็บ} &= 31.1 \times 24 \times 360 \times 0.8 \\ &= 214,963.20 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \end{aligned}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของห้องเย็นหมายเลข 9

$$\begin{aligned} \text{ฤดูสั้ม} &= 31.1 \times 24 \times 270 \times 0.8 \\ &= 161,222.40 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \end{aligned}$$

ช่วงที่มีสั้มน้อย $= 0$ (นำไปเก็บห้องเย็น 8)

$$\text{พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ในห้องเย็นหมายเลข 9} = 161,222.40 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้ารวมของห้องเย็นทั้งสองห้อง} &= 161,222.40 + 214,963.20 \\ &= 376,185.60 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \end{aligned}$$

เมื่อมีการจัดเก็บสั้มในห้องเดียวเป็นเวลา 3 เดือนจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

$$\begin{aligned} &= 403,056 - 376,185.60 \\ &= 26,870.40 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น} &= 26,870.40 \times 85.21 \times 10^{-6} \\ &= 2.290 \quad \text{toe/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 26,870.40 \times 3.52 \\ &= 94,583.81 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

กรณีที่เปลี่ยนสั้มพันธุ์ต่างกัน ย้ายสั้มไปเก็บในห้องเย็นที่ขนาดเหมาะสมกับปริมาณของสั้ม

การใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9 ขนาดห้อง 15 ม. X 15 ม. X 6 ม.

$$\text{กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยที่วัดได้} = 31.1 \quad \text{กิโลวัตต์}$$

$$\text{ระยะเวลาของการใช้ห้องเย็น} = 365 \quad \text{วัน/ปี}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์} = 80\% \quad (\text{ประมาณ 9 เดือน})$$

เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์	= 60%	(ประมาณ 3 เดือน)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงฤดูร้อน	= $31.1 \times 24 \times 270 \times 0.8 \times 2$	
	= 322,444.80	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงฤดูร้อนน้อย	= $31.1 \times 24 \times 90 \times 0.6 \times 2$	
	= 80,611.2	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด	= 403,056	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
คิดเป็นเงิน	= $403,056 \times 3.52$	
	= 1,418,757.12	บาท/ปี

ในกรณีที่สัมทั้งห้องเย็นเป็นพันธุ์ต่างกัน และใช้อุณหภูมิและความชื้นของการเก็บต่างกัน ในช่วงที่มีปริมาณสัมน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ เท่าของขนาดของห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9 ให้ย้ายสัมไปเก็บยังห้องเย็นหมายเลข 3, 4, 5 หรือ 6 ซึ่งมีขนาดห้องประมาณครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงฤดูร้อนสำหรับห้องเย็นหมายเลข 8 และ 9	= $31.1 \times 24 \times 270 \times 0.8 \times 2$	
	= 322,444.8	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
ช่วงที่มีสัมน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ เท่าของขนาดห้องของห้องเย็น 8 และ 9	= 90	วัน
เปอร์เซ็นต์การใช้งานของคอมเพรสเซอร์ของห้องเย็นหมายเลข 5, 6	= 80	%
กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ของห้องเย็นหมายเลข 5, 6	= 16	กิโลวัตต์
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับห้องเย็นหมายเลข 5, 6	= $2 \times 16 \times 24 \times 90 \times 0.8$	
	= 55,296	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (#8,9 = 9 เดือน, # 5,6 = 3 เดือน)	= $322,444.80 + 55,296$	
	= 377,740.80	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ดังนั้นเมื่อมีการย้ายสัมจากห้องเก็บหมายเลข 8 และ 9 มาเก็บไว้ในห้องเย็นหมายเลข 5 และ 6 ในช่วง 3 เดือนที่มีปริมาณของสัมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของห้องหมายเลข 8 และ 9 จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

	= $403,056 - 377,740.8$	
	= 25,315.20	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
คิดเป็น toe/ ปี	= $25,315.20 \times 85.21 \times 10^{-6}$	
	= 2.157	toe/ปี
คิดเป็นเงิน	= $25,315.20 \times 3.52$	
	= 89,109.50	บาท/ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การบริหารการใช้งานห้องเย็นให้มีประสิทธิภาพ

เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	26,870.40	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
	2.290	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	94,583.81	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.5.10 การใช้เครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็นชนิดประสิทธิภาพสูง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงเดือนมิถุนายน 2549 ถึง เดือนพฤษภาคม 2550 ประมาณ 92,979 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 402,935.71 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33 บาทต่อหน่วย โดยมีการผลิตประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 300 วันต่อปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดของทีมงานอนุรักษ์พลังงานพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในแผนกบรรจุซองและสำนักงานด้านหน้า มีอายุการใช้งานมากจึงเป็นรุ่นเก่าที่มีประสิทธิภาพต่ำ หากทำการปรับเปลี่ยนชุดคอนเดนเซอร์ ซึ่งยูนิตประสิทธิภาพมาตรฐานเบอร์ 5 จะมีความต้องการกำลังไฟฟ้าน้อยกว่าแบบเดิม ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าลงได้โดยไม่กระทบการทำงาน จากข้อมูลการตรวจวัดสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางข้อมูลการตรวจวัด

เครื่องปรับอากาศ	ขนาด	กำลังไฟฟ้า	ชม.ใช้งานต่อวัน	เปอร์เซ็นต์การทำงาน
	(Btu/hr)	(kW)	(hrs)	(%)
ห้องบรรจุซอง	30000	3.65	9	70
สำนักงานด้านหน้า	30000	3.51	9	70

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากระบบเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานมาก ชุดคอนเดนเซอร์จึงมีการทำงานโดยใช้กำลังไฟฟ้ามาก ทั้งนี้หากมีการปรับเปลี่ยนชุดคอนเดนเซอร์รุ่นใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้ว คาดว่าจะสามารถพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งสองลงได้

แนวทางการขยายผล

จากผลการดำเนินการดังกล่าว ทางโรงงานควรมีแผนปฏิบัติงานเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและบำรุง รักษา ระบบเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งในโรงงานอย่างสม่ำเสมอ วิธีการที่สามารถปฏิบัติได้อย่างหนึ่งคือให้ช่างซ่อมบำรุงของโรงงานทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศและแผงคอยล์ร้อนทุก 3 เดือน และให้มีผู้ที่มีประสบการณ์ในการดูแลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศจากเข้าตรวจสอบการทำงาน และทำความสะอาดแผงแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบปรับอากาศอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อจะทำให้ระบบเครื่องปรับอากาศในโรงงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพแสดงระบบเครื่องปรับอากาศของห้องบรรจุของและสำนักงานด้านหน้า

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการอบรมพนักงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศ ให้มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการสังเกต และวิธีการบำรุงรักษาเบื้องต้น เพื่อพนักงานจะได้มีหลักปฏิบัติที่ถูกต้อง และสามารถแจ้งให้ฝ่ายซ่อมบำรุงให้เข้าทำการแก้ไขซ่อมแซมโดยเร็ว

วิธีการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนคอนเดนซิ่งยูนิตของเครื่องปรับอากาศ

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากการเปลี่ยนคอนเดนซิ่งยูนิตของเครื่องปรับอากาศของห้องบรรจุของ

กำลังไฟฟ้าของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตที่ติดตั้งปัจจุบัน = 3.65 kW

กำลังไฟฟ้าของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตประสิทธิภาพสูง = 2.34 kW

กำลังไฟฟ้าที่ลดลง = $3.65 - 2.34 = 1.31$ kW

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลง = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ลดลง x ชั่วโมงการทำงาน x สัดส่วนการทำงาน

= $1.31 \text{ kW} \times 9 \text{ ชม./วัน} \times 300 \text{ วัน/ปี} \times 0.7$

= 2,475.9 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

คิดเป็น = $2,475.9 \times 85.21 \times 10^{-6} \text{ toe/ปี}$

= 0.211 toe/ปี

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงิน} &= 2,475.9 \times 4.33 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 10,720.65 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

การคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนคอนเดนซึ่งยูนิคของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด} = 7.16 - 4.68 = 2.48 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned}\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลง} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ลดลง} \times \text{ชั่วโมงการทำงาน} \times \text{สัดส่วนการทำงาน} \\ &= 2.48 \text{ kW} \times 9 \text{ ชม./วัน} \times 300 \text{ วัน/ปี} \times 0.7 \\ &= 4,687.2 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี}\end{aligned}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลงทั้งหมด} = 4,687.2 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็น} &= 4,687.2 \times 85.21 \times 10^{-6} \quad \text{toe/ปี} \\ &= 0.40 \quad \text{toe/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงิน} &= 4,687.2 \times 4.33 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 20,295.57 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การใช้เครื่องปรับอากาศ/เครื่องทำความเย็นชนิดประสิทธิภาพสูง

$$\text{เงินลงทุน} \quad 34,000 \quad \text{บาท}$$

$$\begin{aligned}\text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &4,687.2 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \\ &0.40 \quad \text{toe/ปี}\end{aligned}$$

$$\text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} \quad 20,295.57 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} \quad 1.68 \quad \text{ปี}$$

3.6 ระบบผลิตน้ำเย็น/น้ำแข็ง

3.6.1 การปรับเพิ่มอุณหภูมิการผลิตน้ำเย็น

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการได้ใช้การทำงานของระบบทำน้ำเย็นจาก Chiller ขนาด 4.5 kW จำนวน 1 เครื่อง เพื่อระบายความร้อนให้กับเครื่องฉีดพลาสติกจำนวน 5 เครื่อง โดยการตั้งอุณหภูมิใช้งานของ Chiller ไว้ที่ 14°C เพื่อนำไปใช้กับเครื่องฉีดแต่ละเครื่องโดยเฉลี่ยให้ได้ 20°C แต่ในบางวันทำการมีการเดินเครื่องเพียง 2 เครื่อง แต่พนักงานไม่ปรับอุณหภูมิเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ให้เหมาะสมกับความต้องการ โดยทีมงานอนุรักษ์พลังงานได้เสนอเป็นมาตรการในการปรับลดอุณหภูมิให้เหมาะสม ดังนั้นกรณีเดินเครื่อง 2 เครื่อง ให้ปรับตั้งเป็น 19°C ก็สามารถใช้งานได้ตามปกติ



ภาพ Chiller ขนาด 4.5 kW

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการตรวจสอบเดิมจากการตั้งอุณหภูมิใช้งานของ Chiller ไว้ที่ 14°C ทำให้ Compressor ทำงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงใช้เวลา 40 นาที และหยุดการทำงานใช้เวลา 20 นาที แต่ในบางวันทำการมีการเดินเครื่องเพียง 2 เครื่อง แต่พนักงานไม่ปรับอุณหภูมิเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ให้เหมาะสมกับความต้องการ ดังนั้นทีมงานอนุรักษ์พลังงานได้เสนอเป็นมาตรการในการปรับลดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับความต้องการและการใช้งาน ซึ่งวิธีการนี้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์พลังงานได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดปรับตั้งอุณหภูมิของระบบทำน้ำเย็นของ Chiller เป็น 19°C เพื่อให้ Compressor ทำงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงน้อยลง และจากสถิติการใช้เครื่องจำนวน 2 เครื่องใช้งานเฉลี่ย 150 วันต่อปี จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง โดยดำเนินการควบคู่ไปกับการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง Chiller เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้นทางทีมงาน จึงปรับตั้งอุณหภูมิของระบบทำน้ำเย็นของ Chiller เป็น 19°C ทำให้ Compressor ทำงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงใช้เวลา 30 นาที และหยุดการทำงานใช้เวลา 30 นาที และจากสถิติ การใช้เครื่องจำนวน 2 เครื่องใช้งานเฉลี่ย 150 วันต่อปีเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง



ภาพการปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นของ Chiller หลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับมาตรการนี้ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จะคำนวณจาก ผลต่างของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อน และหลังดำเนินการปรับปรุง ของ Chiller ขนาด 4.5 kW จำนวน 1 เครื่อง โดยมีการใช้งานดังนี้

ก่อนปรับปรุง

กรณีที่เดินเครื่องฉีดจำนวน 2 เครื่อง แต่มีการปรับอุณหภูมิที่ 14°C ทำให้ Compressor ทำงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงใช้เวลา 40 นาที และหยุดการทำงานใช้เวลา 20 นาที เฉลี่ยการทำงานในลักษณะนี้ 150 วันต่อปี

$$\begin{aligned}\text{พลังไฟฟ้าตรวจวัดเครื่อง Chiller เฉลี่ย} &= 4.5 \times (40/60) \times 24 \times 150 \\ &= 10,800 \quad \text{kWh/ปี}\end{aligned}$$

หลังปรับปรุง

กรณีที่เดินเครื่องฉีดจำนวน 2 เครื่อง แต่มีการปรับอุณหภูมิที่ 19°C ทำให้ Compressor ทำงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงใช้เวลา 30 นาที และหยุดการทำงานใช้เวลา 30 นาที เฉลี่ยการทำงานในลักษณะนี้ 150 วันต่อปี

$$\begin{aligned}\text{พลังไฟฟ้าตรวจวัดเครื่อง Chiller เฉลี่ย} &= 4.5 \times (30/60) \times 24 \times 150 \\ \text{รวมพลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง} &= 8,100 \quad \text{kW/ปี} \\ \text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย} &= 10,800 - 8,100 \quad \text{kW/ปี} \\ &= 2,700 \quad \text{kW/ปี} \\ &= 0.23 \quad \text{toe}\end{aligned}$$

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.10 บาท/หน่วย

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= 2,700 \times 3.10 \\ &= 8,370 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

อนึ่งการดำเนินการตามมาตรการนี้ นอกเหนือจากผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตามที่ได้แสดงการคำนวณข้างต้นแล้วนั้น ยังมีผลประหยัดทางอ้อมที่โรงงานจะได้รับ คือ การยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์ ขั้ว Compressor และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง Chiller ได้อีกด้วย

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับเพิ่มอุณหภูมิการผลิตน้ำเย็น	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	2,700	kWh/ปี
	0.23	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	8,370	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.6.2 การนำน้ำเย็นที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์

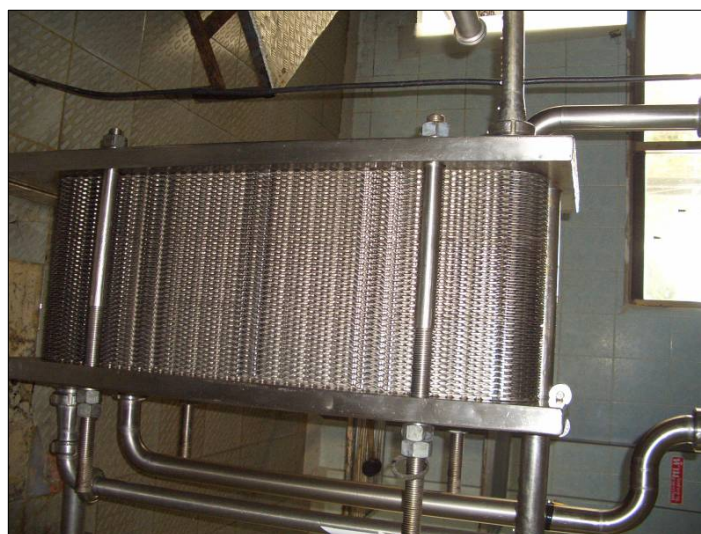
ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สภาพเดิมโรงงานมีการปล่อยน้ำที่เหลือจากการผลิตน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิประมาณ 1 องศาเซลเซียส ทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ มีปริมาณน้ำทิ้งคิดเป็นอัตราการไหล 0.49 kg/s

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง



ภาพน้ำทิ้งจากการทำน้ำแข็งก่อนปรับปรุง



ภาพเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน
ตารางข้อมูลในการคำนวณประหยัดพลังงาน

ข้อมูล	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
อัตราการไหลของน้ำทิ้ง	m ³	Audit data	0.49	kg/s
อุณหภูมิน้ำทิ้ง	T1	Audit data	1.00	°C
เวลาในการใช้งาน	h	Audit data	3,650.00	hour/y
อุณหภูมิน้ำทิ้งหลังผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	T2	คำนวณ	15.00	°C
ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ	Cp	constant	4.20	kJ/(kg °C)
คิดเป็นภาระความเย็นที่ประหยัดได้	Pc	m ³ x Cp x (T2-T1)	28.8	kW
สมรรถนะเครื่องทำน้ำแข็ง	COP.	ค่าทั่วไป	2.00	-
กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้	Ps	Pc/COP.	14.4	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	Es	Ps x h	52,560.00	kWh/y
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	B	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	2.59	Baht/kWh
รวมเงินที่ประหยัดได้	Bs	Es x B	136,130. 4	Baht/y
เงินลงทุนค่าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	Price	ราคากลาง	50,000.00	Baht
ระยะเวลาคืนทุน	Pay Back Period	Price/Bs	0.37	year

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การนำน้ำเย็นที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์		
เงินลงทุน	50,000.00	บาท	
ผลที่ประหยัดได้	52,560.00	kWh/ปี	
	4.48	toe/ปี	
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	136,130. 4	บาท/ปี	
ระยะเวลาคืนทุน	0.37	ปี	

3.6.3 การลดการใช้งานพัดลม Cooling Tower

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรขนาดเล็กเพื่อส่งออก ใช้วัตถุดิบจากผงโลหะ นำมาหล่อเป็นเหล็กเหลว จากนั้นฉีดเข้าแม่พิมพ์ มีกำลังการผลิตประมาณ 1.7 ตันต่อเดือน เครื่องจักรส่วนใหญ่ภายในโรงงานใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 151,000 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง คิดเป็นเงินประมาณ 279,000 บาทต่อเดือน ผลิตวันละ 24 ชั่วโมง 300 วันต่อปี โรงงานติดตั้ง Cooling Tower จำนวน 4 เครื่อง มอเตอร์ของพัดลมใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 3 กิโลวัตต์

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เครื่องฉีดโลหะขึ้นรูปต้องใช้งานกับโลหะเหลวที่มีความร้อนสูง เพื่อลดความร้อนของเครื่องจักรทางโรงงานได้ติดตั้ง Cooling Tower เพื่อระบายความร้อนให้กับเครื่องจักรจากการสำรวจพบ อุณหภูมิของน้ำที่ทางเข้าและออกของเครื่องจักรมีความแตกต่างกันประมาณ 1 องศาเซลเซียส จึงสามารถลดการใช้พลังงานพัดลมของ Cooling Tower ได้ เป็นการลดการใช้พลังงานโดยไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต



ภาพ Cooling Tower มีไม้กระดานปิดบังลม และการวัดแสดงกำลังไฟใช้งาน

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ลดการใช้พลังงานพัดลมของ Cooling Tower จะช่วยลดอัตราการใช้พลังงานของโรงงานได้โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำที่ทางเข้าและทางออก
2. ศึกษาการลดการใช้พลังงานพัดลมของ Cooling Tower

สภาพหลังปรับปรุง

โรงงานปิดพัดลม Cooling Tower ในเวลากลางคืนและนำไม้กระดานออกเพื่อให้มีอากาศถ่ายเทใน Cooling tower ได้ดีขึ้น



ภาพอุณหภูมิขาเข้าและขาออกของ Cooling Tower หลังจากปิดพัดลม และนำไม้กระดานออก

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

โรงงานมีการใช้ Cooling Tower ในช่วงเวลากลางคืนจำนวน 4 เครื่อง มอเตอร์ของพัดลมใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 3 กิโลวัตต์ในเวลากลางคืนสภาพแวดล้อมมีอากาศเย็นจึงสามารถลดการใช้งานพัดลมของ Cooling Tower ลงได้ คิดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง โรงงานมีการทำงาน 300 วัน/ปี ค่าไฟฟ้า 3 บาท/kWh

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = จำนวน Cooling tower x กำลังไฟฟ้าที่ใช้ x ชั่วโมงการทำงานที่ลดได้ x วันทำงาน

$$= 4 \times 3.048 \times 10 \times 300$$

$$= 36,576 \quad \text{kWh/ปี}$$

$$= 3.12 \quad \text{toe/ปี}$$

เงินที่ประหยัดได้ = $36,576 \times 3.00 = 110,093.00$ บาท

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดการใช้งานพัดลม Cooling Tower	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	36,576.00	กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี
	3.12	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	110,093.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.6.4 การล้างทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ / Cooling Tower

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานน้ำแข็ง โดยมีผลผลิตหลักคือน้ำแข็งบริโภคนและแช่อาหารซึ่งในกระบวนการผลิต จะมีการใช้พลังงานในส่วนของการทำความเย็นเพื่อผลิตน้ำแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า ศูนย์ องศาเซลเซียส ซึ่งจะดึงความร้อนจากน้ำธรรมชาติที่บำบัดแล้วมาทิ้งที่หอระบายความร้อน



ภาพเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็ง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

ด้วยน้ำแข็ง จะมีสภาพที่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า ศูนย์ องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงต้องใช้พลังงานมากในการผลิตน้ำที่บำบัดแล้วเพื่อเป็นน้ำที่แข็งตัวโดยการดึงความร้อนออกจากน้ำแล้วนำความร้อนนั้นมาทิ้งที่หอระบายความร้อน หากเราสามารถดึงความร้อนออกจากน้ำผ่านระบบทำความเย็นได้ดี แต่หากระบบที่ระบายความร้อนไม่สามารถระบายออกได้หมดจากการละลาย การบำรุงรักษาระบบระบายความร้อนทำให้ระบบความเย็นมีความสามารถลดลงหรือใช้พลังงานมากขึ้นเพื่อที่จะผลิตน้ำแข็งให้ได้เท่าเดิม

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้พิจารณาความดันในระบบการทำความเย็นพบว่ามีความดันที่สูงกว่าปกติ ซึ่งสาเหตุเกิดจากไม่สามารถระบายความร้อนออกได้หมดจึงทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นสูงขึ้นและส่งผลให้ความดันระบบสูงขึ้นตาม การใช้พลังงานก็เพิ่มขึ้นตามดังนั้นหากการทำการล้างทำความสะอาดระบบหอระบายความร้อนทำให้การไหลของอากาศและน้ำร้อนที่ระบาย ทำงาน

ได้เต็มประสิทธิภาพสามารถทำให้ระบบใช้พลังงานลดลงได้และ นำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ ซึ่งหอระบายความร้อนของระบบทำน้ำแข็งตัวที่ 1 และ 2 มีขนาดพิกัดเท่ากัน



ภาพหอระบายความร้อนและคราบตะกรันที่เกิดขึ้นจากภายใน

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น ทางทีมงานจึงได้กำหนดให้มีการล้างทำความสะอาดหอระบายความร้อนให้สะอาดอยู่เสมอ และมีการให้ดูแลระบบการไหลของอากาศและน้ำให้ทำงานเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอซึ่งทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ผลิตน้ำได้มาก



ภาพการล้างคูวล้างทาวเวอร์แล้ว

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับมาตรการนี้ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จะคำนวณจาก ผลต่างของค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อน และหลัง
ดำเนินการปรับปรุง โดยที่พลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุงได้จากการประเมินการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการ
ระบายความร้อนที่หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ด้วยการล้างทำความสะอาด และพลังงานไฟฟ้า
หลังปรับปรุงได้จากการประเมินการลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการระบายความร้อนที่หอระบายความ
ร้อนการให้น้ำแข็งที่ใช้ระบบการทำความเย็นด้วยสารทำความเย็นที่เป็นแอมโมเนียเป็นสารตัวกลางมี

ขนาดการทำความเย็น	=	380 kW	จำนวน 2 เครื่อง
ความดันที่ทางออก คอมเพรสเซอร์	=	15 bar	
มีอัตราการไหลของสารทำความเย็น	=	0.359 kg/s	
เปิดหาค่าเอนทาลปีที่ทางออกคอมเพรสเซอร์ จะได้	=	1,450 kJ/kg	

ก่อนปรับปรุง

มีความดันของแอมโมเนียที่ถังพักแอมโมเนียหลังจากระบายความร้อนที่หอระบายความร้อน

	=	15 bar และมีอุณหภูมิ 40 °C
เปิดหาค่าเอนทาลปีจะได้	=	391 kJ/kg
ผลต่างค่าเอนทาลปีจะได้	=	1450 - 391 kJ/kg
	=	1,059 kJ/kg
คิดความสามารถในการระบายความร้อน	=	0.359 kg/s x 1,059 kJ/kg
	=	380.00 kW

หลังปรับปรุง

มีความดันของแอมโมเนียที่ถังพักแอมโมเนียหลังจากระบายความร้อนที่หอระบายความร้อน

	=	14 bar และมีอุณหภูมิ 30 °C
เปิดหาค่าเอนทาลปีจะได้	=	381 kJ/kg
ผลต่างค่าเอนทาลปีจะได้	=	1450 - 381 kJ/kg
	=	1,069 kJ/kg
คิดความสามารถในการระบายความร้อน	=	0.359 kg/s x 1069 kJ/kg
	=	383.77 kW
มีความสามารถในการระบายความร้อนเพิ่มขึ้น	=	380 – 383.77 kW
	=	3.77 kW
มีจำนวน 2 เครื่อง	=	7.54 kW

COP ของเครื่องทำความเย็น	=	2.00	
พลังงานไฟฟ้าต่อพลังงานทำความเย็น	=	7.54/2.00	= 3.77 kW
ชั่วโมงการทำงาน	=	24	ชั่วโมง/วัน
	=	360	วัน/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการล้าง	=	3.77 x 24 x 360	
	=	32,572.8	kWh/ปี
	=	32,572.8 x 85.21 x 10 ⁻⁶	
	=	2.78	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	32,572.8 x 3.2	
	=	104,232.96	บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การล้างทำความสะอาคอนเดนเซอร์ / Cooling Tower	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	32,572.8	กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี
	2.78	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	104,232.96	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

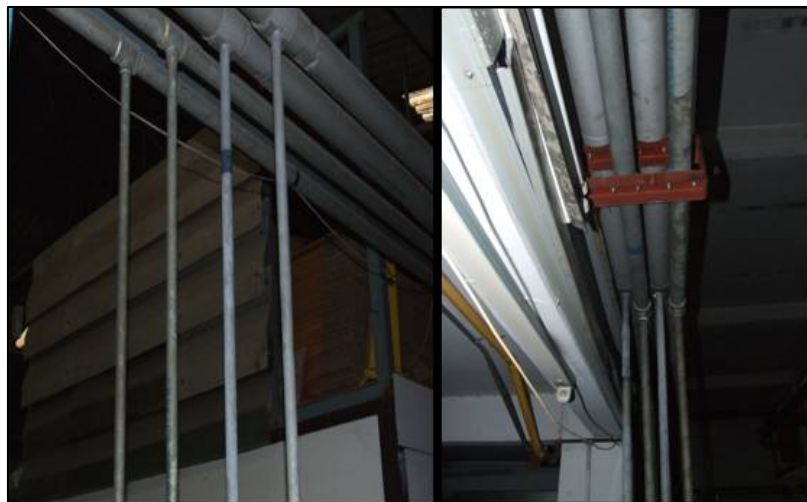
3.6.5 การปรับปรุงระบบฉนวนของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ในขั้นตอนของการผลิต ของเครื่องฉีดพลาสติกต้องมีการระบายความร้อนด้วยน้ำเย็น ที่ส่งมาจาก Chiller ขนาด 2.2 kW จำนวน 3 เครื่อง ปัญหาที่พบคือฉนวนที่หุ้มท่อน้ำเย็นบริเวณเครื่องเสื่อมสภาพ และบางส่วนเป็นท่อเปลือย ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในเครื่องทำน้ำเย็น

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

ปัญหาที่พบคือฉนวนที่หุ้มท่อน้ำเย็นบริเวณเครื่องเสื่อมสภาพ และบางส่วนเป็นท่อเปลือย ทำให้ สิ้นเปลืองพลังงานในเครื่องทำน้ำเย็น ดังนั้นต้องเปลี่ยนฉนวนท่อน้ำเย็นใหม่ โดยสำรวจความยาวท่อทั้งหมดที่ ต้องปรับปรุง จากการสำรวจพบว่า ท่อน้ำเย็นขนาด $\varnothing 1$ นิ้ว ความยาวท่อรวมที่ต้องปรับปรุงประมาณ 50 เมตร อุณหภูมิน้ำเย็นประมาณ 14°C



ภาพท่อน้ำเย็นที่ไม่มีการหุ้มฉนวน ก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิด ที่ต้องเปลี่ยนฉนวนท่อน้ำเย็นใหม่ โดยสำรวจความยาวท่อทั้งหมดที่ต้องปรับปรุง จากการสำรวจพบว่า ท่อน้ำเย็นขนาด $\varnothing 1$ นิ้ว ความยาวท่อรวมที่ต้องปรับปรุงประมาณ 50 เมตรอุณหภูมิน้ำเย็นประมาณ 14°C ขั้นตอนต่อไปคือดำเนินการจัดซื้อจากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง โดยดำเนินการควบคู่ไปกับการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง Chiller เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

ภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้นทางทีมงานจึงหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นขนาด $\varnothing 1$ นิ้ว ความยาวท่อรวมที่ปรับปรุงประมาณ 50 เมตร เพื่อลดปริมาณการสูญเสียพลังงานจากการทำน้ำเย็น และทั้งนี้ทีมงานได้มีการปรับลดอุณหภูมิ ของระบบให้เหมาะสมกับจำนวนเครื่องเป่าพลาสติก เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง



ภาพการฉนวนท่อน้ำเย็น หลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับมาตรการนี้ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จะคำนวณจาก ผลต่างของค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อน และหลังดำเนินการปรับปรุง โดยที่พลังไฟฟ้าก่อน

ท่อน้ำเย็น $\varnothing 1$ นิ้ว	=	30.2	มม. (ขนาดท่อจริง)
ความยาวรวม	=	50	เมตร
อุณหภูมิ น้ำเย็น	=	14	$^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย	=	35	$^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิผิวฉนวนเฉลี่ยก่อนปรับปรุง	=	20	$^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิผิวฉนวนเฉลี่ยหลังปรับปรุง	=	30	$^{\circ}\text{C}$
ความหนาฉนวน	=	12.7	มม.
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อรวมความหนาฉนวน	=	$30.2 + 25.4$	$= 55.6$ มม.
สัมประสิทธิ์การพาความร้อนอากาศนอกท่อ	=	8	$\text{W/m}^2\text{^{\circ}C}$

ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทสู่ท่อก่อนปรับปรุงฉนวน

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทสู่ท่อ} &= \text{สปส. การพาความร้อนอากาศนอกท่อ} \times \text{พื้นที่ผิวนอกท่อ} \times \\ &\quad \text{อุณหภูมิแตกต่างอากาศกับผิวท่อ} \\ &= 8 \times (\pi \times 55.6 \times 10^{-3} \times 50) \times (35-20) \times 10^{-3} \\ &= 1.05 \quad \text{kW}\end{aligned}$$

ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทสู่ท่อหลังปรับปรุงฉนวน

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทสู่ท่อ} &= \text{สปส. การพาความร้อนอากาศนอกท่อ} \times \text{พื้นที่ผิวนอกท่อ} \times \\ &\quad \text{อุณหภูมิแตกต่างอากาศกับผิวท่อ} \\ &= 8 \times (\pi \times 55.6 \times 10^{-3} \times 50) \times (35-30) \times 10^{-3} \\ &= 0.35 \quad \text{kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{พลังงานความร้อนที่ลดลงที่เข้าสู่ท่อ} &= 1.05 - 0.35 \\ &= 0.7 \quad \text{kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นพลังงานในทางการทำความเย็นที่ประหยัดได้} &= \frac{0.7 \text{ kW}}{3.517 \text{ kW / TON}} \\ &= 0.2 \text{ TON}_R\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่อง} &= 2.2 \text{ kW/TON}_R \quad (\text{ข้อมูลจากการตรวจวัด}) \\ \text{คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= 0.2 \times 2.2 \times 2,320 \\ &= 1,020.8 \quad \text{kWh/ปี} \\ &= 0.09 \quad \text{toe/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= 1,020.8 \times 3.10 \text{ บาท/kWh} \\ &= 3,164.5 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\text{ราคารวมทั้งหมด} = 1,500 \quad \text{บาท}$$

$$\begin{aligned}\text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 1,500/3,164.5 \\ &= 0.5 \quad \text{ปี}\end{aligned}$$

อนึ่งการดำเนินการตามมาตรการนี้ นอกเหนือจากผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตามที่ได้แสดงการคำนวณข้างต้นแล้วนั้น ยังมีผลประหยัดทางอ้อมที่โรงงานจะได้รับ คือ การยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์ เครื่อง Compressor และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง Chiller ได้อีกด้วย

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงระบบฉนวนของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	
เงินลงทุน	1,500	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,020.8	kWh/ปี
	0.09	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	3,164.5	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.5	ปี

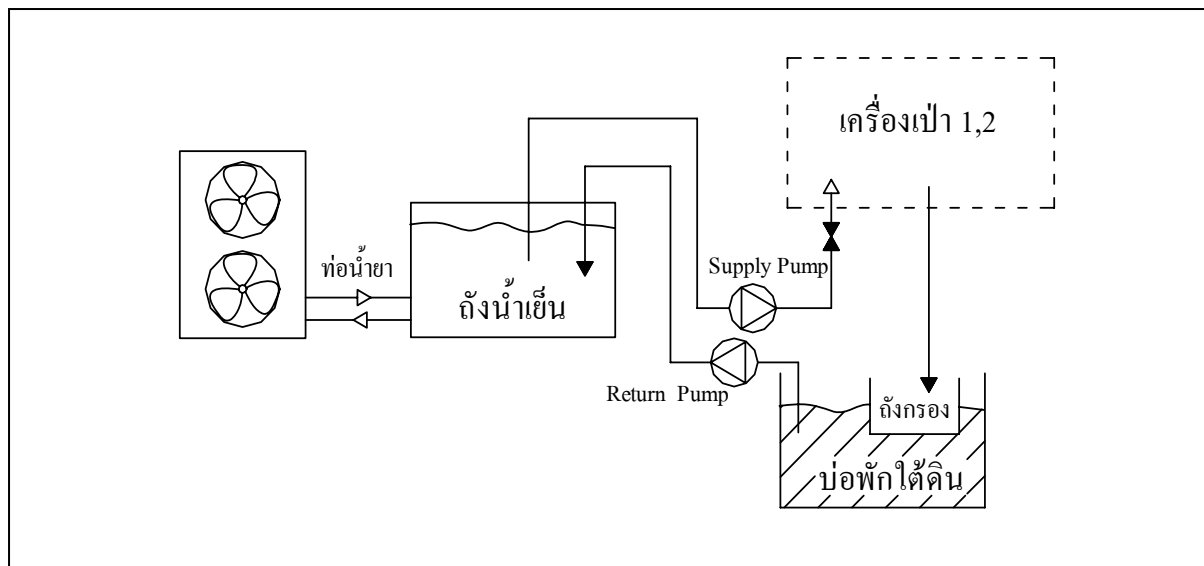
3.6.6 การลดภาระโหลดของเครื่องผลิตน้ำเย็น/น้ำแข็ง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

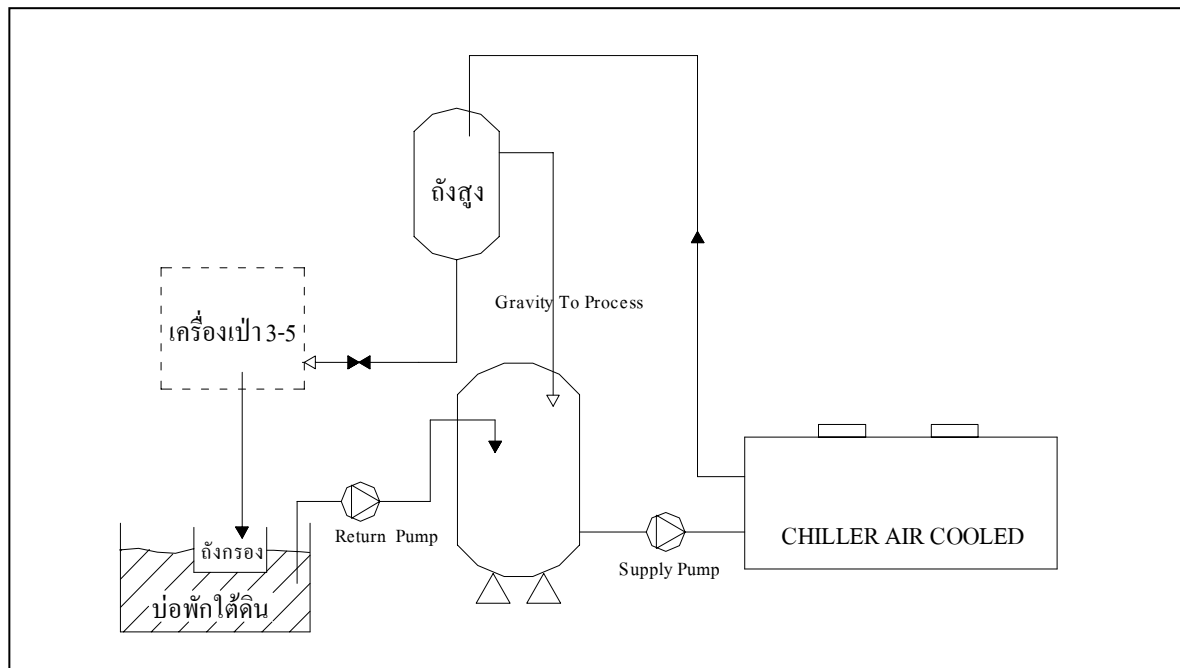
ทางสถานประกอบการ มีการติดตั้งใช้งานเครื่องจักรที่ใช้ในการเป่าถุงทั้งหมด 15 เครื่อง โดยที่เครื่องเป่าถุงหมายเลข 1-5 นั้นต้องใช้น้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นในการหล่อเย็นถุงที่เป่าเสร็จ สำหรับเครื่องเป่าถุงที่เหลือจะใช้น้ำหล่อเย็นจากหอผึ่งน้ำในการหล่อเย็น



ภาพเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้หล่อเย็นถุงจากเครื่องเป่าหมายเลข 1-2 และหมายเลข 3-5 ตามลำดับ



ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบในระบบหล่อเย็นเครื่องเป่าถุงหมายเลข 1,2



ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบในระบบหล่อเย็นเครื่องเป่าหมายเลข 3-5

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการร่วมสำรวจ การทำงานในแผนกเป่าลูก ในส่วนของเครื่องหมายเลข 1-5 พบว่าในขั้นตอนของการหล่อเย็นนั้น จะมีการนำน้ำเย็นที่ได้จากเครื่องทำน้ำเย็นส่งตามท่อมาใช้ในการหล่อเย็นลูก ซึ่งน้ำเย็นส่วนหนึ่งจะใช้ประโยชน์ในการหล่อเย็นดังกล่าว แต่น้ำเย็นส่วนที่มากเกินไปจนความจำเป็นจะล้นออกทางท่อน้ำล้นและไหลลงไปรวมกับน้ำหล่อเย็นที่รับความร้อนจากลูกแล้ว จากนั้นจึงไหลรวมกันกลับไปเข้าเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิน้ำลงอีกครั้ง



ภาพแสดงน้ำหล่อเย็นส่วนที่มีปริมาณมากเกินไปจนความต้องการ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาของระบบดังกล่าว ทางทีมงานจึงมีแนวความคิดในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับ ระบบหล่อเย็นดังกล่าว โดยเริ่มต้นจากการตรวจวัดค่าพลังไฟฟ้า และเปอร์เซ็นต์การทำงานของอุปกรณ์ในระบบทั้งหมดก่อนดำเนินการปรับปรุง แล้วจึงได้ร่วมกันปรับวาล์วน้ำเย็นที่เข้าเครื่องเป่าถุงให้มีปริมาณน้ำเย็นลดลง โดย สังเกตดูให้มีปริมาณน้ำเกินความต้องการเล็กน้อยจากน้ำที่ล้นออกมา ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวมิได้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการหล่อเย็นแต่อย่างใด เนื่องจากปริมาณน้ำส่วนที่นำไปใช้งานจริงยังคงเท่าเดิม

เมื่อดำเนินการปรับปริมาณน้ำครบทั้ง 5 เครื่อง แล้วจึงร่วมกันตรวจวัดค่าพลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์ในระบบใช้ และค่าเปอร์เซ็นต์การทำงานหลังปรับปรุง เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ผลประหยัด ดังแสดงรายละเอียด ในหัวข้อวิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน



ภาพแสดงการปรับปริมาณน้ำหล่อเย็นให้เหมาะสม

สภาพหลังการปรับปรุง

จากแนวคิด และขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงดังกล่าว เมื่อดำเนินการแล้วสามารถแสดงปริมาณน้ำหล่อเย็นส่วนที่ล้นทิ้งในปริมาณน้อยลง ได้ดังภาพ



ภาพปริมาณน้ำหล่อเย็นส่วนเกินที่ลดน้อยลง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การวิเคราะห์ผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ จะวิเคราะห์จากค่าพลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ในระบบหล่อเย็นทั้ง 2 ระบบ ใช้ก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง โดยมีรายละเอียดการตรวจวัด และวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ตารางแสดงข้อมูลการตรวจวัดอุปกรณ์ในระบบหล่อเย็นเครื่องเป่าอุ้ง 1-5

รายละเอียด	ระบบที่ 1 (เครื่องเป่า 1,2)			ระบบที่ 2 (เครื่องเป่า 3-5)		
	Supply Pump	Return Pump	Chiller	Supply Pump	Return Pump	Chiller
ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (ก่อนปรับปรุง)						
แรงดันไฟฟ้า (Volt)	385.5	384.9	385.1	390.1	390.0	386.9
กระแสไฟฟ้า (Ir)	1.28	1.37	6.68	1.94	3.20	30.20
กระแสไฟฟ้า (Is)	1.19	1.33	6.92	1.90	3.27	29.55
กระแสไฟฟ้า (It)	1.26	1.41	6.59	1.96	3.18	32.79
ตัวประกอบกำลัง	0.53	0.93	0.85	0.81	0.87	0.86
พลังไฟฟ้า (kW)	0.44	0.85	3.82	1.06	1.89	17.78
% การทำงาน	100.00	7.69	100.00	100.00	11.50	58.96
พลังงานไฟฟ้า (kWh/ปี)	3,695.96	548.68	32,051.43	8,888.07	1,826.11	88,044.62
ข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (หลังปรับปรุง)						
แรงดันไฟฟ้า (Volt)	385.5	384.9	385.1	390.1	390.0	386.9
กระแสไฟฟ้า (Ir)	1.14	1.37	6.68	1.94	3.20	30.20
กระแสไฟฟ้า (Is)	1.04	1.33	6.92	1.90	3.27	29.55
กระแสไฟฟ้า (It)	1.16	1.41	6.59	1.96	3.18	32.79
ตัวประกอบกำลัง	0.43	0.93	0.85	0.81	0.87	0.86
พลังไฟฟ้า (kW)	0.32	0.85	3.82	1.06	1.89	17.78
% การทำงาน	100.00	5.21	100.00	100.00	7.69	53.45
พลังงานไฟฟ้า (kWh/ปี)	2,685.08	371.73	32,051.43	8,888.07	1,221.11	79,816.57

โดยที่ : พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = kW x ชั่วโมงการเปิดใช้งานต่อปี x % การทำงาน

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} &= \sum \text{พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง} - \sum \text{พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง} \\
 &= (3,695.96 + 548.68 + 32,051.43 + 8,888.07 + 1,826.11 + 88,044.62) \\
 &\quad - (2,685.08 + 371.73 + 32,051.43 + 8,888.07 + 1,221.11 + 79,816.57) \\
 &= 10,020.88 \quad \text{kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เทียบเท่า} &= 10,020.88 \times 85.21 \times 10^{-6} \\ &= 0.85 \quad \text{toe/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 10,020.88 \times 3.11 \\ &= 31,164.94 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากการตรวจสอบข้อมูลเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 3 ตัน ที่ใช้ในการหล่อเย็นสำหรับเครื่องเป่าแห้ง หมายเลข 1, 2 นั้น พบว่ามีการทำงานของคอมเพรสเซอร์ 100 % จากการที่ตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็น (Set Point) ไว้ที่ 0 °C ในขณะที่ต้องการอุณหภูมิน้ำเย็นในกระบวนการผลิตที่ 8 °C และจากการทดลองปรับค่าอุณหภูมิน้ำเย็นเป็น ประมาณ 7 °C พบว่า คอมเพรสเซอร์ก็ยังคงทำงาน 100 % เหมือนเดิม โดยที่อุณหภูมิน้ำเย็นจริงต่ำกว่าที่ตั้งค่าไว้แล้ว จึงเป็นข้อสังเกตว่า อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน คอมเพรสเซอร์ ดังกล่าว อาจทำงานได้ไม่ดีส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลา ดังนั้น ทางโรงงานจึงควรพิจารณาเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Thermostat) เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ และการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้ดียิ่งขึ้น



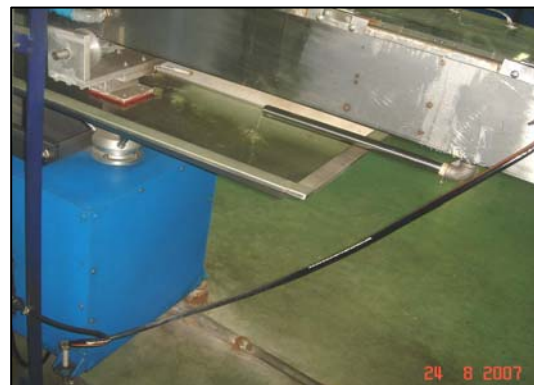
ภาพอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำเย็นในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะอีกประการ สำหรับระบบหล่อเย็นดังกล่าว คือการลดการสูญเสียอุณหภูมิของน้ำเย็นในถังน้ำเย็น เนื่องจากปัจจุบันถังเก็บน้ำเย็นดังกล่าว ไม่มีฝาปิดด้านบน โดยมีแต่แผ่น Metal Sheet คลุมชุดคอมเพรสเซอร์ และถังน้ำ ดังแสดงในรูป ดังนั้น ทางโรงงานจึงควรติดตั้งฝาปิดถังน้ำเย็นโดยฝาปิด ดังกล่าวควรทำด้วยวัสดุที่มีสภาพการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี เพื่อเป็นการลดการสูญเสียอุณหภูมิของน้ำเย็น ที่ผลิตได้



ภาพแสดงเครื่องทำน้ำเย็น และถังน้ำเย็นซึ่งไม่มีฝาปิด

นอกเหนือจากตัวอย่างการปรับลดปริมาณน้ำหล่อเย็น ที่ใช้สำหรับเครื่องเป่าถุงหมายเลข 1-5 ที่ได้ดำเนินการไปแล้วนั้น ทางหน่วยงานสามารถขยายผลการดำเนินการ โดยการใช้วิธีการดังกล่าว กับกระบวนการระบายความร้อนสำหรับเครื่องเป่าถุงอื่น ๆ ที่เหลือ ซึ่งใช้น้ำระบายความร้อนจากหอผึ่งน้ำ รวมถึงการหล่อเย็นในรางหล่อเย็นหลอดได้อีกด้วย



ภาพน้ำที่ล้นจากรางหล่อเย็นหลอดเนื่องจากมีปริมาณน้ำหล่อเย็นมากเกินไปเกินความต้องการ

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดภาระโหลดของเครื่องผลิตน้ำเย็น/น้ำแข็ง	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	10,020.88	kWh/ปี
	0.85	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	31,164.94	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.6.7 การบริหารการเดินเครื่องผลิตน้ำเย็นให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ ได้ทำการผลิตน้ำแข็งเพื่อการประมงโดยเฉพาะ โดยมีเครื่องทำน้ำแข็งขนาด 1000 ชอง 1 เครื่อง และขนาด 500 ชองอีก 1 เครื่อง ประมาณ 7 เดือนของแต่ละปีความต้องการ น้ำแข็งจะมีวัน ละ ไม่เกิน 600-700 ชอง บางเดือนอาจไม่ถึงวันละ 500 ชอง แต่ต้องเดินเครื่องทั้ง 2 เครื่องเนื่องมาจาก ถึงแม้ความต้องการไม่มาก แต่จะยกน้ำแข็งออกจากแต่ละเครื่องได้ครั้งละ 6 ชอง หากเดินเพียง 1 เครื่อง จะไม่สามารถส่งเข้าเรือประมงได้ทัน



ภาพคอมเพรสเซอร์เครื่องที่ 1 และคอมเพรสเซอร์เครื่องที่ 2

ปัญหาก่อนการปรับปรุง

ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดสูงมาก

แนวคิดและขั้นตอนดำเนินการ

หยุดเดินเครื่องผลิตน้ำแข็งขนาด 500 ชอง ในเดือนที่มีความต้องการต่ำกว่าวันละ 800 ชองโดยก่อนหน้านี้จำเป็นต้องตัดแปลงชุดรอกยกน้ำแข็งจากชองและบ่อละลายน้ำแข็งของเครื่องที่ 1 ให้สามารถยกและละลายน้ำแข็งจนไม่ติดชองได้ครั้งละ 12 ชอง ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนประมาณ 250,000 บาท



ภาพของบรรจุน้ำแข็งเครื่องที่ 1 และของบรรจุน้ำแข็งเครื่องที่ 2

วิธีคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

คำนวณเวลาในการหยุดเดินเครื่องทำน้ำแข็งขนาด 500 ซอง เพื่อหาผลประหยัด

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ 125 HP ขณะทำงานกินกระแส = 128 A

ค่าตัวประกอบกำลังจาก Name Plate เมื่อทำงานใกล้ Full Load = 0.85

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = $\sqrt{3} \times 380 \times 128 \times 0.85$ = 71.609 kW

มอเตอร์ Cooling Tower 15 kW ขณะทำงานกินกระแส = 21 A

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = $\sqrt{3} \times 380 \times 21 \times 0.83$ = 11.472 kW

กำลังไฟฟารวม = 71.609 + 11.472 = 83.081 kW

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี = 83.081 x 24 x 210 = 418,728.24 kWh

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยตามใบแจ้งหนี้ มี.ย.50 = 2.90 บาท/หน่วย

∴ จะประหยัดเงินได้ปีละ = 418,728.24 x 2.90 = 1,214,311.89 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 250,000/1,214,311.89 = 0.205 ปี

คิดเป็น = 418,728.24 x 85.21 x 10⁻⁶

= 35.67 toe/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การบริหารการเดินเครื่องผลิตน้ำเย็นให้เหมาะสม

เงินลงทุน 250,000 บาท

ผลที่ประหยัดได้ 418,728.24 kWh/ปี

35.67 toe/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,214,311.89 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน 0.205 ปี

3.6.8 การลดการสูญเสียของน้ำเย็น/น้ำแข็ง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานมีห้องรักษาความเย็นเพื่อใช้ในการเก็บน้ำแข็ง จำนวน 2 ห้อง แต่มีเพียง 1 ห้องเท่านั้นที่มีการติดตั้งคอมเพรสเซอร์เพื่อรักษาอุณหภูมิ อีก 1 ห้องเป็นเพียงห้องที่มีการหุ้มฉนวนเท่านั้นไม่มีการติดตั้งคอมเพรสเซอร์

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

ห้องที่มีการหุ้มฉนวนแต่ไม่มีการติดตั้งคอมเพรสเซอร์ทำให้น้ำแข็งละลายวันละประมาณ 1000 กิโลกรัม



ภาพก่อนทำการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ควรติดตั้งคอมเพรสเซอร์ที่ห้องเก็บน้ำแข็ง ในห้องที่ยังไม่มีการติดตั้งคอมเพรสเซอร์เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งที่ผลิตได้ละลายน้อยลง

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น โรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้



ภาพหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางข้อมูลในการคำนวณประหยัดพลังงาน

ที่	ตำแหน่ง	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
1	ปริมาณน้ำแข็งที่ผลิตได้ทั้งปี	P	Audit Data	10,080.00	ตัน/ปี
2	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต	E1	Audit Data	730,229.22	kWh/y
3	ดัชนีการใช้พลังงาน	I	E1/P	72.44	kWh/ตัน
4	ปริมาณน้ำแข็งที่ละลาย	Pl	Audit Data	1.00	ตัน/วัน
5	จำนวนวันที่ทำงาน	d	Audit Data	365.00	d/y
6	คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสีย	EI	PlxIdx	26,440.60	kWh/y

การปรับปรุงและการวิเคราะห์

ตารางการปรับปรุงและการวิเคราะห์การใช้พลังงาน

ที่	ตำแหน่ง	สัญลักษณ์	การคำนวณ	ปริมาณ	หน่วย
1	ติดตั้งคอมเพรสเซอร์ขนาด		Design Data	11.00	kW
2	ภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์	Eu	Design Data	6.29	kW
3	ชั่วโมงการทำงาน	h	Design Data	4,380.00	hour/y
4	แฟกเตอร์การทำงาน	F	Design Data	0.40	
5	คิดเป็นพลังงานที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์	kWu	Euxhxf	11,020.08	kWh/y
6	คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้	Es	El-kWu	15,420.52	kWh/y
7	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	EC	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	2.30	บาท/kWh
8	คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	Bs	[Es][EC]	35,467.20	บาท/ปี
9	ค่าอุปกรณ์พร้อมค่าแรงติดตั้งประมาณ	Inv	โดยการประมาณเบื้องต้น	50,000.00	บาท
10	ระยะเวลาคืนทุน	y	Inv/Bs	1.41	ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การลดการสูญเสียของน้ำเย็น/น้ำแข็ง

เงินลงทุน	50,000.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	15,420.52	kWh/ปี
	1.314	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	35,467.20	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.41	ปี

3.7 มอเตอร์และปั๊ม

3.7.1 การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเคมี โดยมีผลผลิตหลักคือถุงพลาสติก มีการทำงานในส่วน
ของสำนักงานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน ในส่วนการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน วัน 300 วันต่อปี มีการใช้พลังงาน
ไฟฟ้าในรอบปีที่ผ่านมา(ก.ค.2549-มิ.ย.2550) 1,048,100.00 kWh/ปี ค่าพลังงาน 3,378,693.75 บาท อัตรา
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.23 บาท/หน่วย

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

เครื่องเป่าถุงพลาสติกมีทั้งหมด 24 เครื่อง ขนาดสกรู 45 mm. จำนวน 14 เครื่อง และ 50 mm. จำนวน 10
เครื่อง ในขณะทำโครงการนี้เปิดใช้งานอยู่ 3 เครื่อง เครื่องเป่าแต่ละเครื่องจะมีเครื่องเป่าลม (Blower) จำนวน
1 ชุด ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิให้ฟิล์มพลาสติกที่ออกจากหัวเป่าเพื่อให้แข็งตัวและช่วยประคองฟิล์มในขณะ
เคลื่อนที่ออกจากหัวเป่าด้วย เครื่องเป่าเป็นชนิดหอยโข่งขนาด 3-5 hp ขับด้วยมอเตอร์ชนิด 2 poles ความเร็ว
รอบประมาณ 2800 rpm การควบคุมปริมาณลมใช้ Damper ดังแสดงในรูป ซึ่งจากการสำรวจพบว่าปริมาณ
ลมที่ใช้มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับฟักัด โดย Damper เปิดไว้ประมาณ 15-20% ใช้ลมประมาณ 30 l/sec โดย
เครื่องเป่าลมกินไฟ 0.71-1.11 kW ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้พลังงานมาก

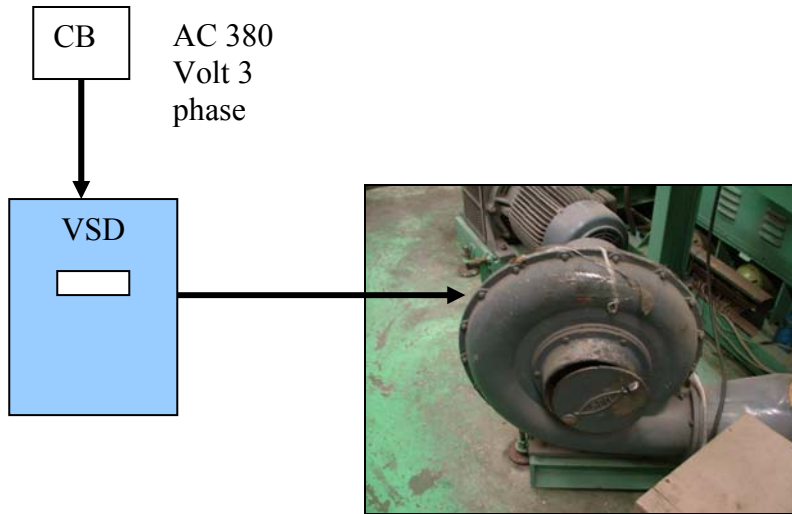


ภาพก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

สามารถจะปรับปรุงการทำงานของเครื่องเป่าลมให้สามารถควบคุมปริมาณลมและความดันให้เหมาะกับการ
ใช้งานและใช้พลังงานลดลง โดยใช้ Damper ร่วมกับ VSD (Variable speed drive) โดยลดความเร็วรอบลง
25% จากปัจจุบันนี้

สภาพหลังปรับปรุง



ภาพหลังปรับปรุง : Block Diagram แสดงการใช้ VSD ควบคุม Motor

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

1.1 พิกัดของมอเตอร์เครื่องเป่าลม (เครื่อง BLM-008)	=	5	HP (3.7 kW)
จากการตรวจวัดการกินไฟ	=	1.11	kW
จำนวน	=	1	ชุด
1.2 พิกัดของมอเตอร์เครื่องเป่าลม (เครื่อง BLM-018)	=	3	HP (2.2 kW)
จากการตรวจวัดการกินไฟ	=	0.71	kW
จำนวน	=	2	ชุด
เวลาการทำงานของอุปกรณ์	=	24	ชั่วโมง/วัน
	=	300	วัน/ปี
แฟกเตอร์การใช้งาน (Use factor)	=	80	%

ก่อนปรับปรุง

กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์จากการตรวจวัด	=	(1.11 x 1) + (0.71 x 2)kW
	=	2.53 kW

หลังปรับปรุง

ปรับปรุงโดยติดตั้ง VSD เข้ากับเครื่องเป่าลมจำนวน	=	3	ชุด
กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เมื่อลดรอบ 25% (Fan's law)	=	$2.53 \times (1-0.25)^3$ kW	
	=	1.07	kW

กำลังของมอเตอร์ลดลง	=	2.53 -1.07	kW
	=	1.46	kW
พลังงานไฟฟ้าลดลง	=	1.46 x 24 x 300 x 80%	kWh/ปี
	=	8,409.60	kWh/ปี
	=	0.7166	toe/ปี

ด้านค่าใช้จ่าย

ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.23	บาท/kWh
คิดเป็นเงินที่ลดได้	=	8,409.6 x 3.23	บาท/ปี
	=	27,163.01	บาท/ปี

เงินลงทุน

ค่าอุปกรณ์ VSD ขนาด 5 hp 1 ชุด	=	12,500.00	บาท
ค่าอุปกรณ์ VSD ขนาด 3 hp 2 ชุด	=	21,000.00	บาท
ค่าอุปกรณ์ประกอบ	=	15,000.00	บาท
รวมค่าลงทุน	=	48,500.00	บาท

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหมาะสม

เงินลงทุน	48,500.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	8,409.60	kWh/ปี
	0.7166	toe/ปี
ผลประหยัดที่ได้	27,163.01	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.79	ปี

3.7.2 การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึงเดือน พฤษภาคม 2550 ประมาณ 1,269,040 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 4,377,363 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.45 บาทต่อหน่วย โดยมีการรอบไม้ตลอด 24 ชั่วโมง 320 วันต่อปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดของทีมงานอนุรักษ์พลังงานพบว่า การใช้พลังงานของมอเตอร์ในแต่ละห้องอบมีขนาดดังนี้ ตารางการตรวจวัดการใช้กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ในห้องอบ

ห้องอบ	ขนาดของมอเตอร์ (แรงม้า)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (แรงม้า)	โหลดแฟกเตอร์ (%)
1	10	5.63	7.55	75.5
2	10	4.34	5.81	58.1
3	30	8.59	11.51	38.37
4	30	8.12	10.88	36.28
5	20	7.72	10.35	51.75



ภาพสภาพมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง และสภาพหลังการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากมอเตอร์ขนาด 20 แรงม้าที่ใช้ห้องอบที่ 5 ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ แต่มีอายุการใช้งานนานเกินกว่า 20 ปี ทำให้ประสิทธิภาพของตัวมอเตอร์ต่ำ หากมีการเปลี่ยนมอเตอร์นี้ให้ เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

สภาพหลังปรับปรุง

ได้มีการจัดซื้อและติดตั้งประสิทธิภาพสูงขนาด 20 แรงม้าแทนมอเตอร์ขนาด 20 แรงม้าตัวเก่า และผลการตรวจวัดมอเตอร์ตัวใหม่ได้ค่าดังนี้

ตารางผลการตรวจวัดมอเตอร์ตัวใหม่

ห้องอบ	ขนาดของมอเตอร์ (แรงม้า)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (แรงม้า)	โหลดแฟกเตอร์ (%)
5	20	6.12	8.20	41.02

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า และระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแก่ทีมงานที่ดูแลระบบหม้อไอน้ำ และห้องอบไม้ เพื่อให้เกิดการดูแลรักษามอเตอร์ และระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์อย่างถูกวิธีและเหมาะสม

แนวทางการขยายผล

จากการดำเนินการดังกล่าว ทางทีมงานที่ดูแลระบบหม้อไอน้ำ ห้องอบไอน้ำ และระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควรตรวจสอบ หรือทยอยเปลี่ยนมอเตอร์ตัวอื่นที่มีอายุการใช้งานนานเกิน 20 ปี และที่มีการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ

วิธีการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเก่า

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมอเตอร์ 20 แรงม้าตัวเก่า} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้} \times \text{เวลาที่ใช้งาน} \times \text{โหลดแฟกเตอร์} \\
 &= 7.72 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม./วัน} \times 320 \text{ วัน/ปี} \times 0.5175 \\
 &= 30,682.37 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงิน} &= 30,682.37 \times 3.45 \quad \text{บาท/หน่วย} \\
 &= 105,854.17 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวใหม่

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมอเตอร์ 20 แรงม้าตัวใหม่} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้} \times \text{เวลาที่ใช้งาน} \times \text{โหลดแฟกเตอร์} \\
 &= 6.12 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม./วัน} \times 320 \text{ วัน/ปี} \times 0.4102 \\
 &= 19,280.06 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นเงิน} &= 19,280.06 \times 3.45 && \text{บาท/ยูนิค} \\ &= 66,516.19 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

$$\begin{aligned} &= 30,682.37 - 19,280.06 \\ &= 11,402.31 && \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น} &= 11,402.31 \times 85.21 \times 10^{-6} \\ &= 0.97 && \text{toe/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 11,402.31 \times 3.45 && \text{บาท/ยูนิค} \\ &= 39,337.97 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

การลงทุน

มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงขนาด 20 แรงม้าราคา= 23,850 บาท

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	
เงินลงทุน	23,850	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	11,402.31	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
	0.97	toe/ปี
ผลประหยัดที่ได้	39,337.97	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.606	ปี

3.7.3 การบำรุงรักษามอเตอร์อย่างสม่ำเสมอ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานประเภทสิ่งทอ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรประเภท
ย้อมและอบ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

เครื่องอบแห้ง Stenter มีการทำงานจริง 20 ชม./วัน มีมอเตอร์ขนาด 15HP จากการสำรวจตรวจสอบ พบว่า
มอเตอร์ดังกล่าวเก่าและมีการชำรุดโดยเฉพาะส่วน Bearing ทำให้มอเตอร์ทำงานหนักขึ้น เป็นผลให้มอเตอร์
กินกำลังมากขึ้น เกิดความสูญเสียด้านพลังงาน



ภาพมอเตอร์เครื่อง Stenter อบแห้ง

ตารางข้อมูลก่อนการปรับปรุง

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ที่วัดได้ (kW)	LF	เวลาทำงาน		kWh/ปี	บาท/ปี	toe
				ชม./วัน	วัน/ปี			
Stenter	1	9.5115	0.83	20	330	52,104.00	159,438.24	4.44

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.06

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

บำรุงรักษาโดยการเปลี่ยน Bearing ให้กับมอเตอร์ดังกล่าว

สภาพหลังการปรับปรุง

พบว่า ทำให้อัตราประสิทธิภาพดีขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก็ลดลง เป็นผลให้เกิดการประหยัดพลังงาน



ภาพมอเตอร์หลังทำการปรับปรุง

ตารางข้อมูลหลังปรับปรุง

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ที่วัดได้ (kW)	LF	เวลาทำงาน		kWh/ปี	บาท/ปี	toe
				ชม./วัน	วัน/ปี			
Stenter	1	9.416385	0.83	20.00	330.00	51,582.96	157,843.86	4.40

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.06

ผลการประหยัด

ตารางผลการประหยัด

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ที่ลดลง (kW)	LF	เวลาทำงาน		kWh/ปี	บาท/ปี	การลงทุน (บาท)	ระยะ เวลา คืน ทุน (ปี)	toe
				ชม./วัน	วัน/ปี					
Stenter	1	0.095115	0.83	20.00	330.00	521.04	1,594.38	500.00	0.31	0.04

หมายเหตุ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ปี (บาท/หน่วย) = 3.06

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนการปรับปรุง

$$\text{kWh/y}_{\text{before}} = \text{kW}_{\text{actual load, before}} \times \text{ชม/วัน} \times \text{วัน/ปี} \times \text{LF}$$

หลังการปรับปรุง

$$\text{kWh/y}_{\text{after}} = \text{kW}_{\text{actual load, after}} \times \text{ชม/วัน} \times \text{วัน/ปี} \times \text{LF}$$

ผลประหยัด

$$\text{kWh/y}_{\text{saving}} = \text{kWh/y}_{\text{before}} - \text{kWh/y}_{\text{after}}$$

$$\text{Baht/y}_{\text{saving}} = \text{kWh/y}_{\text{saving}} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี(Baht/y)}$$

$$\text{toe}_{\text{saving}} = \text{kWh/y}_{\text{saving}} \times (85.21 \times 10^{-6})$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{เงินลงทุน(Baht)/ผลประหยัด(Baht/y}_{\text{saving}})$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การบำรุงรักษามอเตอร์อย่างสม่ำเสมอ

เงินลงทุน	500	บาท
ผลที่ประหยัดได้	521.04	kWh/ปี
	0.04	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	1,594.38	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.31	ปี

3.7.4 การปรับความตึงสายพานของเครื่องจักร

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีผลผลิตหลักคือน้ำแข็งก้อนและน้ำแข็งหลอด ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้า สำหรับจ่ายให้กับมอเตอร์ ขนาดใหญ่ของเครื่องทำความเย็น ซึ่งมอเตอร์ส่วนมากจะใช้สายพานขับพลูเล่เพื่อส่งถ่ายเทกำลังไปสู่เครื่องอัดสารทำความเย็นแอมโมเนีย เพื่อทำความเย็นในการผลิตน้ำแข็ง และเครื่องจักรอื่นๆ ภายในโรงงาน



ภาพการใช้งานของสายพานหย่อนที่ชุดมอเตอร์กำลัง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

มอเตอร์ที่ใช้ขับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต มีสภาพการใช้งานที่ขาดการบำรุงรักษาไม่ดีพอเท่าที่ควร คือสายพานที่ใช้ขับพลูเล่ มีสภาพที่หย่อนขาดการปรับแต่งให้สายพานตึง และตำแหน่งของพลูเล่ไม่ได้จุดศูนย์ถ่วง ทำให้เวลาใช้งานของมอเตอร์จะเกิดการลื่นไถล Slip of Motor ซึ่ง ทำให้สูญเสียกำลังไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ และเมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะทำให้แบร็งของมอเตอร์กับพลูเล่เกิดการสึกหลอเสียหายขึ้นได้ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการแก้ไขและกระบวนการผลิตต้องหยุดลงด้วย การดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขปรับแต่งความหย่อนของสายพานมอเตอร์อย่างสม่ำเสมอ จะสามารถลดการสูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ทางทีมงานอนุรักษ์ของโรงงานและทีมที่ปรึกษาร่วมกันเดินสำรวจพื้นที่ใช้งานของเครื่องจักรต่างๆ พบว่ามีมอเตอร์หลายตัว ที่สายพานหย่อน ทางทีมงานอนุรักษ์ของโรงงานจึงชี้แจงให้ทาง ช่างซ่อมบำรุงมา

ดำเนินการตรวจสอบสภาพใช้งานของสายพานและแก้ไขปรับปรุงความหย่อนของสายพาน และกำหนดผู้รับผิดชอบในการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

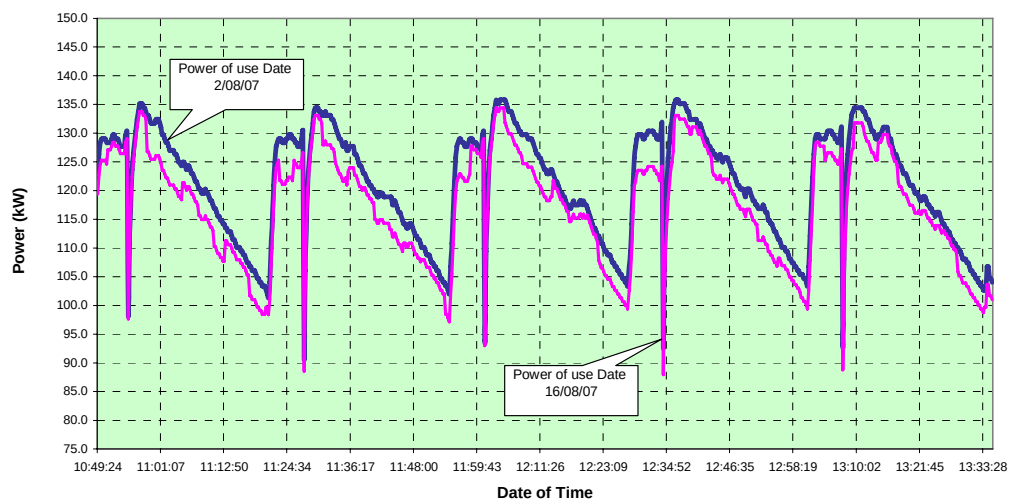


ภาพลักษณะของสายพานหลังการปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากดำเนินการปรับความตึงของสายพานและปรับตำแหน่งของพลูเล่ให้ได้จุดศูนย์ถ่วงพร้อมตรวจสอบการหล่อลื่นของพลูเล่ ว่าใช้งานได้ดีแล้วจึงเดินเครื่องจักรให้ทำงานตามปกติ และตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ

Demand of Energy electrical for เครื่องทำน้ำแข็งหลอด (Unit 40 Ton)
(ก่อนและหลังปรับปรุง)



ภาพแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำแข็งหลอดหลังการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สามารถคำนวณผลประหยัดได้ดังนี้

มอเตอร์ ขนาด 150 kW, 75 kW, และ 22 kW

กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน (จากการตรวจวัด)

มอเตอร์ ขนาด 150 kW	=	110.00	kW
มอเตอร์ ขนาด 75 kW	=	53.13	kW
มอเตอร์ ขนาด 22 kW	=	15.20	kW
รวมกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน	=	178.33	kW
ชั่วโมงการเปิดใช้งาน	=	24.0	ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	=	365	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	75	%
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด	=	(178.33 x 24 x 365 x 75/100)	
	=	1,171,628.10	kWh/ปี

หากดำเนินการแก้ไขปรับแต่งความตึงของสายพาน สามารถลดการเกิดการลื่นไถล Slip of Motor

จะสามารถลดการสูญเสียพลังงาน ลง 2-3 %

เปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้หลังการปรับปรุง	=	2	%
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	1,171,628.10 x 2/100	
	=	23,432.56	kWh/ปี

ด้านค่าใช้จ่าย

ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย	=	3.04	บาท/kWh
	=	23,432.56 x 3.04	
	=	71,234.98	บาท/ปี

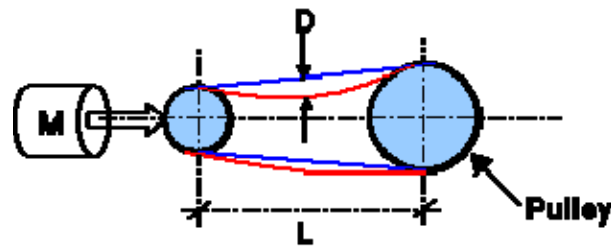
การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากทางโรงงานสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการ
ช่วยกันประหยัดพลังงาน

วิธีการตรวจเช็ค เมื่อใช้นิ้วมือกดลงที่สายพาน ระยะ D จะต้องไม่เกิน 1 cm. ดังนั้นวิธีการตรวจสอบสายพานอย่างง่ายคือการใช้นิ้วมือกดลงบนสายพาน ระยะ D จะต้องเท่ากับความกว้างของสายพานเส้นนั้น



Energy Loss = 23 % Effect for % Slip Motor

$$D = L/100$$

D : ระยะความหย่อนของสายพานที่เหมาะสม

L : ระยะความห่างของ Pulley

Ext. Motor from pulley the interval = 100 cm.

Energy formula ; $L/100$

$$= 100/100$$

$$= 1$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการตรวจสอบและแก้ไขความหย่อนของสายพานมอเตอร์

เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	23,432.56	kWh/ปี
	1.997	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	71,234.98	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.7.5 การลดการทำงานของมอเตอร์/หลักเลี่ยงการเดินเครื่องตัวเปล่า

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงาน นีคพลาสติก, ขึ้นรูปโลหะและทำแม่พิมพ์ มีการทำงานในส่วนของ
สำนักงานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน ในส่วนการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน วัน 299 วันต่อปี มีการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในรอบปีที่ผ่านมา (ก.ค.2549-มิ.ย.2550) 2,531,580 kWh/ปี ค่าพลังงาน 7,858,637.30 บาท อัตราค่าไฟฟ้า
เฉลี่ย 3.10 บาท/หน่วย

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบในส่วนการผลิตโรงงานทำโมลด์พบว่าเครื่อง CNC ที่เปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เดินตัวเปล่า
อยู่ 5 เครื่อง เนื่องจากถ้าจะต้องปิด-เปิด เครื่องใหม่จะต้องใช้เวลาในการ Setup ประมาณ 10 นาที
พนักงานที่ควบคุมเครื่องจึงไม่ปิดเครื่องขณะที่รอวัสดุ จากการบันทึกการเปิดใช้งานเครื่อง CNC ให้เดินตัว
เปล่า เครื่อง CNC 1 เดินตัวเปล่า 140 นาที/เดือน เครื่อง CNC 2 เดินตัวเปล่า 120 นาที/เดือน เครื่อง CNC 3
เดินตัวเปล่า 312 นาที/เดือน เครื่อง CNC 4 เดินตัวเปล่า 342 นาที/เดือน เครื่อง CNC เดินตัวเปล่า 75 นาที/
เดือน



ภาพการเปิดใช้งานเครื่องจักร

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันปรึกษากับผู้รับผิดชอบ สามารถปรับปรุงแก้ไขโดยณรงค์เพื่อให้พนักงานร่วมมือกันปิดเครื่อง CNC ใน
เครื่องที่ไม่ได้ใช้งาน จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง โดยดำเนินการควบคู่ไปกับการตรวจวัดการ
ใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง CNC เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

สภาพหลังปรับปรุง

หลังการทดลองจذبบันทึกเวลาที่เปิดเครื่องทิ้งไว้และตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแล้ว โดยกำหนดผู้รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่อย่างชัดเจน และหัวหน้าคอยตรวจสอบติดตามผลเป็นระยะ



ภาพหลังปรับปรุง : กำหนดวิธีการและประชุมชี้แจงผู้ที่ควบคุมเครื่องจักร

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จำนวนเครื่อง CNC	5	ชุด
เวลาการทำงานของอุปกรณ์	8	ชั่วโมง/วัน
	299	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การทำงาน	100	%
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง CNC และเวลาการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า จากการตรวจวัด		
CNC 1	= 2.7 kW เวลา 140	นาทิต/เดือน
CNC 2	= 2.7 kW เวลา 120	นาทิต/เดือน
CNC 3	= 4.51 kW เวลา 312	นาทิต/เดือน
CNC 4	= 2.22 kW เวลา 342	นาทิต/เดือน
CNC 5	= 1.38 kW เวลา 75	นาทิต/เดือน
เวลาที่เปิดเครื่องทิ้งไว้รวม	= 989	นาทิต/เดือน
พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสีย	= $(2.7+2.7+4.51+2.22+1.38) \times (989/60) \times 12 \times 100\%$	
	= 2,672.28	kWh/ปี
	= 0.22770	toe/ปี
ด้านค่าใช้จ่าย		
ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	= 3.10	บาท/kWh
คิดเป็นเงินที่ลดได้	= $2,672.28 \times 3.10$	
	= 8,284.07	บาท/ปี

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การลดการทำงานของมอเตอร์/หลีกเลี่ยงการเดินเครื่องตัวเปล่า	
เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	2,672.28	kWh/ปี
	0.22770	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	8,284.07	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.7.6 การเลือกใช้มอเตอร์/เครื่องจักรให้เหมาะสมกับภาระโหลด

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึงเดือน พฤษภาคม 2550 ประมาณ 1,269,040 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 4,377,363 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.45 บาทต่อหน่วย โดยมีการรอบไม้ตลอด 24 ชั่วโมง 320 วันต่อปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดของทีมงานอนุรักษ์พลังงานพบว่าการใช้พลังงานของมอเตอร์ในแต่ละห้องอบมีขนาดดังนี้ ตารางที่ 3.39 ผลการตรวจวัดการใช้กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ในห้องอบ

ห้องอบ	ขนาดของมอเตอร์ (แรงม้า)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (แรงม้า)	โหลดแฟกเตอร์ (%)
1	10	5.63	7.55	75.5
2	10	4.34	5.81	58.1
3	30	8.59	11.51	38.37
4	30	8.12	10.88	36.28
5	20	7.72	10.35	51.75



ภาพก่อนการปรับปรุง และสภาพหลังการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากมอเตอร์ขนาด 30 แรงม้าที่ใช้ห้องอบที่ 3 ถูกใช้งานอย่างสม่ำเสมอ แต่มีอายุการใช้งานนานเกินกว่า 20 ปี ทำให้ประสิทธิภาพของตัวมอเตอร์ต่ำ นอกจากนั้นจากการตรวจวัดการใช้กำลังไฟฟ้าแล้วพบว่าสามารถลดขนาดของมอเตอร์ลงได้ครั้งหนึ่ง ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

สภาพหลังปรับปรุง

ได้มีการจัดซื้อและติดตั้งประสิทธิภาพสูงขนาด 15 แรงม้าแทนมอเตอร์ขนาด 30 แรงม้าตัวเก่า และผลการตรวจวัดมอเตอร์ตัวใหม่ได้ค่าดังนี้

ตารางผลการตรวจวัดมอเตอร์ตัวใหม่

ห้องอบ	ขนาดของมอเตอร์ (แรงม้า)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (แรงม้า)	โหลดแฟกเตอร์ (%)
3	15	4.52	6.06	40.27

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า และระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแก่ทีมงานที่ดูแลระบบหม้อไอน้ำ และห้องอบไม้ เพื่อให้เกิดการดูแลรักษามอเตอร์ และระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์อย่างถูกวิธีและเหมาะสม

แนวทางการขยายผล

จากการดำเนินการดังกล่าว ทางทีมงานที่ดูแลระบบหม้อไอน้ำ ห้องอบไอน้ำ และระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควรตรวจสอบ หรือทยอยเปลี่ยนมอเตอร์ตัวอื่นที่มีอายุการใช้งานเกิน 20 ปี และที่มีการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ

วิธีการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเก่า

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมอเตอร์ 30 แรงม้าตัวเก่า} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้} \times \text{เวลาที่ใช้งาน} \times \text{โหลดแฟกเตอร์} \\
 &= 8.59 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม./วัน} \times 320 \text{ วัน/ปี} \times 0.3837 \\
 &= 25,313.15 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงิน} &= 25,313.15 \times 3.45 \quad \text{บาท/หน่วย} \\
 &= 87,330.37 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวใหม่

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมอเตอร์ 15 แรงม้าตัวใหม่} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้} \times \text{เวลาที่ใช้งาน} \times \text{โหลดแฟกเตอร์} \\
 &= 4.52 \text{ kW} \times 24 \text{ ชม./วัน} \times 320 \text{ วัน/ปี} \times 0.4027 \\
 &= 13,979.17 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงิน} &= 13,979.17 \times 3.45 \quad \text{บาท/หน่วย} \\
 &= 48,228.13 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นเมื่อมีการลดขนาดของมอเตอร์ให้มีขนาดที่เหมาะสมจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

$$\begin{aligned}
 &= 25,313.15 - 13,979.17 \\
 &= 11,333.98 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \\
 \text{คิดเป็น} &= 11,333.98 \times 85.21 \times 10^{-6} \\
 &= 0.97 \quad \text{toe/ปี} \\
 \text{หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 11,333.98 \times 3.45 \quad \text{บาท/หน่วย} \\
 &= 39,102.23 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การเลือกใช้มอเตอร์/เครื่องจักรให้เหมาะสมกับภาระโหลด	
เงินลงทุน	19,080	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	11,333.98	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
	0.97	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	39,102.23	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.49	ปี

3.7.7 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจพบว่าทางสถานประกอบการ มีการเปิดบริการห้องพัก 24 ชั่วโมง 365 วันต่อปี ในส่วนของหม้อน้ำร้อนมี 1 ชุด ทำงานวันละ 9 ชั่วโมง 365 วัน หม้อน้ำร้อนได้มีการติดตั้งบนคาบฟ้าของโรงแรม

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการสำรวจและตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าระบบได้มีการติดตั้งปั้มน้ำเพื่อหมุนเวียนน้ำร้อนสำหรับแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับหม้อน้ำร้อน ซึ่งปั้มน้ำร้อนได้เปิดทำงานตลอดเวลา 16.00-01.00 น.



ภาพแสดงก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันระดมสมองเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคณะทำงานและการให้คำปรึกษาของทีมงานที่ปรึกษา เพื่อหามาตรการอนุรักษ์พลังงานได้มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานการติดตั้ง SENSOR และปรับปรุงระบบควบคุมปั้มน้ำหมุนวน โดยให้ทำการติดตั้ง THERMOMETER SENSOR วัดอุณหภูมิที่ท่อหลัก แล้วนำสัญญาณที่ได้มาควบคุมการทำงานของปั้มน้ำหมุนวนน้ำร้อนรวมทั้งหัวเผา (Burner) และลดอุณหภูมิที่ต้ังให้ต่ำลงเพื่อลดการทำงานของปั้มน้ำ ซึ่งจะทำให้สามารถลด การทำงานของปั้มน้ำร้อนลงได้อย่างน้อย 30 %

สภาพหลังปรับปรุง

อยู่ระหว่างพิจารณาปรับปรุง ซึ่งหลังการปรับปรุงโดยการติดตั้ง SENSOR และปรับปรุงระบบควบคุมปั๊ม หมุนวนน้ำร้อนสามารถทำให้ประหยัดพลังงานลงได้ดังวิธีคำนวณผลประโยชน์ที่แสดงดังนี้

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางข้อมูลการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
ข้อมูล				
จำนวนปั๊มน้ำร้อน	n_p	เครื่อง	-	1
การใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำร้อน (ค่าตรวจวัด)	P_p	kW	-	2.00
การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม	P_{PT}	kW	$P_{PT} = n_p \times P_p$	2.00
อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำร้อนปัจจุบัน	r_1	%		100
อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำร้อนหลังปรับปรุง(ประหยัด 30%)	r_2	%		70
ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	h_D	h/d	-	9
วันทำงานต่อปี	D_Y	d/y	-	365
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	C_E	฿/kWh	-	3.37
การคำนวณ				
ชั่วโมงการทำงานต่อปี	h_Y	h/y	$h_Y = h_D \times D_Y$	3,285.00
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน	E_p	kWh/y	$E_p = P_{PT} \times h_Y \times r_1$	6,570.00
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เมื่อทำการปรับปรุง	E_N	kWh/y	$E_N = P_{PT} \times h_Y \times r_2$	4,599.00
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	E_s	kWh/y	$E_s = E_p - E_N$	1,971.00
ราคาพลังงานที่ประหยัดได้	E_c	฿/y	$E_c = E_s \times C_E$	6,642.27

การลงทุน

ค่าวัสดุและอุปกรณ์	=	5,000.00	บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	=	350.00	บาท
รวมเงินลงทุน	=	5,350.00	บาท

หมายเหตุ : ราคาอุปกรณ์และราคาแรงงานที่ใช้ในการคำนวณเป็นราคาที่ประเมินโดยที่ปรึกษาในการลงทุนจริงต้องสำรวจราคาจากตัวแทนจำหน่ายโดยละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เหมาะสม	
เงินลงทุน	5,350	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้	1,917	kWh/ปี
	0.16	toe/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	6,642.27	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.81	ปี

3.7.8 การลดการทำงานของปั๊มโดยการประหยัดน้ำ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีผลผลิตหลักคือน้ำแข็งซึ่งภายในโรงงานมี การใช้ น้ำ ใน การผลิต น้ำแข็ง และ น้ำ ระบาย ความร้อน ภายใน ชุด Evaporating เพื่อลดอุณหภูมิของสารทำความ เย็น น้ำยาแอมโมเนีย ก่อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ เพื่อทำความเย็นให้ กับ น้ำแข็ง โดยปริมาณ น้ำ ส่วน หนึ่ง จะ ระเหย ภาย เป็น ไอ และ ถูก อากาศ พาย ออก ไป จาก หอ ฟุ้ง เย็น และ บาง ส่วน จะ ถูก ระบาย ทิ้ง เพื่อ ให้ การ มี การ หมุน เวียน ของ น้ำ ซึ่ง ทาง โรงงาน มี การ เติมน้ำ เข้า ชุด Evaporating ตลอด เวลา ทำ ให้ น้ำ ล้น ออก มา จาก ถาด หอ ฟุ้ง เย็น ทำ ให้ สูญ เสียด ทรัพยากร น้ำ โดย เปล่า ประโยชน์



ภาพลักษณะการใช้งานของชุด Evaporating

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจบริเวณชุดระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำแข็งหลอด พบว่าชุด Evaporating มีการรั่วไหล ของ น้ำ ตลอด เวลา สาเหตุ เนื่องจาก ปริมาณ น้ำ ที่ ป้อน เข้า ชุด ระบาย ความร้อน Evaporator มาก เกิน ไป ทำ ให้ น้ำ ไหล ล้น ออก จาก ถาด หอ ฟุ้ง เย็น อยู่ ตลอด เวลา ประกอบ กับ อยู่ ระหว่าง การ ถอด มอเตอร์ พัดลม จำนวน 2 ชุด ไป ซ่อม ทำ ให้ การ ระเหย ของ น้ำ จาก การ พัด พาย ออก สู่อากาศ น้อย ลง ซึ่งเป็น เหตุ ให้ การ ระบาย ความร้อน ไม่ ดี พอ จะ ส่งผล ให้ ประสิทธิภาพ ของ เครื่อง ทำ ความ เย็น ลด ลง และ เป็น การ สูญ เสียด ทรัพยากร น้ำ โดย เปล่า ประโยชน์



ภาพลักษณะการปรับวาล์วควบคุมการไหลของน้ำ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการตรวจสอบจุดดังกล่าว ทางทีมงานได้สรุปแนวทางการแก้ไขได้ 2 วิธีดังนี้

1. ลำดับแรกต้องปรับปรุงการปรับวาล์วควบคุมการไหลของน้ำป้อนเข้าสู่ชุดระบายความร้อนให้น้อยลง เพื่อพอเหมาะกับความต้องการ จะสามารถลดการสูญเสียของทรัพยากรน้ำและพลังงานไฟฟ้าลงได้
2. เพื่อเพิ่มการระบายความร้อนให้ดีขึ้น จึงต้องซ่อมมอเตอร์พัดลมแล้วนำมาติดตั้งให้ครบจำนวน 4 ชุด เพื่อดึงความร้อนออกไปทิ้งให้มากขึ้น จะลดปริมาณน้ำที่สิ้นออกมาได้

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากมีการดำเนินการมาตรการลดการรั่วไหลของน้ำแล้ว สามารถประหยัดพลังงานได้ 202.73 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 616.30 บาทต่อปี และประหยัดน้ำได้ 1,419.12 ลบ.ม/ปี คิดเป็นเงิน 25,544.16 บาทต่อปี

การคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ปริมาณน้ำที่ผ่านรอยรั่วทั้งหมด	=	3.60	ลิตร/นาที่
	=	216.00	ลิตร/ชั่วโมง
	=	0.216	ลบ.ม/ชั่วโมง
เวลาในการรั่วไหลของน้ำผ่านท่อส่งน้ำ	=	24.00	ชั่วโมง
วันทำงาน/ปี	=	365	วัน/ปี

เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	75	%
คิดเป็นปริมาณน้ำที่รั่วไหล	=	1,419.12	ลบ.ม/ปี
ค่าน้ำประปาเฉลี่ย	=	15.00	บาท/ลบ.ม
ค่าไฟฟ้าและเคมีในการบำบัดน้ำดี	=	3.00	บาท/ลบ.ม
	=	18.00	บาท/ลบ.ม
คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านน้ำที่สามารถประหยัดได้	=	25,544.16	บาท/ปี

มอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้ในการสูบน้ำเข้าถังพัก เพื่อจ่ายน้ำเข้าของน้ำแข็งที่พิกัดอัตราการใช้ 378.33 ลิตร/นาที
ใช้มอเตอร์ในการขับที่ 4 แรงม้า

คิดเป็นเวลาที่ใช้	=	89.31	ชั่วโมง/ปี
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	=	2.27	kW
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	=	3.04	บาท/kWh
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	=	202.73	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้	=	616.30	บาท/ปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้รวม	=	26,160.46	บาท/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	729.83	MJ/ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากทางโรงงานสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดการทำงานของปั๊มโดยการประหยัดน้ำ	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	202.73	kWh/ปี
	0.017	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	26,160.46	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.8 เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆ

3.8.1 การจัดการหรือปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมไม้ โดยมีผลผลิตหลักคือพาเลทไม้ และลังไม้ ซึ่งในกระบวนการเตรียมประกอบ จะมีการใช้พลังงานในส่วนเครื่องจักร สำหรับเครื่องตัด และเครื่องไสไม้เป็นหลัก



ภาพเครื่องจักร และการทำงานในแผนกเตรียมประกอบ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

ไม้ยางพาราแปรรูป ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ทางโรงงานได้มีการนำมาผลิตเป็นพาเลทไม้ และลังไม้นั้น จะถูกส่งซื้อจากภายนอก ซึ่งปัจจุบัน พบว่า ความหนาของไม้ยางพาราแปรรูปดังกล่าวมีค่าไม่แน่นอน เมื่อนำเข้าสู่กระบวนการไสด้วยเครื่องไส 4 หน้า เพื่อปรับลดความหนาของแผ่นไม้ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการนั้นจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่างกัน ระหว่างไม้ที่มีความหนาไม่เท่ากันดังกล่าว



ภาพการไสไม้ด้วยเครื่องไส 4 หน้า

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมงานอนุรักษ์พลังงานจึงได้มีแนวคิดที่จะปรับเปลี่ยนขั้นตอนการไสไม้ในกลุ่มที่มีความหนามากกว่าปกติ โดยให้นำไปไสเปิดหน้าทีเครื่องไส 1 หน้า ก่อนที่จะนำไปไสด้วยเครื่องไส 4 หน้าตามเดิม จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การทดลองปฏิบัติงานจริง โดยดำเนินการควบคู่ไปกับการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องไส เพื่อนำไปสู่การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากได้ทดลองดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วนั้น ทางทีมงานจึงได้กำหนดให้มีการปรับความหนาของไม้ที่มีความหนามากกว่า 18 mm. ให้มีความหนา 18 mm. ด้วยเครื่องไส 1 หน้า ก่อนที่จะใช้เครื่องไส 4 หน้า เพื่อปรับความหนาให้เหลือ 14 mm. ซึ่งเป็นความหนาส่วนใหญ่ที่ต้องการใช้ในการทำแผงข้าง และฝาบนของพาเลทไม้



ภาพการไสเปิดหน้าไม้ด้วยเครื่องไส 1 หน้า

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับมาตรการนี้ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จะคำนวณจาก ผลต่างของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อน และหลังดำเนินการปรับปรุง โดยที่พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุงได้จากการตรวจวัดเครื่องไส 4 หน้า เมื่อทำการไสไม้ที่มีความหนาสูงกว่าปกติ และพลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุงได้จากการตรวจวัดเครื่องไส 1 หน้า และเครื่องไส 4 หน้า เมื่อทำการไสไม้ที่มีความหนาสูงกว่าปกติเช่นกัน

เครื่องไส 4 หน้า ขนาดพิกัด		22.00	กิโลวัตต์
เครื่องไส 1 หน้า ขนาดพิกัด		5.50	กิโลวัตต์
ก่อนปรับปรุง			
พลังไฟฟ้าตรวจวัดเครื่องไส 4 หน้า เฉลี่ย	=	10.50	กิโลวัตต์
หลังปรับปรุง			
พลังไฟฟ้าตรวจวัดเครื่องไส 1 หน้า เฉลี่ย	=	1.97	กิโลวัตต์
พลังไฟฟ้าตรวจวัดเครื่องไส 4 หน้า เฉลี่ย	=	6.88	กิโลวัตต์
รวมพลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง	=	8.85	กิโลวัตต์
ผลต่างค่าพลังไฟฟ้า	=	10.50-8.85	กิโลวัตต์
	=	1.65	กิโลวัตต์
ชั่วโมงการทำงาน	=	11	ชั่วโมง/วัน
	=	300	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การทำงาน	=	75	%
เปอร์เซ็นต์ของการมีไ้ม้นมากกว่าปกติ	=	25	%
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	$1.65 \times 11 \times 300 \times 0.75 \times 0.25$	
	=	1,020.94	kWh/ปี
	=	$1,020.94 \times 85.21 \times 10^{-6}$	
	=	0.09	toe/ปี
	=	$1,020.94 \times 3.87$	
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	=	1,020.94 x 3.87	
	=	3,951.04	บาท/ปี

อนึ่งการดำเนินการตามมาตรการนี้ นอกเหนือจากผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตามที่ได้แสดงการคำนวณข้างต้นแล้วนั้น ยังมีผลประหยัดทางอ้อมที่โรงงานจะได้รับ คือ การยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์ เครื่องไส และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องไส 4 หน้า ได้อีกด้วย

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การจัดการหรือปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสม

เงินลงทุน - บาท

ผลที่ประหยัดได้ 1,020.94 kWh/ปี

0.09 toe/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 3,951.04 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน คืนทุนทันที

3.8.2 การลดของเสียในกระบวนการผลิต

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ จำกัดมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงระหว่าง เดือนมิถุนายน 2549 – พฤษภาคม 2550 ประมาณ 703,596 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 2,394,178.35 บาทต่อปี มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.41 บาทต่อหน่วย โดยมีการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 340 วันต่อปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดของทีมงานอนุรักษ์พลังงานพบว่ากระบวนการขึ้นรูป มีการใช้ดินที่ผ่านการนวดแล้ว ป้อนเข้าสู่เครื่องขึ้นรูป ทั้งนี้จะมีการตัดแต่งดินที่มีความยาวเกินความต้องการ ทำให้เกิดการต้องนำดินส่วนเกินดังกล่าว กลับไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ จากข้อมูลการตรวจวัดสามารถสรุปได้ดังนี้

ปริมาณแท่งดินที่ถูกตัดทิ้งโดยประมาณ 8 %

สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเตรียมดินประมาณ 62% ของโรงงาน

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากในขั้นตอนการนวดและขึ้นรูปแท่งดินไม่ได้มีหลักปฏิบัติให้เหมาะสมกับความยาวแท่งดินที่ป้อนเข้าเครื่องขึ้นรูป ทั้งนี้หากมีการดำเนินการลดความยาวแท่งดินลงให้เหมาะสมแล้ว คาดว่าจะสามารถลดดินส่วนเกินที่จะนำกลับไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นผลให้ลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับกระบวนการนี้ลงได้

สภาพหลังปรับปรุง

ทางสถานประกอบการ ได้ดำเนินการเตรียมแท่งดินให้มีความยาวที่เหมาะสม ก็จะทำให้ลดปริมาณดินส่วนเกินลงได้



ภาพแสดงเครื่องขึ้นรูปดินและแท่งดินส่วนเกินที่ถูกตัดทิ้ง

ข้อเสนอแนะ

ควรติดตั้งอุปกรณ์ตัดแท่งดินชนิดปรับตั้งระยะความยาวในการตัดแบบอัตโนมัติ ซึ่งประมาณราคาไว้ที่ 10,000 บาท

วิธีการคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการลดปริมาณดินส่วนเกินที่ป้อนเข้าเครื่องขึ้นรูป
การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากการลดปริมาณดินส่วนเกินที่ป้อนเข้าเครื่องขึ้นรูป

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน 703,596 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าในการเตรียมดิน 62%

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเตรียมดิน = $703,596 \times 0.62 = 436,229.52$ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ความยาวแท่งดินส่วนเกินเดิมที่ประมาณ 8% ให้ปรับลดลง 3%

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเตรียมดิน $\times$ ร้อยละที่ลดลง

$$= 436,229.52 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี} \times 0.03$$

$$= 13,086.88 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี}$$

$$\text{คิดเป็น} = 13,086.88 \times 85.21 \times 10^{-6} \text{ toe/ปี}$$

$$= 1.115 \text{ toe/ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นเงิน} &= 13,086.88 \times 3.41 && \text{บาท/ปี} \\ &= 44,626.28 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

การลงทุน

$$\text{ค่าอุปกรณ์ตัดแต่งดินแบบอัตโนมัติ} = 10,000 \text{ บาท}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดของเสียในกระบวนการผลิต	
เงินลงทุน	10,000	บาท
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	13,086.88	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
	1.115	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	44,626.28	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.22	ปี

3.8.3 การปิดหน้าจอหรือเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ได้ใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นบริษัท ที่ประกอบธุรกิจด้านการจัดทำลดกระดาษและซองผลิตภัณฑ์ประเภทกระดาษแข็ง สำเร็จรูป โดยในส่วนของพื้นที่สำนักงานแต่ละส่วนงานมีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นระบบปฏิบัติการในด้านต่างๆ และในช่วงเวลาพักเที่ยงมีการเปิดทิ้งไว้โดยคนดูแลคอมพิวเตอร์มักจะเปิดหน้าจอและเครื่องไว้ คณะทำงานได้สำรวจและตรวจพบว่าเห็นควรมีมาตรการในการปิด-เปิด ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนนี้ อย่างเป็นระบบ และในเวลาช่วงพักเที่ยงที่ไม่มีคนใช้งาน ซึ่งจะเป็นแนวทางของการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างจริงจัง โดยในพื้นที่สำนักงานมีจำนวนคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมากที่เปิดทิ้งไว้ในช่วงเวลาพักเที่ยง



ภาพตัวอย่างภายในสำนักงานที่มีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์



ภาพบริเวณตัวอย่างสำนักงานในแต่ละพื้นที่ที่ดำเนินการตามมาตรการ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากสภาพการใช้คอมพิวเตอร์ที่ไม่เหมาะสมและไม่มีความทำงานที่จะมาดูแลระบบการเปิด-ปิดคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมดูแลให้สามารถเกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังและเพื่อให้บริษัทสามารถกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานได้โดยไม่จำเป็นต้องลงทุนในวงเงินมากๆ เพราะมาตรการที่สำรวจพบนี้เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนเพียงแต่ให้มีบุคลากรในส่วนของบริษัท จากคณะทำงานมอบหมายให้ดูแลควบคุมการเปิด-ปิดคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นหน้าจอหรือตัวเครื่อง ให้เป็นไปอย่างมีระบบและสามารถทำได้โดยไม่ยุ่งยาก และการทำหน้าที่ให้มอบหมาย หัวหน้าฝ่ายแต่ละฝ่ายดำเนินการมอบหมายจัดเป็นเวรยามเพื่อดูแลการเปิด-ปิดระบบคอมพิวเตอร์ ในช่วงเวลาพักเที่ยงจากการดำเนินการตามมาตรการนี้ นับว่าได้รับการตอบรับและการร่วมมือร่วมใจในการทำหน้าที่ยในการจัดเวรยามในการดูแลการเปิด-ปิดระบบคอมพิวเตอร์ ให้เป็นเวลา โดยเฉพาะพักเที่ยง จึงทำให้การอนุรักษ์พลังงานนี้สามารถทำได้โดยรวดเร็วและมีผลตอบสนองได้ทันที ซึ่งในพื้นที่สำนักงานนี้เป็นจุดสำคัญที่ดำเนินการเป็นกรณีเร่งด่วน เพราะมีการเปิดระบบคอมพิวเตอร์ไว้ในช่วงเวลาพักเที่ยง ส่วนสำนักงานของแต่ละพื้นที่ จำนวนมากโดยส่วนใหญ่ จึงกำหนดให้ทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ในสำนักงานดำเนินการตามมาตรการ

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สำหรับมาตรการนี้ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จะคำนวณจาก ผลต่างของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อน และหลังดำเนินการปรับปรุง โดยที่พลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุงได้จากการประเมินการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากการที่มีเปิดระบบคอมพิวเตอร์ในส่วนพื้นที่สำนักงานทั้งหมดในช่วงเวลาพักเที่ยง จำนวนในมาตรการ 30 เครื่องแบบตั้งโต๊ะ

ก่อนปรับปรุง

มีการเปิดระบบคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ในส่วนสำนักงานเป็นประจำทุกวันในช่วงเวลาพักเที่ยง จำนวน 30 เครื่อง โดยไม่มีผู้ใดใช้งาน จึงสามารถคำนวณปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนดำเนินการตามมาตรการได้ดังนี้

เฉลี่ยค่ากำลังงานไฟฟ้าของคอมพิวเตอร์ในแต่ละเครื่องประมาณ 750 W

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย} = 30 \times 750 \text{ W} = 22.5 \text{ kW}$$

เปิดทิ้งในเวลากลางวันช่วงพักเที่ยงจำนวน 1 ชั่วโมง

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า} = 22.5 \times 1 \times 300 = 6,750 \text{ kWh}$$

ค่าไฟฟ้า 3 บาท ต่อ หน่วย

$$= 6,750 \times 3.0 = 20,250 \text{ บาท/ปี}$$

หลังปรับปรุง

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย} = 30 \times 750 \text{ W} = 22.5 \text{ kW}$$

หักช่วงเวลากลางในเวลาพักเที่ยงจำนวน 1 ชั่วโมง

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้า} = 22.5 \times 1 \times 300 = 6,750 \text{ kWh}$$

ค่าไฟฟ้า 3 บาท ต่อ หน่วย ดังนั้นค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้

$$= 6,750 \times 3.0 = 20,250 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 6,750 \times 85.21 \times 10^{-6}$$

$$= 0.57 \text{ toe/ปี}$$

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากทางโรงงานสามารถดำเนินการได้เอง

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การปิดหน้าจอหรือเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ได้ใช้งาน

เงินลงทุน - บาท

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง 6,750 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

0.57 toe/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 20,250 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน คืนทุนทันที

3.8.4 การปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อไม่ได้ใช้งาน/ยกเลิกในส่วนที่ไม่จำเป็น

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก โดยมีผลผลิตหลักคือกล่องหรือลังพลาสติกสำเร็จรูป ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้พลังงานในส่วนของการพัดลมระบายอากาศสำหรับระบายความร้อนภายในโรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพัดลม ตั้งพื้นขนาด 300 วัตต์ ขึ้นไป



ภาพลักษณะการใช้งานของพัดลมระบายอากาศ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสังเกตการใช้งานของพัดลมระบายอากาศภายในพื้นที่การผลิต ซึ่งมีการเปิดใช้งานตลอดเวลาและไม่มีเปิดเมื่อไม่มีพนักงานทำงานอยู่ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานจึงเสนอให้ทำการปิดพัดลมระบายอากาศในขณะที่ไม่มีความจำเป็นต้องทำงานอยู่ ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้



ภาพหลังการปรับปรุงของพัดลมระบายอากาศ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

โดยปกติแล้วทางโรงงานมีการเปิดพัดลมตลอดเวลาในพื้นที่ส่วนการผลิต ซึ่งจากการสำรวจ กับทีมงานอนุรักษ์พลังงาน พบว่าในช่วงที่ไม่มีพนักงานทำงานอยู่ไม่มีการปิดพัดลม ดังนั้นจึงเสนอให้ปิดพัดลมในเวลาที่ไม่มีพนักงานทำงานอยู่ ซึ่งพัดลมมีขนาด 300 วัตต์ จำนวน 10 ตัวและขนาด 370 วัตต์ จำนวน 11 ตัว โดยทำการกำหนดผู้รับผิดชอบและกำหนดเวลาในการเปิด-ปิดการใช้พัดลมระบายอากาศให้ชัดเจน และชี้แจงให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่นั้นได้รับทราบถึงในกรณีพื้นที่ที่ไม่มีการปฏิบัติงาน ซึ่งพนักงานที่อยู่ในพื้นที่นั้นหรือบริเวณใกล้เคียงต้องช่วยกันดูแลเรื่องการเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีการใช้งาน

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนทำให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ คิดเป็นผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า 1,802.85 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย 6,490.26 บาท/ปี

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

พัดลมระบายอากาศที่ดำเนินการบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานภายในโรงงาน

พัดลมระบายอากาศขนาด 300 W จำนวน	=	10	ชุด
พัดลมระบายอากาศขนาด ½ HP, 370 W จำนวน	=	11	ชุด
กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวม	=	7.07	kW
ชั่วโมงการปิดใช้งาน	=	1	ชม./วัน
วันทำงาน	=	300	วัน/ปี
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	85	%
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	=	3.60	บาท/kWh
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	1,802.85	kWh/ปี
คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้	=	6,490.26	บาท/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	6,490.26	MJ/ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อไม่ได้ใช้งาน/ยกเลิกในส่วนที่ไม่จำเป็น	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,802.85	kWh/ปี
	0.153	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	6,490.26	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

3.8.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพ/เลือกเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการเป็นโรงงานอุตสาหกรรมไม้แปรรูป (ผลิตลังไม้ และพาเลทไม้) โดยในกระบวนการผลิตของทางโรงงานนั้น จะมีขั้นตอนของการเตรียมประกอบ คือการตัดไม้ และการไสไม้ ซึ่งก่อให้เกิดฝุ่นไม้ในปริมาณมาก ดังนั้นทางโรงงานจึงได้มีการติดตั้งไซโลดูดฝุ่น ขนาดมอเตอร์ 37.0 kW เพื่อดูดฝุ่นจากบริเวณภายในโรงงานออกไปยังไซโลด้านนอก



ภาพการทำงาน และเครื่องจักรในแผนกเตรียมประกอบที่ก่อให้เกิดฝุ่นไม้

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

เนื่องจากเดิมทางโรงงานประสบปัญหา เรื่องความแรงของลมดูดไม้ไม่มากพอที่จะกำจัดฝุ่นได้ดี จึงได้ให้ผู้รับเหมาจากภายนอกมาดำเนินการตรวจสอบและแก้ไข ซึ่งทางผู้รับเหมาดังกล่าวได้ทำการปรับความเร็วรอบของ Blower ให้เร็วขึ้น โดยการลดขนาดของ Pulley ตัวตามที่ดีติดอยู่กับ Blower ให้เล็กกว่า Pulley ตัวขับเคลื่อนติดอยู่กับมอเตอร์ ซึ่งการกระทำดังกล่าว ทำให้ Blower สามารถดูดลม และฝุ่นได้แรงขึ้น แต่ก็ยังไม่ดีเพียงพอกับการใช้งาน และมาตรฐานของอุตสาหกรรม ประกอบกับเมื่อความเร็วรอบของ Blower เพิ่มขึ้นนั้น ยังส่งผลให้ค่าพลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้มีค่าสูงขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย (จากการตรวจวัดมอเตอร์มีค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ 38.0 kW)

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากปัญหาดังกล่าว ทางทีมงาน จึงมีความต้องการที่จะปรับปรุงระบบกำจัดฝุ่นให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงการกำจัดฝุ่นทั้งระบบ เริ่มตั้งแต่การเพิ่มขนาดท่อลมให้ใหญ่ขึ้น,

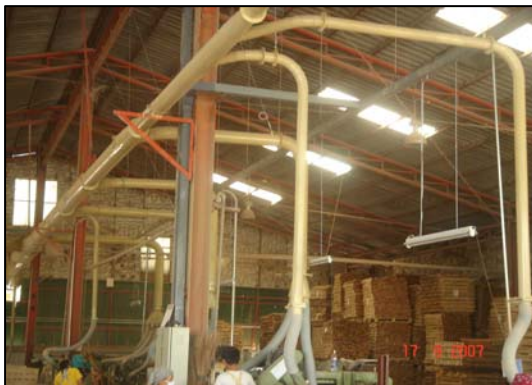
เปลี่ยน Blower ตัวใหม่ พร้อมทั้งปรับปรุงระบบกรองฝุ่นของไซโลด้วย จึงได้ดำเนินการว่าจ้าง บริษัท ภายนอก ซึ่งมีความชำนาญเฉพาะทางมาทำการออกแบบ อุปกรณ์ประกอบภายในระบบใหม่ทั้งหมด



ภาพและท่อลมดูดฝุ่นที่ติดตั้งใช้งานก่อนการปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

จากแนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าว มาตรการนี้ได้ถูกดำเนินการจริงเริ่มตั้งแต่การติดตั้งท่อลมใหม่ภายในโรงงาน, การติดตั้ง Blower, การปรับอัตราทดรอบระหว่างมอเตอร์ และ Blower ใหม่ ให้เป็นอัตรา 1:1 (Blower หมุนด้วยความเร็วรอบเท่ากับมอเตอร์) และระบบกรองฝุ่นใหม่ รวมทั้งการรื้อถอนอุปกรณ์เดิมทั้งหมด จนแล้วเสร็จในช่วงต้นเดือน สิงหาคม 2550 เมื่อดำเนินการปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว นั้น ทางทีมงานได้ทำการตรวจวัดค่าความเร็วลมบริเวณปลายท่อดูดย่อยทุก ๆ หัว เมื่อเปิด Damper ครบทุกหัว พบว่า ค่าความเร็วลมดูดทุก ๆ หัวมีค่ามากกว่า 600 m/s ซึ่งนับเป็นค่าที่สูงกว่ามาตรฐานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ประกอบกับเมื่อทำการตรวจสอบค่าพลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ ก็พบว่ามีค่าลดลงเหลือเพียง 27.87 kW เท่านั้น



ภาพท่อลมดูดฝุ่นหลังดำเนินการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อมูลการตรวจวัด Blower สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังตาราง

ตารางข้อมูลในการคำนวณ

รายการตรวจวัด	การตรวจวัดก่อนปรับปรุง	การตรวจวัดหลังปรับปรุง
พิกัดพลังไฟฟ้า (kW)	37.00	37.00
ข้อมูลการตรวจวัด		
แรงดันไฟฟ้า (V)	399.00	400.00
กระแสไฟฟ้า Ir (A)	66.90	52.40
กระแสไฟฟ้า Is (A)	58.24	53.10
กระแสไฟฟ้า It (A)	60.22	57.60
ค่าตัวประกอบกำลัง	0.890	0.740
พลังไฟฟ้า (kW)	38.00	27.87

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง} &= \text{พลังไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \\
 &= 38.00 \times 11 \times 300 \\
 &= 125,400.00 \quad \text{kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง} &= \text{พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \\
 &= 27.87 \times 11 \times 300 \\
 &= 91,971.00 \quad \text{kWh/ปี} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง} &= 125,400.00 - 91,971.00 \\
 &= 33,429.00 \quad \text{kWh/ปี} \\
 &= 33,429.00 \times 85.21 \times 10^{-6} \\
 &= 2.85 \quad \text{toe/ปี} \\
 \text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= 33,429.00 \times 3.87 \\
 &= 129,370.23 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบดูดฝุ่นนี้ สามารถขยายผลเพิ่มเติมได้อีก โดยการพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์ปรับลดความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Speed Drive) รวมทั้งการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งอาจพิจารณาเมื่อมอเตอร์ที่ใช้อยู่เดิมเกิดการชำรุด

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงประสิทธิภาพ/เลือกเดินเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง	
เงินลงทุน	128,400.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	33,429.00	kWh/ปี
	2.85	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	129,370.23	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.00	ปี

บทที่ 4

การจัดการมาตรการด้านความร้อน

ระบบทำความร้อนที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง ระบบอุปกรณ์พลังงานที่เป็นแหล่งพลังงานใดๆ ให้เป็นพลังงานความร้อน แล้วนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตต่างๆ โดยอุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ หม้อไอน้ำ เตาหลอม เตาเผา และเตาอบ รวมทั้งเครื่องยนต์ต่างๆด้วย ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้เป็นหัวใจหลักของกระบวนการผลิต โดยการจัดการมาตรการด้านความร้อนสามารถแบ่งออกได้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 มาตรการด้านความร้อนในส่วนที่ไม่มีการลงทุนและมีการลงทุน

ประเภท	มาตรการ	มาตรการที่ไม่มีการลงทุน	มาตรการที่มีการลงทุน
มาตรการด้านความร้อน			
1. หม้อไอน้ำ, น้ำมันร้อน	1.1 การลดความสูญเสียจากการรั่วไหลของน้ำร้อน/ไอน้ำ		✓
	1.2 การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์		✓
	1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ		✓
	1.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ดักไอน้ำ (Steam trap)		✓
	1.5 การลดเวลาการใช้งานหม้อไอน้ำ	✓	
	1.6 การลดความดันไอน้ำให้เหมาะสม	✓	
	1.7 การหุ้มฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน		✓
	1.8 การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ	✱	
	1.9 การควบคุมน้ำ boiler dewater ให้เหมาะสม	✓	
	1.10 การใช้ไอน้ำอุ่นน้ำมันเตาแทนไฟฟ้า		✓
	1.11 การปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ		✓
2. เตาอบ/เตาเผา	2.1 การปรับปรุงระบบฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน		✓
	2.2 การลดความชื้นผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าเตาอบ		✓
	2.3 การนำแก๊ส LPG ที่เหลือกลับมาใช้งาน	✓	
	2.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้		✓
	2.5 การปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน	✱	
3. เครื่องยนต์ (ขนส่ง, เกษตร)	3.1 การบริหารการใช้งานรถฟอร์กลิฟท์ ให้มีประสิทธิภาพ	✓	
	3.2 การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์	✱	

หมายเหตุ ✱ หมายถึง สถานประกอบการอาจจะมีการลงทุนซื้อเครื่องมืออุปกรณ์หรือว่าจ้างบริษัทภายนอกเข้ามาดำเนินการ

4.1 หม้อไอน้ำ, หม้อน้ำร้อน

4.1.1 การลดความสูญเสียจากการรั่วไหลของไอน้ำ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สถานประกอบการแห่งหนึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ โดยมีผลผลิตคือผ้าฝ้าย ซึ่งในกระบวนการผลิตผ้าฝ้ายของโรงงานนั้น จะมีการใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงน้ำมันเตา C เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ และนำไปใช้ในกระบวนการอบแห้งเป็นหลัก



ภาพการใช้ไอน้ำในการอบแห้งเส้นด้ายบริเวณเครื่องลงแป้ง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

ในกระบวนการลงแป้งบริเวณเครื่อง Sizing นั้น มีการใช้ไอน้ำเพื่อการอบแห้งเส้นด้ายที่ผ่านการลงแป้งมาเรียบร้อยแล้ว โดยการผ่านไอน้ำความดันประมาณ 3.0 Bar_g เข้าไปในลูกกลิ้ง และให้ผ้าฝ้ายม้วนอยู่ด้านนอกโดยรอบลูกกลิ้ง ซึ่งจากการสำรวจการทำงานในแผนกดังกล่าว พบว่า มีการสูญเสียพลังงานความร้อนในรูปของไอน้ำที่รั่วไหล จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ตารางขนาดรูรั่วที่ตรวจพบในอุปกรณ์ไอน้ำ

ตำแหน่ง/อุปกรณ์	จำนวนที่ชำรุด (ชุด)	ขนาดรูรั่ว (มิลลิเมตร)
Rotary Joint	2	2
Flexible Hose	1	2
Steam Valve	1	2

ซึ่งสามารถแสดงการรั่วไหลของไอน้ำจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวได้ดังรูป



ภาพอุปกรณ์ต่างๆที่ชำรุดและเกิดการรั่วไหลของไอน้ำ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

เมื่อทางทีมที่ปรึกษา และทีมงานอนุรักษ์พลังงานของโรงงานได้ร่วมกันสำรวจการใช้พลังงานภายในโรงงาน และพบจุดที่เกิดการรั่วไหลของไอน้ำดังกล่าว ทางที่ปรึกษาจึงได้ให้คำแนะนำในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง พร้อมทั้งแสดงวิธีการคำนวณความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากไอน้ำที่รั่วไหลดังกล่าว จากนั้นทางทีมงานจึงได้ดำเนินการปรับปรุงโดย การซ่อมแซม Rotary Joint จำนวน 2 ชุด, เปลี่ยน Flexible Hose จำนวน 1 เส้น และถอดควาล์วไอน้ำมาเปลี่ยนซีลภายในวาล์ว จำนวน 1 ชุด

สภาพหลังการปรับปรุง

เมื่อทางโรงงานได้ดำเนินการปรับปรุงตามรายละเอียดข้างต้นแล้วทำให้สามารถลดการสูญเสียไอน้ำจากการรั่วไหลที่อุปกรณ์ทั้งหมดได้ ดังแสดงในรูป



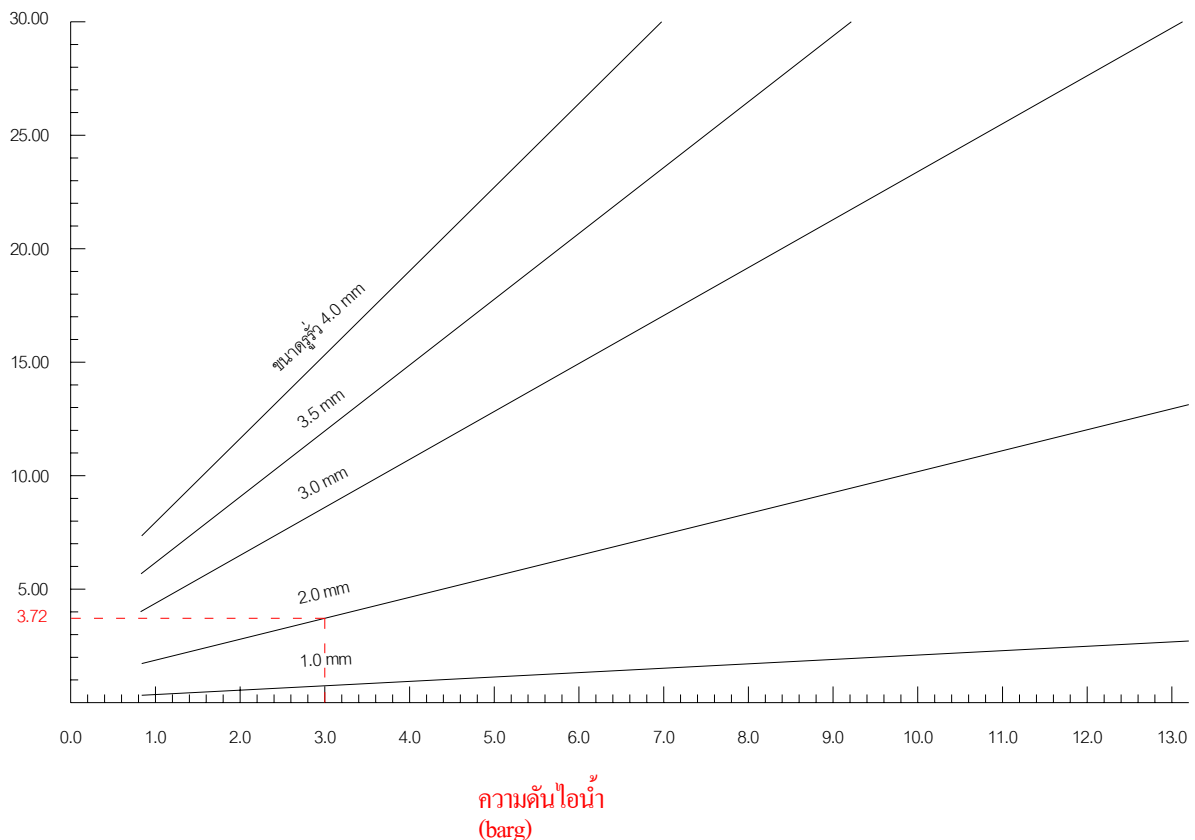
ภาพอุปกรณ์ที่ดำเนินการเปลี่ยนและซ่อมแซม

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การคำนวณผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ จะคำนวณจากปริมาณไอน้ำที่สูญเสียไปสำหรับรูรั่ว ขนาด 2 mm. จำนวน 4 จุด ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Enthalpy ของน้ำป้อนที่อุณหภูมิ 40 °C	= 167.57	กิโลจูล/กิโลกรัม
Enthalpy ของไอน้ำที่ความดัน 4.013 bar	= 2,738.80	กิโลจูล/กิโลกรัม
จำนวนรอยรั่ว	= 4	แห่ง
ปริมาณไอน้ำสูญเสียจากรอยรั่ว (1 แห่ง)	= 3.72	กิโลกรัม/ชั่วโมง

ปริมาณไอน้ำรั่วไหล
(kg/hr)



กราฟแสดงค่าปริมาณไอน้ำรั่วไหลผ่านรูรั่วขนาด 1-4 mm. ที่ความดันต่าง ๆ

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นสูญเสียไอน้ำรวม} &= 3.72 \times 4 \\ &= 14.88 \quad \text{กิโลกรัม/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาคำนวณผลการประหยัดได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}\text{การสูญเสียไอน้ำใน 1 ปี} &= \text{ปริมาณการสูญเสีย/ชั่วโมง} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน/ปี} \\ &= 14.88 \times 12 \times 300 \\ &= 53,568.00 \quad \text{กิโลกรัม/ปี}\end{aligned}$$

คิดเป็นพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้จากการลดการสูญเสียในปริมาณดังกล่าว ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ผลประหยัดพลังงานความร้อน} &= \text{ปริมาณไอน้ำสูญเสีย} \times (\text{Enthalpy ไอน้ำ} - \text{Enthalpy น้ำป้อน}) \\ &= [53,568.00 \times (2,738.80 - 167.57)] / 1,000 \\ &= 137,735.65 \quad \text{MJ/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เทียบเท่า} &= 137,735.65 \times 23.67 \times 10^{-6} \\ &= 3.26 \quad \text{toe/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้} &= \text{ผลประหยัดพลังงานความร้อน} / \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง} \\ &= 137,735.65 / 41.28 \\ &= 3,336.62 \quad \text{ลิตร/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้} &= \text{ปริมาณเชื้อเพลิงรวมที่ประหยัดได้} \times \text{ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย} \\ &= 3,336.62 \times 13.40 \\ &= 44,710.71 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

เงินลงทุนที่ใช้ในการดำเนินการตามรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 11,200.00 บาท คิดเป็นระยะเวลาดำเนินการ 0.25 ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การใช้ไอน้ำในบริเวณเครื่องลงแป้ง มีโอกาสที่จะเกิดการรั่วได้ง่าย โดยเฉพาะส่วนของ Rotary Joint เนื่องจากมีชิ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ด้วย ดังนั้น จึงต้องอาศัยความร่วมมือร่วมของพนักงานในแผนก ให้ช่วยกันตรวจสอบการรั่วไหลของไอน้ำที่เกิดมีขึ้น และรีบแจ้งให้กับทางเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงทราบ เพื่อดำเนินการซ่อมแซมตามสภาพการชำรุดที่เกิดขึ้นโดยเร็ว

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดความสูญเสียจากการรั่วไหลของไอน้ำ	
เงินลงทุน	11,200.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	3,336.62	ลิตร/ปี
	3.26	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	44,710.71	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.25	ปี

4.1.2 การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอแห่งหนึ่ง มีการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงน้ำมันเตา C เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำ จากหม้อไอน้ำขนาด 3 ตัน จำนวน 1 ลูก และ 5 ตัน จำนวน 1 ลูก ซึ่งไอน้ำที่ผลิตได้ นั้นถูกนำไปใช้ในกระบวนการย้อมผ้า, อบผ้า และกระบวนการลงแป้ง โดยการใช้ น้ำมันเตารวมในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา มีปริมาณ 350,000 ลิตร/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 4,700,000 บาท/ปี



ภาพหัวเผา น้ำมันเตาของหม้อไอน้ำ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

ในกระบวนการใช้พลังงานความร้อนของโรงงานนั้น มิได้เป็นการพ่นไอน้ำให้ สัมผัสกับวัตถุดิบเพื่อให้ ความร้อนโดยตรง แต่จะเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างไอน้ำที่ไหลอยู่ภายในชุดท่อ และให้ความ ร้อนผ่านผิวของชุดท่อดังกล่าวสู่ของเหลว หรืออากาศด้านนอก ดังนั้นเมื่อไอน้ำได้ให้ ความร้อน แก่น้ำ หรือ อากาศแล้ว จะกลั่นตัวเป็นน้ำ (Condensate) แล้วถูกระบายออกจากระบบการให้ความร้อนด้วย กับดัก ไอน้ำ (Steam Trap) จากนั้นคอนเดนเสทจะถูกปล่อยตามท่อด้วยแรงดันของไอน้ำ เพื่อกลับไปให้ ความ ร้อนกับน้ำป้อนหม้อไอน้ำ เพื่อให้ น้ำป้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อการประหยัดเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับหม้อ ไอน้ำ จากการสำรวจสภาพการนำคอนเดนเสทมาอุ่นน้ำป้อนบริเวณถังน้ำป้อนของโรงงาน พบว่า มีการ สูญเสีย ไอน้ำ (Flash Steam) ในปริมาณมาก เมื่อตรวจสอบโดยละเอียดจึงพบว่า ท่อน้ำคอนเดนเสทนั้นมี ได้จุ่มอยู่ในถังน้ำป้อน แต่เป็นการวางท่อพาดไว้บริเวณขอบถัง และปล่อยให้คอนเดนเสท พ่นลงใ้บริเวณ ผิวหน้าในถังน้ำป้อน จึงทำให้น้ำในถังมีอุณหภูมิสูงเฉพาะด้านบน แต่ท่อน้ำที่ออกจากถังน้ำป้อนไปเข้าปั๊มน้ำ นั้นอยู่บริเวณด้านล่างของถัง จึงทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการนำคอนเดนเสทมาอุ่นน้ำป้อนได้อย่าง

เดิมที โดยอุณหภูมิน้ำป้อนก่อนเข้าหม้อไอน้ำมีอุณหภูมิเพียง 40°C เท่านั้น โดยที่ความร้อนส่วนใหญ่สูญเสียไปในรูปของ Flash Steam บริเวณฝาถังน้ำป้อน



ภาพถังน้ำป้อนหม้อไอน้ำ และการสูญเสียไอน้ำ (Flash Steam)

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการสูญเสียที่เกิดขึ้นดังกล่าว ทางทีมที่ปรึกษาจึงได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงท่อคอนเดนเสท และถังน้ำป้อนใหม่ โดยหลักการคือให้ท่อน้ำคอนเดนเสทจุ่มลงในถัง และวางแนวท่อยาวตลอดในบริเวณกันดั้ม โดยให้ท่อดังกล่าว เป็นท่อปลายปิด และทำการเจาะรูเล็กๆ ตลอดความยาวของแนวท่อที่วางอยู่กันดั้ม เพื่อให้คอนเดนเสทสามารถปล่อยออกมาตามรูเล็กๆ ดังกล่าว และสามารถให้ความร้อนกับน้ำภายในถังได้อย่างทั่วถึง เมื่อทางทีมงานเข้าใจถึงความสูญเสียและแนวทางในการปรับปรุงดังกล่าว จึงได้นำข้อมูลต่างๆ ไปนำเสนอผู้บริหาร ซึ่งทางผู้บริหารของโรงงานเองก็ได้เล็งเห็นถึงการสูญเสียดังกล่าว จึงได้อนุมัติงบประมาณในการดำเนินการปรับปรุง อนึ่ง เนื่องจากถังน้ำป้อนเดิมมีสภาพเก่ามาก เนื่องจากมีอายุการใช้งานนาน ประกอบกับลักษณะของถังน้ำที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม และสภาพฉนวนต่าง ๆ อยู่ในสภาพที่ทรุดโทรมมาก ทางผู้บริหารจึงได้ตัดสินใจเปลี่ยนถังน้ำป้อน และระบบท่อคอนเดนเสทใหม่ทั้งหมด โดยใช้หลักการตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในการดำเนินการปรับปรุง ซึ่งสามารถแสดง ถังน้ำป้อนใหม่, การเจาะรูท่อคอนเดนเสท และถังน้ำป้อนเดิม



ภาพถังน้ำป้อนใหม่ระหว่างเตรียมการติดตั้ง



ภาพท่อคอนเดนเสทเจาะรูบริเวณก้นถังน้ำป้อนใหม่ และซากถังน้ำป้อน และอุปกรณ์ประกอบเดิม

สภาพหลังการปรับปรุง

เมื่อทางโรงงานได้ดำเนินการปรับปรุงตามรายละเอียดข้างต้นแล้ว ทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิน้ำป้อนหม้อไอน้ำให้สูงขึ้นได้เป็นอย่างมาก โดยสามารถอ่านค่าอุณหภูมิน้ำป้อนหม้อไอน้ำจากเทอร์โมมิเตอร์ที่ได้ ติดตั้งไว้บริเวณเสดเดอร์รวมของท่อน้ำก่อนเข้าปั้มน้ำป้อนหม้อไอน้ำแต่ละลูกได้ถึงเกือบ 100°C



ภาพถังน้ำป้อนหม้อไอน้ำหลังปรับปรุง

เทอร์โมมิเตอร์วัด
อุณหภูมิน้ำป้อน



ภาพแสดงค่าอุณหภูมิน้ำป้อนหม้อไอน้ำหลังการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การคำนวณผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ จะคำนวณด้วยหลักการที่ว่าทุกๆ อุณหภูมิน้ำป้อนที่เพิ่มขึ้น 6°C จะทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ 1% ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดการคำนวณได้ดังนี้

อุณหภูมิน้ำป้อน ก่อนปรับปรุง	=	40	$^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิน้ำป้อน หลังปรับปรุง	=	97	$^{\circ}\text{C}$
ดังนั้นสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้	=	$(97 - 40) / 6$	
	=	9.50	%

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ก่อนปรับปรุง} &= 350,000.00 \quad \text{ลิตร/ปี} \\
 \text{ดังนั้น สามารถเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} &= 350,000.00 \times (9.50 / 100) \\
 &= 33,250.00 \quad \text{ลิตร/ปี} \\
 \text{คิดเป็นพลังงานความร้อนที่ประหยัดได้} &= \text{เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} \times \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง} \\
 &= 33,250.00 \times 41.28 \\
 &= 1,372,560.00 \quad \text{MJ/ปี} \\
 \text{เทียบเท่า} &= 1,372,560.00 \times 23.67 \times 10^{-6} \\
 &= 32.49 \quad \text{toe/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้} &= \text{ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} \times \text{ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย} \\
 &= 33,250.00 \times 13.40 \\
 &= 445,550.00 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

เงินลงทุนที่ใช้ในการดำเนินการตามรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น ทางโรงงานได้ดำเนินการจัดจ้างให้บริษัท ผู้รับเหมา จากภายนอกเข้ามาดำเนินการให้ ซึ่งใช้เงินลงทุนรวมทั้งค่าวัสดุ และค่าแรงในการดำเนินการ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 138,961.00 บาท คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน 0.31 ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์	
เงินลงทุน	138,961.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	33,250.00	ลิตร/ปี
	32.49	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	445,550.00	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.31	ปี

4.1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานหล่อยางรถยนต์แห่งหนึ่งมีการใช้เชื้อเพลิง(ฟืนไม้ยูคาลิปตัส) ประมาณ 360,000 กิโลกรัมต่อปี โดยมีการหล่อยาง 8 ชั่วโมง 120 วันต่อปี โดยหม้อไอน้ำที่ใช้เป็นแบบ 2 กลีบ ขนาดประมาณ 1 ตันต่อชั่วโมง แรงดันใช้งาน 3.5 bar ทำหน้าที่ผลิตไอน้ำสำหรับนำมาให้ความร้อนแก่ยางที่จะทำการหล่อดอก

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำที่ใช้ในโรงงานพบว่า อุณหภูมิของก๊าซไอเสียทิ้งมีค่าเท่ากับ 400 °C ปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสียมีค่าเท่ากับ 15% ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน และเป็นเหตุให้สิ้นเปลืองพลังงานความร้อนเกินกว่าค่ามาตรฐานสำหรับการเผาไหม้อยู่มาก หากทำการปรับปรุงระบบการเผาไหม้ จะช่วยประหยัดพลังงานความร้อนได้



สภาพก่อนปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันระดมสมองเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคณะทำงานและการให้คำปรึกษาของทีมงานที่ปรึกษา เพื่อหามาตรการอนุรักษ์พลังงานได้มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานปรับปรุงระบบการเผาไหม้เพื่อลดปริมาณอากาศส่วนเกิน โดยการปรับลดการเปิดพัดลม Force Draft Fan และปิดประตูหม้อไอน้ำให้สนิทเพื่อลดปริมาณอากาศที่เข้าห้องเผาไหม้ให้ได้ใกล้เคียงค่ามาตรฐานมากกว่านี้ (ประมาณ 7 %) เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน

สภาพหลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยการปรับปรุงพัดลม Force Draft Fan เพื่อลดปริมาณอากาศที่เข้าห้องเผาไหม้ สามารถทำให้ประหยัดพลังงานลงได้ดังวิธีคำนวณผลประหยัดที่แสดงดังนี้



สภาพหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
อุณหภูมิไอเสียออกจากห้องเผาไหม้	T_g	$^{\circ}\text{C}$		400.00
อุณหภูมิอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้	T_a	$^{\circ}\text{C}$		35.00
ปริมาณออกซิเจนออกจากห้องเผาไหม้	O_2	%		15.00
ค่าความร้อนทางต่ำของเชื้อเพลิง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	LHVS	kcal/ kg		3,820.00
ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซไอเสีย	C_{pg}	kcal/ $\text{Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$	$C_{pg} = (0.00005 \times T_g) + 0.32$	0.34
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้				
-เชื้อเพลิงแข็ง (จากการสมดุลพลังงาน)	m_{IS}	kg/h		375.00
ชั่วโมงการใช้งานหม้อไอน้ำตลอดปี	h	h/y		960.00
ราคาเชื้อเพลิง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	C_s	บาท/กก.		0.80
ปริมาณออกซิเจนออกจากห้องเผาไหม้ที่ควรจะเป็น	O_{2N}	%		7.00
ประสิทธิภาพการเผาไหม้หม้อไอน้ำ	eff_C	%		55.00
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	eff_B	%		44.01
การคำนวณ				
การสูญเสียพลังงานความร้อนจากไอเสียออกปล่อง (ก่อนปรับปรุง)				
อัตราส่วนอากาศ	m	-	$m = 21 / (21 - O_2)$	3.50
ปริมาณอากาศทางทฤษฎี (A_O)				
-เชื้อเพลิงแข็ง	A_{OS}	Nm^3/kg	$A_{OS} = (1.01 \times \text{LHVS}/1000) + 0.5$	4.36
ปริมาณอากาศใช้จริง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	A_S	Nm^3/kg	$A_S = A_{OS} \times m$	15.25
ปริมาณก๊าซเสียทางทฤษฎี				
-เชื้อเพลิงแข็ง	G_{OS}	Nm^3/kg	$G_{OS} = (0.89 \times \text{LHVS} / 1000) + 1.65$	5.05
ปริมาณก๊าซเสียจริง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	G_S	Nm^3/kg	$G_S = G_{OS} + (m - 1) A_{OS}$	15.95

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
พลังงานความร้อนที่สูญเสียออกจาก อากาศส่วนเกิน				
-เชื้อเพลิงแข็ง	Q_{ES}	kcal/y	$Q_{ES} = m_{IS} \times G_S \times C_{pg} \times (T_g - T_a) \times h \times \text{eff}_C / 100$	391,804,722.54
การสูญเสียพลังงานความร้อนจากไอ เสียออกปล่องหลังจากปรับลด ปริมาณออกซิเจน				
ปริมาณออกซิเจน	O_{2N}	%		7.00
อุณหภูมิไอเสียหลังจากปรับลด ปริมาณออกซิเจน	T_{gN}	°C	$T_{gN} = T_g + 5$	405.00
การสูญเสียพลังงานความร้อนจากไอ เสียออกปล่อง(หลังปรับปรุง)				
อัตราส่วนอากาศ(ใหม่)	m_N	-	$m_N = 21 / (21 - O_{2N})$	1.50
ปริมาณอากาศใช้จริง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	A_{SN}	Nm ³ /kg	$A_{SN} = A_{OS} \times m_N$	6.54
ปริมาณก๊าซเสียจริง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	G_{SN}	Nm ³ /kg	$G_{SN} = G_{OS} + (m_N - 1) \times A_{OS}$	7.23
พลังงานความร้อนที่สูญเสียออกจาก อากาศส่วนเกิน				
-เชื้อเพลิงแข็ง	Q_{ESN}	kcal/y	$Q_{ESN} = m_{IS} \times G_{SN} \times C_{pg} \times (T_{gN} - T_a) \times h \times \text{eff}_C / 100$	180,060,332.76
พลังงานความร้อนสูญเสียออกจาก ปล่องลดลง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	Q_{SS}	kcal/y	$Q_{SS} = Q_{ES} - Q_{ESN}$	211,744,389.78
คิดเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	F_{SS}	kg/y	$F_{SS} = Q_{SS} / (\text{LHVS} \times (\text{eff}_B / 100))$	125,939.72
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ลดลง				
-เชื้อเพลิงแข็ง	S_S	B/y	$S_S = F_{SS} \times C_S$	100,751.78

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ	
เงินลงทุน	10,700	บาท
พลังงานที่ประหยัดได้ (ไม้ฟืน)	125,939	กก./ปี
	47.67	toe/ปี
ผลประหยัดที่ได้	100,751.78	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.11	ปี

4.1.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ดักไอน้ำ (Steam trap)

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

กระบวนการผลิตของโรงงานแห่งหนึ่ง หลังจากผ่านขั้นตอนการซักผ้าแล้วนั้น จะเข้าสู่กระบวนการอบผ้าที่เครื่องอบผ้า จำนวน 7 เครื่อง ซึ่งเครื่องอบผ้างดักความร้อนจากไอน้ำโดยผ่านชุดท่อไอน้ำ และมีพัดลมเป่าอากาศผ่านชุดท่อดังกล่าว เพื่อให้ได้อากาศร้อนที่จะนำไปใช้ในการอบผ้า สำหรับในด้านไอน้ำเมื่อให้ความร้อนแล้ว ไอน้ำก็จะควบแน่นเป็นน้ำร้อน (Condensate) และถูกระบายออกด้วยกับดักไอน้ำ (Steam Trap)



ภาพเครื่องอบผ้า

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการร่วมสำรวจตรวจสอบการใช้พลังงานความร้อนภายในแผนกอบผ้าร่วมกันระหว่างทีมงานของโรงงาน และทีมที่ปรึกษานั้น ทำให้พบว่า กับดักไอน้ำที่ติดตั้งใช้งานอยู่นั้นมีสภาพชำรุดอย่างเห็นได้ชัดอยู่ 2 ตัว คือเครื่องอบหมายเลข 5 กับดักไอน้ำชำรุดในลักษณะปิดค้าง โดยสังเกตได้จากการที่อากาศที่ใช้ออบผ้ามีอุณหภูมิต่ำ จึงไม่สามารถอบผ้าให้แห้งได้ ซึ่งมีสาเหตุจากการที่มีคอนเดนเสทท่วมอยู่ในชุดท่อไอน้ำและไม่สามารถระบายออกไปทิ้งได้ ดังนั้น ทางโรงงานจึงไม่สามารถใช้งานเครื่องอบหมายเลข 5 ได้ สำหรับกับดักไอน้ำที่ชำรุดอีก 1 ตัวนั้น เป็นการชำรุดแบบเปิดค้างที่เครื่องอบผ้าหมายเลข 7 โดยสังเกตได้จากด้านนอกของกับดักไอน้ำมีการรั่วของไอน้ำอยู่ตลอดเวลา

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

เมื่อได้ทราบถึงการชำรุดของกับดักไอน้ำทั้ง 2 ตัว ดังกล่าวมาแล้วนั้น ทางทีมงานจึงวางแผนที่จะดำเนินการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนกับดักไอน้ำใหม่ โดยใช้กับดักไอน้ำแบบเทอร์โมไดนามิกสัขนาด 6 หุน



ภาพกับดักไอน้ำที่ชำรุดแบบปิดค้าง(เครื่องอบ#5) และกับดักไอน้ำที่ชำรุดแบบเปิดค้าง (เครื่องอบ#7)



ภาพกับดักไอน้ำใหม่ที่จะดำเนินการติดตั้ง

สภาพหลังการปรับปรุง

เมื่อดำเนินการเปลี่ยนกับดักไอน้ำทั้ง 2 ตัวเรียบร้อยแล้ว ส่งผลให้สามารถเปิดใช้งานเครื่องอบหมายเลข 5 ได้ตามปกติ และไม่เกิดการรั่วไหลของไอน้ำที่เครื่องอบหมายเลข 7



ภาพกับดักไอน้ำ เครื่องอบ#5 หลังปรับปรุง และกับดักไอน้ำ เครื่องอบ#7 หลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ผลประหยัดสำหรับมาตรการนี้ จะคิดเฉพาะผลประหยัดที่เกิดจากการเปลี่ยนกับดักไอน้ำสำหรับเครื่องอบ หมายเลข 7 ที่มีลักษณะการชำรุดแล้วทำให้เกิดการรั่วของไอน้ำ (ชำรุดลักษณะเปิดค้าง) เนื่องจากเครื่องอบ หมายเลข 5 ระหว่างที่เกิดการชำรุดของกับดักไอน้ำนั้นไม่สามารถเปิดใช้งานได้ ซึ่งผลประหยัดสำหรับการเปลี่ยนกับดักไอน้ำ แบบ Thermodynamic ขนาด 6 หุน จำนวน 1 ตัว ความดันใช้งาน 7 bar_g สามารถแสดง การคำนวณ โดยการเปรียบเทียบพลังงานความร้อนที่สูญเสียก่อน-หลังปรับปรุง ได้ดังต่อไปนี้

คำนวณหาปริมาณไอน้ำและคอนเดนเสท ที่ไหลผ่านกับดักไอน้ำ ขนาด 6 หุน ซึ่งมีการรั่วไหลตลอดเวลา จากสมการ

$$W = 0.00751 \times E \times d^2 \times \sqrt{\frac{\Delta P}{v_g}} \times F$$

โดยที่ W คือ อัตราการรั่วไหลของไอน้ำ ; kg/hr

$$E = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4}}$$

d	คือ ขนาดของรูที่ไอน้ำรั่วไหล Orifice diameter	= 5.00	mm
D	คือ ขนาดของท่อไอน้ำ	= 20.00	mm
ΔP	คือ ผลต่างของความดันที่ตกคร่อมรูรั่วในกับดักไอน้ำ ; mm _{WATER}		
	= [(ความดันภายในท่อไอน้ำ (Bar _g) x 0.3 x 100,000) / 249.10] x 25.40		
v_g	คือ ปริมาตรจำเพาะของไอน้ำ ณ ความดันภายในท่อไอน้ำ	= 0.2404	m ³ /kg
F	คือ Safety Factor ในที่นี้กำหนดให้	= 0.50	

$$W = 0.00751 \times \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{5.00}{20.00}\right)^4}} \times (5.00)^2 \times \sqrt{\frac{((7.00 \times 0.3 \times 100,000) / 249.10) \times 25.40}{0.2404}} \times 0.50$$

$$= 0.00751 \times 1 \times 25 \times 298.45 \times 0.50$$

$$= 28.02 \quad \text{kg/hr}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น พลังงานความร้อนสูญเสีย} &= W \times h_{fg} \\ &= 28.02 \times 2,048.00 \\ &= 57,384.96 \quad \text{kJ/hr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ผลประหยัดพลังงานความร้อน} &= \text{พลังงานความร้อนสูญเสีย} \times \text{ชั่วโมงการใช้งานต่อปี} \\ &\quad \times \text{เปอร์เซ็นต์การใช้งานของเครื่องอบ \# 7} \\ &= (57,384.96/1,000) \times 14 \times 300 \times 0.50 \\ &= 120,508.42 \quad \text{MJ/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เทียบเท่า} &= 120,508.42 \times 23.67 \times 10^{-6} \\ &= 2.85 \quad \text{toe/ปี}\end{aligned}$$

เนื่องจากทางโรงงานมีการใช้พลังงานความร้อนจาก 2 แหล่ง คือน้ำมันเตา A และไอน้ำที่ซื้อมา โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานจาก 2 แหล่งดังกล่าว ซึ่งสามารถแบ่งสัดส่วนตามพลังงานความร้อนที่ใช้ต่อปีได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{พลังงานความร้อนจากน้ำมันเตา} &= 4,123,440.00 \quad \text{MJ/ปี} \quad (\text{คิดเป็น } 65.73 \%) \\ \text{พลังงานความร้อนจากไอน้ำ} &= 2,149,976.32 \quad \text{MJ/ปี} \quad (\text{คิดเป็น } 34.27 \%) \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{สามารถประหยัดน้ำมันได้} &= (\text{พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้} \times \% \text{พลังงานความร้อนจากน้ำมัน}) \\ &\quad / \text{ค่าความร้อนทางค่าของน้ำมัน} \\ &= 120,508.42 \times 0.6573 / 38.18 \\ &= 2,074.65 \quad \text{ลิตร/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นค่าน้ำมันที่ประหยัดได้} &= \text{ปริมาณน้ำมันที่ประหยัดได้} \times \text{ค่าน้ำมันเตาเฉลี่ย (บาท/ลิตร)} \\ &= 2,074.65 \times 18.89 \\ &= 39,190.14 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{สามารถประหยัดไอน้ำได้} &= (\text{พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้} \times \% \text{พลังงานความร้อนจากไอน้ำ}) \\ &\quad / \text{ค่าความร้อนของไอน้ำที่ความดัน 7 Bar}_g \\ &= 120,508.42 \times 0.3427 / 2,769.10 \\ &= 14.91 \quad \text{ตันไอน้ำ/ปี}\end{aligned}$$

คิดเป็นค่าไอน้ำที่ประหยัดได้ = ปริมาณไอน้ำที่ประหยัดได้ x ค่าไอน้ำเฉลี่ย (บาท/ตัน)

$$= 14.91 \times 1,414.94$$

$$= 21,096.76 \quad \text{บาท/ปี}$$

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้รวม = 39,190.14 + 21,096.76

$$= 60,286.90 \quad \text{บาท/ปี}$$

เงินลงทุนค่ากับดักไอน้ำขนาด 6 หุน 1 ตัว = 1,000.00 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 1,000.00 / 60,286.90

$$= 0.02 \quad \text{ปี}$$

หมายเหตุ : การคำนวณอัตราการไหลของไอน้ำผ่านกับดักไอน้ำอ้างอิงจาก "เอกสารอ้างอิงการคำนวณการสูญเสียไอน้ำ" (STM Steam Loss Calculations) ของ บริษัท สไปเร็กซ์ ชาร์โก (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานความร้อนได้อย่างคุ้มค่าอย่างต่อเนื่อง ทางโรงงานควรตรวจสอบการทำงานของกับดักไอน้ำที่ติดตั้งใช้งานอยู่เป็นประจำ เพื่อพบว่ากับดักไอน้ำตัวใดมีการทำงานที่ผิดปกติ ก็ควรดำเนินการเปลี่ยนโดยเร็ว เพื่อมิให้กระบวนการผลิตต้องหยุดชะงัก หรือสามารถอบผ้าได้น้อยลง เมื่อกับดักไอน้ำชำรุดแบบปิดค้าง และป้องกันมิให้เกิดการรั่วไหลของไอน้ำในกรณีของการชำรุดแบบเปิดค้าง โดยการ จัดให้มีการสำรวจกับดักไอน้ำไว้ในสต็อกเพื่อให้พร้อมที่จะดำเนินการเปลี่ยนได้ตลอดเวลา เนื่องจาก มาตรการนี้เป็นมาตรการที่ลงทุนน้อย และมีระยะเวลาการคืนทุนที่เร็วมาก

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ดักไอน้ำ (Steam trap)	
เงินลงทุน	1,000.00	บาท
ผลที่ประหยัดได้	120,508.42	MJ/ปี
	2.85	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	60,286.90	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.02	ปี

4.1.5 การลดเวลาการใช้งานหม้อไอน้ำ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานกระดาษแห่งหนึ่ง มีการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด A เฉลี่ย 69,140 ลิตรต่อเดือน คิดเป็นค่าเชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด A ประมาณ 967,827 บาทต่อเดือน มีค่าเชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด A เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 14.03 บาทต่อลิตร มีการผลิตประมาณวันละ 16 ชั่วโมงต่อวัน 299 วันต่อปี โรงงานใช้งาน Boiler ขนาด 6 ตันต่อชั่วโมง ผลิตความดันที่ 8 บาร์



ภาพบอยเลอร์ที่ใช้งานของสถานประกอบการ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจของทีมอนุรักษ์พลังงานพบว่า ช่วงใกล้เลิกงานนั้นกล่องกระดาษที่ผลิตนั้นจะผลิตกล่องกระดาษซึ่งมีหน้ากว้างน้อยกว่าเวลาผลิตอื่นซึ่งใช้ความดันเพียง 5 บาร์ก็เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นสามารถปิดหม้อไอน้ำก่อนเลิกงานได้ จะช่วยประหยัดพลังงานลงได้อย่างมาก

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

เนื่องจากการผลิตกระดาษช่วงใกล้เลิกงานทางโรงงานจะเปลี่ยนไปผลิตกระดาษขนาดเล็กลง จึงสามารถปิดการใช้งาน Boiler ลงก่อนเลิกงานได้ โดยมีขั้นตอนปฏิบัติงานดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง
2. พิจารณาหาแนวทางลดการใช้เชื้อเพลิง
3. วิเคราะห์ศักยภาพประหยัดพลังงาน
4. พิจารณาดำเนินการ
5. ดำเนินการ
6. ติดตามและประเมินผล

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังปรับปรุงปิดการใช้งาน Boiler ก่อนเลิกงาน 15 นาที

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จากการปิดการใช้งาน Boiler ก่อนเลิกงาน 15 นาที สามารถวิเคราะห์ผลประหยัดได้ดังนี้

ก่อนปรับปรุง

ใช้น้ำมันเตา จำนวน 2,304 ลิตรต่อวัน เวลาทำงาน 16 ชั่วโมง/วัน คิดเป็นใช้งาน 144 ลิตร/ชั่วโมง

หลังปรับปรุง

ลดเวลาการทำงาน 15 นาที/วัน การใช้น้ำมันเตาลดลง 36 ลิตร/วัน หรือลดลง 10,764 ลิตร/ปี

ด้านค่าใช้จ่ายที่ลดลง

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = พลังงานที่ประหยัดได้ x ค่าน้ำมันเตาเฉลี่ย

$$= 10,764 \times 14.03$$

$$= 151,019 \quad \text{บาทต่อปี}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดเวลาการใช้งานหม้อไอน้ำ	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	10,764	ลิตร/ปี
	10.13	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	151,019	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.1.6 การลดความดันไอน้ำให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ เป็นโรงงานฟอกย้อมหนังสือพิมพ์ และทำสีหนังสือพิมพ์ให้สำเร็จรูป โดยมีผลผลิตหลักคือ หนังสือสำเร็จรูป ซึ่งภายในโรงงานมีการใช้หม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำไปใช้ในกระบวนการอบหนังสือให้ยืดยาว และอบหนังสือที่ผ่านกระบวนการฟอกย้อมต่างๆ โดยใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 120 - 180 °C ที่แรงดันไอน้ำ 6-7 บาร์ ทำการผลิตประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน



ภาพแรงดันของไอน้ำก่อนการปรับปรุง

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

เนื่องจากทางโรงงานมีการใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต และจากการตรวจการใช้ไอน้ำที่ดูบแต่ละตู้ จะเปิดใช้งานไม่พร้อมกัน และแรงดันที่ใช้เพียง 3 Bar เท่านั้น โดยหม้อไอน้ำจะผลิตแรงดันตั้งไว้ที่ 3.5 Bar ต่อตัว ซึ่งหากดำเนินการลดแรงดันของหม้อไอน้ำลงตัวละ 0.5 Bar จะประหยัดเชื้อเพลิงลงได้

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ตรวจสอบดูบที่ใช้แรงดันไอน้ำ
2. จัดเวลาการใช้งานของดูบให้เหมาะสมกับการใช้แรงดันไอน้ำ
3. ค่อยปรับแรงดันลงครั้งละ 0.5 บาร์ ในแต่ละตัว
4. จัดทำตารางการเดินหม้อไอน้ำให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานหน้าเตาหม้อไอน้ำให้ทราบ
5. ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลประหยัด



ภาพแรงดันของไอน้ำหลังการปรับปรุง

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากมีการดำเนินการลดแรงดันของหม้อไอน้ำที่ใช้งานให้เหมาะสม สามารถประหยัดไม้ฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงลงได้ 1,812.14 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นเงิน 3,482.98 บาทต่อปี

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	หน่วย	ตัวย่อ	ปริมาณ	ปริมาณ
ข้อมูล			No.1	No.2
แรงดันสูงสุดก่อนปรับลด(Absolute Pressure)	kg/cm ²	P _g	3.50	3.50
แรงดันสูงสุดหลังปรับลด(Absolute Pressure)	kg/cm ²	P _N	3.00	3.00
เอนทาลปีของไอน้ำที่ความดันก่อนปรับลด	kJ/kg	h _g	2,744.15	2,744.15
เอนทาลปีของไอน้ำที่ความดันหลังปรับลด	kJ/kg	h _N	2,739.10	2,739.10
เอนทาลปีของน้ำป้อนที่อุณหภูมิของน้ำป้อน 40.0 °C	kJ/kg	h _f	168.79	168.79
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	%	η _B	60.00	60.00
ปริมาณเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ตลอดทั้งปี (จากการสมดุลพลังงาน)	kg/y	m _S	728,430.00	728,430.00
ปริมาณเชื้อเพลิงเหลวที่ใช้ตลอดทั้งปี (จากการสมดุลพลังงาน)	l/y	m _L	0.00	0.00
ชั่วโมงการทำงานตลอดทั้งปี	h/y	h	3,000.00	3,000.00
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแข็ง	kJ/kg	LHV _S	15,990.00	15,990.00
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเหลว	kJ/l	LHV _L	0.00	0.00
ราคาเชื้อเพลิงแข็งเฉลี่ย	฿/kg	C _S	0.85	0.85
ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย	฿/l	C _L	0.00	0.00
ค่า TDS น้ำป้อน	PPM	TDS _F	297.00	297.00
ค่า TDS น้ำในหม้อไอน้ำ	PPM	TDS _B	1,728.00	1,478.00
ปริมาณน้ำป้อนที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง	kg/h	W _F	2,500.00	2,500.00
การคำนวณ				
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้เมื่อไม่ต้องต้มน้ำที่ความดันสูง				
เปอร์เซ็นต์ของความร้อนที่สูญเสียร้อยละ				
$\%Q_p = [(h_g - h_N)/h_N] \times \eta_B$	%	%Q _p	0.11	0.11
เชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง				
$Q_{PS} = \%Q_p \times m_S / 100$	kg/y	Q _{PS}	801.27	801.27
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้				
$C_{PS} = Q_{PS} \times C_S$	฿/y	C _{PS}	681.08	681.08

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน (ต่อ)

รายการ	หน่วย	ตัวย่อ	ปริมาณ	ปริมาณ
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้เมื่อโบล์ดาวน์ที่ความดันต่ำลง ปริมาณการโบล์ดาวน์ $m_B = [TDS_F / (TDS_B - TDS_F)] \times W_F$ พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ $Q_B = m_B(h_g - h_N)$ พลังงานความร้อนที่ประหยัดได้ทั้งปี $Q_{BT} = Q_B \times h$	kg/h	m_B	518.87	628.70
	kJ/h	Q_B	2,620.29	3,174.93
	kJ/y	Q_{BT}	7,860,870.00	9,524,790.00
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ $F_{BS} = Q_{BT} / (LHV_S \times \eta_B / 100)$ ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้ $C_{BS} = F_{BS} \times C_S$ ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้จากการสูญเสียความร้อนออก จากผิวหม้อไอน้ำ และระบบส่งจ่ายไอน้ำ ประมาณ 20% ของ ความร้อนสูญเสียจากการคัมไอน้ำที่ความดันต่ำลงและจากการ โบล์ดาวน์ $C_{LS} = (C_{BS} + C_{PS}) \times 0.2$ ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงลดไปทั้งสิ้น $C_{TS} = C_{PS} + C_{BS} + C_{LS}$	kg/y	F_{BS}	819.35	992.79
	฿/y	C_{BS}	696.45	843.87
	฿/y	C_{LS}	275.51	304.99
	฿/y	C_{TS}	1,653.04	1,829.94
			3,482.98	

คิดเป็นไม้ฟืนที่ประหยัดได้รวม = 1,812.14 kg/ปี
= 13,575.74 MJ/ปี
คิดเป็นผลประหยัด = 3,482.98 บาท/ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือกับพนักงานในการ
ช่วยกันประหยัดพลังงาน

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การลดความดันไอน้ำให้เหมาะสม	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,812.14	kg/ปี
	0.685	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	3,482.98	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.1.7 การหุ้มฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการ มีการใช้เชื้อเพลิง น้ำมันเตาเกรด A เฉลี่ยที่ 69,140 ลิตรต่อเดือนคิดเป็นค่าเชื้อเพลิง ประมาณ 967,827 บาทต่อเดือน มีค่าเชื้อเพลิง เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 14.03 บาทต่อลิตร มีการผลิตประมาณวัน ละ 16 ชั่วโมงต่อวัน 299 วันต่อปี โรงงานใช้หม้อต้มน้ำเพื่อผลิตไอน้ำไปใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากเข้าไปสำรวจพบว่า วาล์วและท่อไอน้ำบางส่วนยังไม่ได้หุ้มฉนวน ทำให้ความร้อนสูญเสียและยังไม่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน จากการตรวจวัดอุณหภูมิผิวของท่อและวาล์วพบว่ามีอุณหภูมิสูงถึง 160.7 องศาเซลเซียส หากทำการหุ้มฉนวนในบริเวณดังกล่าวได้ จะช่วยลดความร้อนสูญเสียที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งยังปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานด้วย



สภาพก่อนทำการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อลดการสูญเสียความร้อนและเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงานให้กับผู้ใช้ จึงทำการหุ้มฉนวนวาล์ว และท่อไอน้ำโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1. ตรวจสอบอุณหภูมิผิววาล์วและท่อไอน้ำ
2. วิเคราะห์ศักยภาพประหยัดพลังงาน
3. ดำเนินการ
4. ติดตามและประเมินผล

สภาพหลังการปรับปรุง หลังปรับปรุงทำการหุ้มฉนวนวาล์วและท่อไอน้ำ



ภาพทำการหุ้มฉนวนและอุณหภูมิหลังปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จากการหุ้มฉนวนวาล์วและท่อไอน้ำ สามารถวิเคราะห์ผลประหยัดได้ดังนี้

อุปกรณ์ประกอบไปด้วย วาล์ว 2 นิ้ว 13 ตัว

วาล์ว 3 นิ้ว 4 ตัว

วาล์ว 4 นิ้ว 1 ตัว

วาล์ว 5 นิ้ว 3 ตัว

ท่อไอน้ำ 1 นิ้ว ความยาว 160 เมตรและ 2.6 เมตร

ท่อไอน้ำ $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ความยาว 60 เมตร

ท่อไอน้ำ 2 นิ้ว ความยาว 15 เมตร

พื้นที่สูญเสียความร้อนเทียบเท่าความยาวท่อของวาล์ว 1.2 m

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 2 นิ้วจำนวน 13 ตัวก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (13 \times 1.2) \text{ m} \times 0.46 \text{ kW/m} = 7.2 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 3 นิ้ว 4 ตัว ก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (4 \times 1.2) \text{ m} \times 0.65 \text{ kW/m} = 3.1 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 4 นิ้ว 1 ตัว ก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (1 \times 1.2) \text{ m} \times 0.82 \text{ kW/m} = 0.98 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 5 นิ้ว 3 ตัว ก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (3 \times 1.2) \text{ m} \times 0.99 \text{ kW/m} = 3.6 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของท่อขนาด 1 นิ้ว ความยาว 80 เมตรก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (1 \times 80) \text{ m} \times 0.25 \text{ kW/m} = 20 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของท่อขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ความยาว 60 เมตรก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (1 \times 60) \text{ m} \times 0.35 \text{ kW/m} = 21 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของท่อขนาด 2 นิ้ว ความยาว 7.5 เมตรก่อนการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 160 °C

$$= (1 \times 7.5) \text{ m} \times 0.46 \text{ kW/m} = 34.5 \text{ kW}$$

คิดเป็นปริมาณความร้อนสูญเสีย ก่อนการหุ้มฉนวน

$$= 91 \text{ kW} \times 4,709 \text{ ชั่วโมง} \times 3,600$$

$$= 1,542,668,400 \text{ kJ/ปี}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 2 นิ้ว จำนวน 13 ตัว หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (13 \times 1.2) \text{ m} \times 49.4 \text{ W/m} = 0.77 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 3 นิ้ว 4 ตัว หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (4 \times 1.2) \text{ m} \times 54.34 \text{ W/m} = 0.26 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 4 นิ้ว 1 ตัว หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (1 \times 1.2) \text{ m} \times 64.93 \text{ W/m} = 0.078 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของวาล์วขนาด 5 นิ้ว 3 ตัว หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (3 \times 1.2) \text{ m} \times 64.88 \text{ W/m} = 0.23 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของท่อขนาด 1 นิ้ว ความยาว 80 เมตร หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (1 \times 80) \text{ m} \times 34.32 \text{ W/m} = 2.4 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของท่อขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ความยาว 60 เมตร หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (1 \times 60) \text{ m} \times 42.76 \text{ W/m} = 2.57 \text{ kW}$$

การสูญเสียความร้อนของท่อขนาด 2 นิ้ว ความยาว 7.5 เมตร หลังการหุ้มฉนวน อุณหภูมิผิว 46.4°C

$$= (1 \times 7.5) \text{ m} \times 49.40 \text{ W/m} = 0.37 \text{ kW}$$

คิดเป็นปริมาณความร้อนสูญเสีย หลังการหุ้มฉนวน

$$= (7.46 \text{ kW}) \times 4,709 \text{ ชั่วโมง} \times 3,600$$

$$= 126,464,904 \text{ kJ/ปี}$$

$$\text{ประหยัดพลังงาน} = 1,542,668,400 - 126,464,904 \text{ kJ/ปี}$$

$$= 1,416,203 \text{ MJ/ปี}$$

$$\text{หรือ ประหยัดน้ำมันเตา } 1,416,203 \text{ MJ/year} / (40.11 \times 0.8) = 44,135 \text{ ลิตร/ปี}$$

ด้านค่าใช้จ่ายที่ลดลง

$$\text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} = \text{ผลประหยัด} \times \text{ค่าน้ำมันเตา}$$

$$= 44,135 \times 14.03$$

$$= 619,214 \text{ บาทต่อปี}$$

การลงทุน

$$\text{เงินลงทุน} = 120,000 \text{ บาท}$$

ตารางการสูญเสียความร้อนของพื้นที่ SCH 40 ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน (kW/m)

ขนาดท่อ			อุณหภูมิผิวท่อหรือผนังร้อน °C													
in.	De	Di	70	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
1/8"	10.29	6.83	0.03	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35
1/4"	13.72	9.25	0.03	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.22	0.26	0.30	0.35	0.40	0.45
3/8"	17.75	12.52	0.04	0.04	0.07	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.38	0.44	0.50	0.56
1/2"	21.34	15.80	0.05	0.05	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.28	0.33	0.39	0.45	0.51	0.59	0.66
3/4"	26.67	20.93	0.06	0.06	0.09	0.13	0.18	0.23	0.28	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.72	0.81
1"	33.40	26.64	0.07	0.07	0.12	0.16	0.22	0.28	0.34	0.41	0.49	0.57	0.67	0.77	0.88	0.99
1.1/4"	42.16	35.05	0.09	0.09	0.14	0.20	0.27	0.34	0.42	0.51	0.60	0.71	0.82	0.95	1.08	1.23
1.1/2"	48.26	40.89	0.10	0.10	0.16	0.23	0.30	0.38	0.47	0.57	0.68	0.80	0.93	1.07	1.22	1.39
2"	60.33	52.50	0.12	0.12	0.19	0.27	0.36	0.46	0.57	0.70	0.83	0.97	1.13	1.31	1.50	1.70
2 1/2"	73.03	62.71	0.14	0.14	0.23	0.32	0.43	0.55	0.68	0.83	0.98	1.16	1.35	1.55	1.78	2.02
3"	88.90	77.93	0.17	0.17	0.27	0.39	0.51	0.65	0.81	0.98	1.17	1.38	1.61	1.86	2.13	2.42
3 1/2"	101.60	90.12	0.19	0.19	0.31	0.43	0.58	0.74	0.91	1.11	1.32	1.56	1.82	2.10	2.41	2.74
4"	114.30	102.26	0.21	0.21	0.34	0.48	0.64	0.82	1.02	1.23	1.47	1.74	2.02	2.34	2.68	3.06
5"	141.30	128.19	0.26	0.26	0.41	0.58	0.78	0.99	1.23	1.50	1.79	2.11	2.46	2.84	3.26	3.72
6"	168.27	154.05	0.30	0.30	0.48	0.68	0.91	1.16	1.44	1.75	2.09	2.47	2.88	3.34	3.83	4.37
8"	219.08	202.72	0.38	0.38	0.61	0.86	1.15	1.47	1.83	2.23	2.66	3.15	3.68	4.26	4.89	5.58
10"	273.05	254.51	0.47	0.47	0.74	1.05	1.41	1.80	2.24	2.72	3.26	3.85	4.50	5.22	6.00	6.85
12"	323.85	304.80	0.55	0.55	0.87	1.23	1.64	2.10	2.61	3.18	3.81	4.51	5.27	6.11	7.03	8.04

การสูญเสียความร้อนของท่อ SCH 40 หลังหุ้มฉนวนใยแก้วที่ความหนามาตรฐาน

Pipe Diameter		อุณหภูมิ ก่อนหุ้ม (°C)	70	80	90	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
De mm.	Di mm.	อุณหภูมิหลัง หุ้มเฉลี่ย (°C)	40.19	41.34	42.43	42.51	44.28	43.55	44.23	45.36	46.45	47.51	45.69	46.49	47.26	48.02	48.77
Pipe size (in.)			การสูญเสียความร้อนหลังหุ้มฉนวนที่ความหนาที่เหมาะสม (W/m.)														
10.29	6.83	1/8"	4.27	5.60	6.96	8.35	11.16	12.20	14.63	17.07	19.52	21.98	22.17	24.39	26.60	28.82	31.04
13.72	9.25	1/4"	4.83	6.35	7.91	8.46	11.25	13.73	16.48	19.25	22.02	24.80	24.81	27.29	29.77	32.26	34.74
17.75	12.52	3/8"	5.44	7.17	8.94	9.51	12.67	15.41	18.51	21.62	24.74	27.87	27.66	30.43	33.21	35.98	38.76
21.34	15.8	1/2"	5.97	7.87	9.83	10.40	13.86	16.82	20.22	23.63	27.05	30.48	30.06	33.07	36.09	39.12	42.14
26.67	20.93	3/4"	6.72	8.88	11.09	11.67	15.56	18.84	22.65	26.49	30.33	34.19	33.45	36.81	40.18	43.55	46.92
33.4	26.64	1"	7.64	10.10	12.64	13.20	17.63	21.28	25.61	29.96	34.32	38.70	37.94	41.32	45.11	48.90	52.69
42.16	35.05	1.1/4"	8.80	11.65	14.60	15.11	20.21	24.35	29.32	34.32	39.34	44.38	42.65	46.96	51.27	55.59	59.90
48.26	40.89	1.1/2"	9.59	12.72	15.94	16.55	21.88	26.44	31.55	37.29	42.76	48.25	46.11	50.78	55.45	60.12	64.79
60.33	52.5	2"	11.13	14.78	18.55	19.11	25.00	30.50	36.76	43.06	49.40	55.76	52.81	58.16	63.52	68.88	74.25
73.03	62.71	2 1/2"	10.54	13.84	17.22	17.81	23.68	29.61	35.59	41.59	47.61	53.65	52.00	57.23	62.46	67.70	72.94
88.90	77.93	3"	12.06	15.86	19.74	20.25	26.95	33.76	40.59	47.45	54.34	61.24	58.95	64.89	70.83	76.78	82.73
101.60	90.12	3 1/2"	13.26	17.45	21.73	22.17	29.52	37.04	44.54	52.08	59.65	67.25	64.43	70.93	77.43	83.93	90.44
114.30	102.3	4"	14.46	19.04	23.72	24.06	32.05	40.29	48.46	56.68	64.93	73.20	69.86	76.90	83.96	91.02	98.09
141.30	128.2	5"	16.98	22.38	27.90	24.18	32.09	47.14	56.71	66.71	76.88	87.07	82.60	89.70	96.70	103.66	110.62
168.27	154.1	6"	19.49	25.70	32.06	27.41	36.39	53.92	64.55	75.86	87.19	98.54	93.19	100.07	106.90	113.64	120.39
219.08	202.7	8"	24.18	31.91	39.84	33.37	44.35	56.42	69.79	83.76	97.76	112.18	105.87	113.66	121.39	129.06	136.73
273.05	254.5	10"	29.15	38.49	48.07	39.57	52.63	67.38	82.94	98.94	115.47	132.47	125.19	133.00	140.66	148.26	155.86
323.85	304.80	12"	33.81	44.66	55.81	45.32	60.30	77.64	95.27	113.96	132.68	151.39	143.04	150.64	158.19	165.69	173.19

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การหุ้มฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน	
เงินลงทุน	120,000	บาท
ผลที่ประหยัดได้	44,135	ลิตร/ปี
	41.54	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	619,214	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.2	ปี

4.1.8 การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางโรงงานมีการใช้งานหม้อไอน้ำ 2 ลูก ผลิตไอน้ำจ่ายให้กับหม้อต้มผลิตภัณฑ์ ซึ่งสร้างน้ำร้อนโดยวิธี
ฉีดตรง (Direct) ให้น้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพื่อใช้ในการต้มถั่วลิสง ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์
หลักของโรงงาน การทำงานของโรงงานในส่วนของการต้มถั่วลิสงเฉลี่ยต่อปี ประมาณ 120 วัน ซึ่งการใช้
งานหม้อไอน้ำปกติของทางโรงงานจะดูอุณหภูมิที่ต้องการเป็นหลัก ยังไม่มีการตรวจสอบประสิทธิภาพ ด้าน
อื่นๆ ของหม้อไอน้ำ รวมทั้งในส่วนของการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรด A เป็นน้ำมันเตา เกรด
C เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบในส่วนระบบไอน้ำ พบว่า หม้อไอน้ำของทางโรงงานมีการใช้เชื้อเพลิงชนิดน้ำมัน
เตาเกรด A ปริมาณการใช้ต่อปี 24,000 ลิตรต่อปี (หม้อไอน้ำทำงานประมาณ 120 วันต่อปี) ซึ่งการใช้งาน
หม้อไอน้ำปกติของทางโรงงานจะดูอุณหภูมิที่ต้องการเป็นหลัก จึงเหมาะที่จะเปลี่ยนมาใช้น้ำมันเตาเกรด C
ซึ่งมีราคาต่อลิตรที่ถูกกว่า Heating Value สูงกว่า จึงนำมาใช้ได้ทันที แต่เนื่องจากน้ำมันเตาเกรด C มีความ
หนืดสูงกว่า จึงต้องมีการอุ่นเชื้อเพลิงเพิ่มเติมด้วย จะอยู่ที่ประมาณ $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ โดยสามารถใช้ชุดอุ่นน้ำมันเตา
ชุดเดิมได้



ภาพลักษณะของหม้อไอน้ำของโรงงาน และ Name plate ของ Oil Burner

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการอมรับและการทำกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมเกี่ยวกับ การลดการใช้พลังงานในระบบ
หม้อไอน้ำแล้ว ทีมงานอนุรักษ์พลังงานของโรงงานจึงมีแนวคิดในการลดการใช้พลังงานในระบบหม้อไอน้ำ
โดยการดำเนินการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรด A เป็นน้ำมันเตาเกรด C เพราะน้ำมันเตาเกรด A

ราคาสูงกว่าน้ำมันเตาเกรด C เพียงแต่ต้องลดค่าความหนืดของน้ำมันเตาเกรด C โดยวิธีให้ความร้อนกับน้ำมันด้วยขดลวดไฟฟ้าหรือไอน้ำก็ได้ แต่การใช้ความร้อนจากไอน้ำจะเหมาะสมกว่า เพราะจะเป็นการประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่งด้วย

สภาพหลังปรับปรุง

ภายหลังจากการดำเนินการหุ้มฉนวนท่อส่งจ่ายในระบบไอน้ำแล้ว สามารถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงได้ 3,104.46 Litre /ปี

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับระบบไอน้ำให้กับเจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบไอน้ำของโรงงาน เพื่อให้มีการดูแลรักษา ระบบไอน้ำอย่างถูกต้องและเหมาะสม

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

การดำเนินการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรด A เป็นน้ำมันเตาเกรด C จะทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของโรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก่อนปรับปรุง

ชนิดเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง	=	น้ำมันเตาเกรด A	
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (LHV ₁)	=	38.18	MJ/Liter
ค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (C _{p,1})	=	1.71	kJ/Liter-°C
อุณหภูมิของเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (T ₁)	=	80.0	°C
อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม (T _c)	=	25.0	°C
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ก่อนปรับปรุง (F ₁)	=	24,000	Liter/ปี
ราคาค่าเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง	=	16.70	บาท/Liter
ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง	=	24,000 x 16.70	
	=	400,800	บาท/ปี
ปริมาณความร้อนที่ใช้ก่อนเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (Q ₁)	=	F ₁ x C _{p,1} x (T ₁ - T _c) / 1,000	
	=	24,000 x 1.71 x (80.0 - 25.0) / 1,000	
	=	2,257.20	MJ/ปี

หลังปรับปรุง

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ก่อนปรับปรุง (F_2)

$$\begin{aligned}
 &= F_1 \times [LHV_1 + C_{p,1} \times (T_1 - T_c) / 1,000] / [LHV_2 + C_{p,2} \times (T_2 - T_c) / 1,000] \\
 &= 24,000 \times [38.18 + 1.71 \times (80.0 - 25.0) / 1,000] / [41.28 + 1.81 \times (100.0 - 25.0) / 1,000] \\
 &= 22,179 \quad \text{Liter/ปี}
 \end{aligned}$$

ราคาค่าเชื้อเพลิงหลังปรับปรุง = 15.70 บาท/Liter

ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง = 22,179 x 15.70
= 348,210.30 บาท/ปี

ปริมาณความร้อนที่ใช้อุ่นเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง (Q_2) = $F_2 \times C_{p,2} \times (T_2 - T_c) / 1,000$
= 22,179 x 1.71 x (100.0 - 25.0) / 1,000
= 3,010.80 MJ/ปี

ปริมาณความร้อนที่ใช้เพิ่มในการอุ่นเชื้อเพลิง = 3,010.80 - 2,257.20
= 753.60 MJ/ปี

คิดเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มในการอุ่นเชื้อเพลิง = 753.60 / 3.60
= 209.33 kWh/ปี

ราคาค่าไฟฟ้า = 3.56 บาท/kWh

ค่าใช้จ่ายของไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มในการอุ่นเชื้อเพลิง = 209.33 x 3.56
= 745.21 บาท/ปี

คิดเป็นเงินประหยัดได้

= ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง - ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงหลังปรับปรุง - ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ใช้เพิ่ม
= 400,800 - 348,210.30 - 745.21
= 51,844.49 บาท/ปี

เทียบเป็นผลประหยัดเชื้อเพลิงชนิดน้ำมันเตาเกรด A = 51,844.49 / 16.70
= 3,104.46 Liter / ปี

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ	
เงินลงทุน	-	บาท
พลังงานเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	3,104.46	Litre /ปี
	2.9220	toe/ปี
เงินที่ประหยัดได้	51,844.49	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.1.9 การควบคุมน้ำโบลว์ดาวน์ที่เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สถานประกอบการแห่งหนึ่ง มีการผลิตประมาณ 18 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 365 วันต่อปี มีปริมาณการใช้น้ำมันเตาเกรด C ประมาณ 765,500 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 12,819,534 บาทต่อปี ราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 16.79 บาทต่อลิตร

ข้อมูลทั่วไปของหม้อไอน้ำ

ขนาด	4	ตัน/ชั่วโมง
ประเภท	ท่อไฟ	
ชนิดเชื้อเพลิง	น้ำมันเตา C	
ความดันใช้งาน	6	bar
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	765,500	ลิตร/ปี
ราคาเชื้อเพลิง	16.79	บาท/ลิตร

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดของทีมงานอนุรักษ์พลังงาน พบว่า หม้อไอน้ำขนาด 4 ตัน/ชั่วโมงที่ติดตั้งใช้งานในโรงงาน มีการใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิงในปริมาณสูง และมีจำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันประมาณ 17 ชั่วโมง เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโบลว์ดาวน์ พบว่า ค่าความเข้มข้นสารละลายแขวนลอยมีค่า 2,198 ppm ซึ่งต่ำกว่าค่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้ที่ 3,500 ppm อยู่มาก ซึ่งจะเป็นการสูญเสียพลังงานความร้อนไปกับน้ำโบลว์ดาวน์โดยเปล่าประโยชน์

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากปริมาณการโบลว์ดาวน์น้ำในหม้อไอน้ำเพื่อลดค่าความเข้มข้นสารละลายมากเกินไป จึงควรให้มีการปรับลดปริมาณการโบลว์ดาวน์ลงให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณค่าความเข้มข้นสารละลายของน้ำในหม้อไอน้ำ มีค่าเท่ากับ 3,500 ppm ทั้งนี้หากมีการดำเนินการปรับปริมาณการโบลว์ดาวน์ให้เหมาะสมแล้วจะสามารถลดความร้อนสูญเสียไปกับน้ำโบลว์ดาวน์ได้

ข้อมูลตรวจวัดของหม้อไอน้ำ

ผลการวิเคราะห์	หน่วย	ก่อนการปรับปรุง
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	%	78
เปอร์เซ็นต์การผลิตไอน้ำ	%	70
ความดันขณะทำการโบล์ดาวน์	bar	6
pH ของน้ำป้อน		7
conductivity ของน้ำป้อน	μs/cm	203
TDS ของน้ำป้อน	ppm	112
pH ของน้ำหม้อไอน้ำ		7
conductivity ของน้ำหม้อไอน้ำ	μs/cm	4396
TDS ของน้ำหม้อไอน้ำ	ppm	2,198
สัดส่วนปริมาณการโบล์ดาวน์		0.054
ปริมาณการโบล์ดาวน์	ton/hr	0.150
ความร้อนสูญเสีย	MJ/hr	371.5



ภาพหม้อไอน้ำขนาด 4 ตัน/ชั่วโมง

สภาพหลังปรับปรุง

ทางสถานประกอบการ ได้ดำเนินการปรับลดปริมาณการโบลว์ดาวน์ลงให้เหมาะสม ซึ่งสามารถประเมินสถานะและศักยภาพการประหยัดได้ดังนี้

ข้อมูลตรวจวัดของหม้อไอน้ำ

ผลการวิเคราะห์	หน่วย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
pH ของน้ำป้อน		7	7
conductivity ของน้ำป้อน	µs/cm	203	203
TDS ของน้ำป้อน	ppm	112	112
pH ของน้ำหม้อไอน้ำ		7	12
conductivity ของน้ำหม้อไอน้ำ	µs/cm	4396	7000
TDS ของน้ำหม้อไอน้ำ	ppm	2,198	3,500
สัดส่วนปริมาณการ blowdown		0.054	0.033
ปริมาณการ blowdown	ton/hr	0.150	0.092
ความร้อนสูญเสีย	MJ/hr	371.5	228.7

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำโบลว์ดาวน์อย่างสม่ำเสมอทุกๆ 6 เดือน และควรจัดให้มีการอบรมผู้รับผิดชอบดูแลหม้อไอน้ำของโรงงาน เพื่อให้มีจิตสำนึกและเข้าใจถึงความสำคัญของการสูญเสียพลังงานความร้อนไปกับการโบลว์ดาวน์ในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น ซึ่งจะส่งผลให้ทางโรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนได้มาก

การคำนวณผลการประหยัดพลังงานจากการควบคุมปริมาณการไหลเวียน

ก่อนการปรับปรุง

น้ำไหลเวียนมีปริมาณความเข้มข้นสารละลาย (TDS) เท่ากับ 2,198 ppm ในขณะที่น้ำ เติมหือไอน้ำมีค่า TDS เท่ากับ 112 ppm จะสามารถคำนวณหาสัดส่วนปริมาณการไหลเวียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{สัดส่วนปริมาณการไหลเวียน} &= \text{TDSของน้ำป้อน} / (\text{TDSของน้ำป้อน} - \text{TDSของน้ำไหลเวียน}) \\ &= 112 / (2,198 - 112) \\ &= 0.054\end{aligned}$$

จากค่าสัดส่วนปริมาณการไหลเวียนจะสามารถคำนวณปริมาณการไหลเวียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณการไหลเวียน} &= \text{สัดส่วนการไหลเวียน} \times \text{กำลังการผลิตไอน้ำ} \times \text{เปอร์เซ็นต์การเดินหือไอน้ำ} \\ &= 0.054 \times 4 \times 0.70 \text{ ตัน/ชั่วโมง} \\ &= 0.150 \text{ ตัน/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นปริมาณความร้อนสูญเสีย} &= \text{ปริมาณการไหลเวียน} \times (\text{เอนทาลปีไอน้ำอิ่มตัว} - \text{เอนทาลปีน้ำเดิม}) \\ &= 0.150 \times (2,772.1 - 292.98) \text{ เมกกะจูล/ชั่วโมง} \\ &= 371.5 \text{ เมกกะจูล/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

หลังการปรับปรุง

ควรปรับน้ำไหลเวียนมีค่าปริมาณความเข้มข้นสารละลาย (TDS) เท่ากับ 3,500 ppm ในขณะที่น้ำ เติมหือไอน้ำมีค่า TDS เท่ากับ 112 ppm จะสามารถคำนวณหาสัดส่วนปริมาณการไหลเวียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{สัดส่วนปริมาณการไหลเวียน} &= \text{TDSของน้ำป้อน} / (\text{TDSของน้ำป้อน} - \text{TDSของน้ำไหลเวียน}) \\ &= 112 / (3,500 - 112) \\ &= 0.033\end{aligned}$$

จากค่าสัดส่วนปริมาณการไหลเวียนจะสามารถคำนวณปริมาณการไหลเวียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณการไหลเวียน} &= \text{สัดส่วนการไหลเวียน} \times \text{กำลังการผลิตไอน้ำ} \times \text{เปอร์เซ็นต์การเดินหือไอน้ำ} \\ &= 0.033 \times 4 \times 0.70 \text{ ตัน/ชั่วโมง} \\ &= 0.092 \text{ ตัน/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นปริมาณความร้อนสูญเสีย} &= \text{ปริมาณการไหลเวียน} \times (\text{เอนทาลปีไอน้ำอิ่มตัว} - \text{เอนทาลปีน้ำเดิม}) \\ &= 0.092 \times (2,772.1 - 292.98) \text{ เมกกะจูล/ชั่วโมง} \\ &= 228.7 \text{ เมกกะจูล/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณความร้อนสูญเสียลดลง} &= \text{ความร้อนเสียก่อนปรับปรุง} - \text{ความร้อนเสียหลังปรับปรุง} \\ &= 371.5 - 228.7 \text{ เมกกะจูล/ชั่วโมง} \\ &= 142.7 \text{ เมกกะจูล/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

เทียบเท่าปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้ลดลง

$$\begin{aligned}&= \text{ปริมาณความร้อนที่สูญเสียลดลง} / (\text{ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ} \times 39.77) \\ &= 142.72 / (0.78 \times 39.77) \text{ ลิตร/ชั่วโมง} \\ &= 4.60 \text{ ลิตร/ชั่วโมง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้ลดลง} &= 4.60 \times 17 \times 365 \text{ ลิตร/ปี} \\ &= 28,552 \text{ ลิตร/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงิน} &= 28,552 \times 16.79 \text{ บาท/ปี} \\ &= 479,388 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

การลงทุน

ไม่มีการลงทุนเนื่องจากสามารถดำเนินการได้เอง

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การควบคุมน้ำ boiler คำนวณให้เหมาะสม	
เงินลงทุน	-	บาท
ปริมาณน้ำมันเตาที่ลดลง	28,552	ลิตร/ปี
	26.875	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	479,388	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.1.10 การใช้ไอน้ำอุ่นน้ำมันเตาแทนไฟฟ้า

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจพบว่าทางโรงงานมีการอุ่นน้ำมันเตาสำหรับจ่ายให้หม้อไอน้ำที่ถึงพักน้ำมันเตา ซึ่งเป็นถึงน้ำมัน ขนาด 1,000 ลิตร ให้น้ำมันเตามีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบเบื้องต้น พบว่า ทางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้า (ฮีตเตอร์) สำหรับการอุ่นน้ำมันเตาก่อนจ่ายให้หม้อไอน้ำ ซึ่งหากสามารถเปลี่ยนการอุ่นน้ำมันเตาด้วยวิธีดังกล่าวมาเป็นการอุ่นด้วยไอน้ำแทนจะช่วยประหยัดพลังงานของทางโรงงานได้



สภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันระดมสมองเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคณะทำงานและการให้คำปรึกษาของทีมงานที่ปรึกษา เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ได้มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานการเปลี่ยนการอุ่นน้ำมันเตาด้วยไฟฟ้าเป็นอุ่นด้วยไอน้ำ โดยการปรับปรุงระบบการอุ่นน้ำมันเตาจากการใช้ฮีตเตอร์มาเป็นการอุ่นน้ำมันเตาด้วยไอน้ำแทน เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของโรงงานเอง

สภาพหลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนการอุ่นน้ำมันเตาด้วยไฟฟ้าเป็นอุ่นด้วยไอน้ำ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานความร้อน สามารถทำให้ประหยัดพลังงานลงได้ 327 ลิตร/ปี คิดเป็นเงิน 4,905 บาท/ปี

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งปี	m	l/y		135,000
ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง	C _p	kcal/l °C		0.45
อุณหภูมิน้ำมันก่อนเข้าเครื่องอุ่น	T ₁	°C		30
อุณหภูมิน้ำมันออกจากเครื่องอุ่น	T ₂	°C		85
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	C _E	฿/kWh		2.74
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	LHV	kJ/l		40,562
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	eff _B	%		90.30
ราคาน้ำมันเตาเฉลี่ย	C _F	฿/l		15
การคำนวณ				
ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการอุ่นน้ำมันเตาจากเดิมเป็น	T ₂	°C		85
	Q _p	MJ/y	$Q_p = m \times C_p \times (T_2 - T_1)$	13,986.47
คิดเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่น	E _p	kWh/y	$E_p = Q_p / 3.6$	3,885.13
คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการอุ่น	B _p	฿/y	$B_p = E_p \times C_E$	10,633.60
เมื่อใช้น้ำมันจะใช้เชื้อเพลิงปริมาณ	F _p	l/y	$F_p = Q_p \times 1000 / (LHV \times \text{eff}_B / 100)$	381.86
คิดเป็นค่าใช้จ่ายเมื่อใช้น้ำมันอุ่น	S _p	฿/y	$S_p = F_p \times C_F$	5,727.88
ประหยัดค่าใช้จ่ายได้	S _T	฿/y	$S_T = B_p - S_p$	4,905.73
เมื่อนำผลประหยัดมาคิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิง	S _F	l/y	$S_F = S_T / C_F$	327.05

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การใช้น้ำมันอุ่นน้ำมันเตาแทนไฟฟ้า	
เงินลงทุนประมาณ	5,350	บาท
ผลประหยัดที่ได้	4,905	บาท/ปี
พลังงานที่ประหยัดได้	327	ลิตร/ปี
	0.31	toe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.09	ปี

4.1.11 การปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแห่งหนึ่ง กำลังการผลิต 50 ตันต่อชั่วโมง ภายในโรงงานมีการติดตั้งระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม (Biomass Co-generator) ประกอบด้วยหม้อไอน้ำขนาด 18 ตันต่อชั่วโมง ผลิตไอน้ำที่แรงดัน 25 บาร์ อัตราการใช้เชื้อเพลิง 3.59 ตันต่อชั่วโมง ทำงานร่วมกับ Steam turbine ชนิด Back pressure กำลังการผลิต 900 kVA โดยใช้เชื้อเพลิงจากไขปาล์มที่เหลือจากการผลิต 99% และกะลาปาล์ม 1 % มีการผลิตประมาณวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มจำเป็นต้องทำให้ผลปาล์มสุก โดยการนึ่งด้วยไอน้ำก่อนนำมาสกัดเป็นน้ำมันปาล์มดิบ ในขั้นตอนการนึ่งต้องการใช้ไอน้ำแรงดัน 3 บาร์เกจที่หม้อหนึ่ง แต่เนื่องจากถึง Back Pressure มีอายุการใช้งานมานาน หากใช้งานที่แรงดันดังกล่าว อาจเกิดอันตรายขึ้นได้ ทางโรงงานจึงได้ลดแรงดันในถังให้เหลือเพียง 2.7 บาร์เกจ ส่งผลให้แรงดันไอน้ำไปที่หม้อหนึ่งเหลือเพียง 2.2 บาร์เกจ ซึ่งน้อยกว่าความต้องการ ทำให้ต้องใช้เวลาในกระบวนการนึ่งผลปาล์มนานขึ้น



ภาพถัง Back Pressure ใบเก่า และแรงดันไอน้ำในถังที่ต่ำกว่า 3 บาร์

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เปลี่ยนถัง Back Pressure ขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไอน้ำ และเวลาที่ใช้
2. ศึกษาผลกระทบจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการผลิต
3. ปรับปรุง และเปลี่ยนแปลง เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ

สภาพหลังปรับปรุง

ถึง Back Pressure ที่นำมาติดตั้งใหม่ใช้งานที่แรงดันสูงถึง 3.5 บาร์เกจ ทำให้สามารถรักษาแรงดันไอน้ำไป
ที่หม้อหนึ่งได้ที่ 3.0 บาร์เกจ ทำให้ระยะเวลาในการนิ่งลดลง



ถึง Back Pressure ที่นำมาติดตั้งแทนของเดิมและความดันที่เพิ่มขึ้น

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

หลังจากเปลี่ยนถึง Back Pressure ทำให้แรงดันในระบบมากขึ้นจากเดิมอยู่ที่เฉลี่ย 2.2 บาร์เกจเพิ่มขึ้นเป็น
3.0 บาร์เกจ ส่งผลให้ขั้นตอนการนิ่งผลปาล์มใช้เวลาน้อยลงจากเดิมใช้เวลา 90 นาที ลดลงเหลือ 60 นาที โดย
ปกตินิ่งผลปาล์ม เฉลี่ย 7 ครั้งต่อวัน โดยสัดส่วนการเปิดวาล์วเป็นร้อยละ 30

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณความต้องการไอน้ำของหม้อหนึ่ง} &= 24.24 \times (\text{เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ By pass})^2 (\text{นิ้ว}) \\ &\quad \times \text{ความดันไอน้ำ (psia)} \times (\text{สัดส่วนการเปิดวาล์ว}) \\ &= 24.24 \times (1)^2 \times 43.51 \times (0.3) \\ &= 316.4 \text{ lb/hr} \end{aligned}$$

$$\text{คิดเป็น} = 0.0398 \text{ kg/s}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง} &= \text{เวลาที่ใช้} \times \text{อัตราการไหล} \times \text{เอนทัลปีที่ 2.2 Barg} \\ &\quad \times \text{ครั้งทำงาน / วัน} \\ &= (90 \text{ min} \times 60 \text{ s}) \times 0.0398 \text{ kg/s} \times 2,711 \text{ kJ/kg} \times 7 \text{ ครั้งต่อวัน} \\ &= 4,578 \text{ MJ / วัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง} &= \text{เวลาที่ใช้} \times \text{อัตราการไหล} \times \text{เอนทัลปีที่ 3.0 Barg} \\ &\quad \times \text{ครั้งทำงาน / วัน} \\ &= (60 \text{ min} \times 60 \text{ s}) \times 0.0398 \text{ kg/s} \times 2,725 \text{ kJ/kg} \times 7 \text{ ครั้งต่อวัน} \\ &= 2,733 \text{ MJ / วัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= ((\text{พลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง} - \text{พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง}) \\
 &\quad \times \text{วันทำงาน}) / \text{ประสิทธิภาพ Boiler} \\
 &= ((4,578 \text{ kJ/kg} - 2,733 \text{ kJ/kg}) \times 300 \text{ วัน/ปี}) / 0.8 \\
 &= 403,641 \quad \text{MJ/year} \\
 &= 9.5511 \quad \text{toe/year}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= (\text{พลังงานที่ประหยัดได้} / \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}) \\
 &\quad \times \text{ราคาเชื้อเพลิง} \\
 &= (403,641 \text{ MJ/year} / 1107 \text{ MJ/ton}) \times 220 \text{ Baht / ton} \\
 &= 100,272 \quad \text{Baht / year}
 \end{aligned}$$

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนได้แก่ ค่าอุปกรณ์ และค่าแรง จำนวน 120,000 บาท

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ	
เงินลงทุน	120,000	บาท
พลังงานที่ประหยัด	403,641	เมกกะจูล / ปี
	9.5511	toe / ปี
ผลประโยชน์ที่ได้อ	100,272	บาท / ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1.2	ปี

4.2 เตาอบ/เตาเผา

4.2.1 การปรับปรุงระบบฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สถานประกอบการแห่งหนึ่งดำเนินกิจการอบยางดิบให้มีคุณสมบัติเหนียวตามมาตรฐาน โดยมีห้องอบยางทั้งสิ้น 6 ห้อง ขนาดกว้างห้องละ 3 เมตร ยาว 12 เมตร และสูงประมาณ 5 เมตร ผนังก่ออิฐบล็อกจากยิบเหนียวหนา 12 ซม. โดยมีประตูขนาด กว้าง 3 เมตร สูงประมาณ 5 เมตร อยู่ทั้งด้านหัวและท้าย ซึ่งประตูทำจากอลูมิเนียมแผ่นหนาประมาณ 1 มม. โดยไม่มีฉนวนความร้อนใดๆ ห้องอบยางดังกล่าวใช้เศษไม้ยางเป็นเชื้อเพลิง (ราคา 0.85 บาท/กก.) ข้อมูลจากผู้รับผิดชอบและควบคุมโรงงาน ใช้เชื้อเพลิงประมาณชั่วโมงละ 600 kg ต่อ 1 เตา โดยเฉลี่ยเปิดใช้งานจำนวน 3 เตา วันทำงานเฉลี่ยประมาณ 300 วันต่อปี ทั้งนี้อุณหภูมิในห้องอบสูงสุดประมาณ 60 °C อุณหภูมิภายนอกประมาณ 32 °C



ประตูห้องอบยางด้านนอก และประตูห้องอบยางด้านใน

ปัญหาก่อนการปรับปรุง

จากการใช้งานห้องอบยางดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองไม้ยางที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจำนวนมาก อันเนื่องจากการสูญเสียความร้อนจากประตูที่ไม่มีฉนวนความร้อนกัน

แนวคิดและขั้นตอนดำเนินการ

ทำการบูรณฉนวนกันความร้อนที่บานประตูทั้ง 2 ด้าน ของห้องอบยางดิบทั้ง 6 ห้อง แล้วปิดทับด้วยอลูมิเนียมแผ่นอีกชั้นหนึ่ง โดยใช้แผ่นยิบซั่มหนา 30 มม. ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนประมาณ 90,000 บาท

วิธีคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ในมาตรการนี้จะคำนวณสัดส่วนผลต่างของความร้อนที่สูญเสียก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุงเพื่อ
คำนวณหาปริมาณไม้ที่ประหยัดได้

ข้อมูลเบื้องต้น

พ.ท.ห้องอบยางที่เป็นคอนกรีต	=	12 x (3+3+5+5) x 3	=	576 ตร.ม.
พ.ท. ประตูทั้ง 2 ด้าน	=	3 x 5 x 6	=	90 ตร.ม.
ค่าความร้อนจำเพาะของไม้	=	15.99	MJ/kg	
สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อก	=	1.37	(W/m °C)	
สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอลูมิเนียม	=	16.4	(W/m °C)	
สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของยิปซัม	=	0.48	(W/m °C)	
อุณหภูมิในห้องอบ	=	55	°C	
อุณหภูมิภายนอก	=	35	°C	
น้ำหนักไม้ที่ใช้ต่อชั่วโมง	=	600 x 3	=	1,800 kg
น้ำหนักไม้ที่ใช้ต่อปี	=	1,800 x 24 x 300	=	1.296 x 10 ⁷ kg
ค่าไม้ต่อปี	=	1.296 x 10 ⁷ x 0.85	=	11,016,000 บาท
ปริมาณความร้อนต่อชั่วโมง	=	1,800 x 15.99	=	28,782 MJ
คิดเป็น	=	28,782.0/3.6	=	7,995 kWh

หาค่าความร้อนสูญเสียจากผนังและประตู

จากสมการ	C	=	k/Δt
เมื่อ	k	=	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ หน่วยเป็น W/m °C
	Δt	=	ความหนาของวัสดุ หน่วยเป็น เมตร
	C	=	ความต้านทานความร้อนของวัสดุ หน่วยเป็น W/m ²

ความต้านทานความร้อนของผนังอิฐบล็อกฉนวนเรียบ หนา 12 ซม.

$$C_c = 1.37/0.12 = 11.4167 \text{ W/m}^2$$

ความต้านทานความร้อนของประตูอลูมิเนียม หนา 1 มม.

$$C_a = 16.4 \times 10^3/1 = 1.64 \times 10^4 \text{ W/m}^2$$

ความต้านทานความร้อนของยิปซัมหนา 30 มม.

$$C_y = 0.48 \times 10^3/30 = 16 \text{ W/m}^2$$

คิดค่าการถ่ายเทความร้อนจากผลต่างของอุณหภูมิด้วย

$$\begin{aligned} C_c &= 11.4167 \times \{(55-35)/(35+273)\} \\ &= 0.74134 \text{ W/m}^2 \\ C_a &= 1.64 \times 10^4 \times \{(55-35)/(35+273)\} \\ &= 1,064.935 \text{ W/m}^2 \\ C_y &= 16 \times \{(55-35)/(35+273)\} \\ &= 1.03896 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

ก่อนการปรับปรุง

ความร้อนสูญเสียที่ผนังอิฐบล๊อคกลาบเรียบ	$= 0.74134 \times 576 \times 10^{-3}$	$= 0.42701 \text{ kW}$
ความร้อนสูญเสียที่ประตูลูมินีเยม	$= 1,064.935 \times 90 \times 10^{-3}$	$= 95.8441 \text{ kW}$
ความร้อนสูญเสียรวม	$= 0.42701 + 95.84415$	$= 96.2711 \text{ kW}$
ใน 1 ชั่วโมงสูญเสียทั้งสิ้น	$= 96.2711 \text{ kWh}$	

หลังการปรับปรุง

ความร้อนสูญเสียที่ประตูยิบซัมหนา 30 มม.	$= 1.03896 \times 90 \times 10^{-3}$	$= 0.0935 \text{ kW}$
ความร้อนสูญเสียรวม	$= 0.42701 + 0.0935$	$= 0.5205 \text{ kW}$
ใน 1 ชั่วโมงสูญเสียทั้งสิ้น	$= 0.5205 \text{ kWh}$	

ดังนั้น สูญเสียร้อยละ	$= 96.2711 - 0.5205$	
	$= 95.751$	kWh

หรือ	$= 95.751 \times 3.6$	
	$= 344.704$	MJ

หรือคิดเป็น	$= 344.704 \times 24 \times 300$	
	$= 2,481,865.92$	MJ/ปี

เทียบเท่าน้ำมันดิบ	$= 58.746$	toe/ปี
--------------------	------------	--------

ใช้ไม้คดลง	$= 2,481,865.92 / 15.99$	
	$= 155,214$	kg /ปี

ประหยัดค่าไม้	$= 155,214 \times 0.85$	
	$= 131,931.90$	บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน	$= 90,000 / 131,931.90$	
	$= 0.68$	ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงระบบฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน	
เงินลงทุน	90,000	บาท
พลังงานที่ประหยัด	2,481,865.92	MJ/ปี
	58.746	toe / ปี
ผลประโยชน์ที่ได้	131,931.90	บาท / ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.68	ปี

4.2.2 การลดความชื้นผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าเตาอบ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้แห่งหนึ่ง มีกระบวนการทำงานในขั้นตอนการอัดน้ำยาให้แก่ไม้ไผ่ก่อนทำการอบ เพื่อเป็นการยืดอายุให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยในปัจจุบันเมื่อทำการอัดน้ำยาไม้เสร็จแล้วก็นำไม้เข้า ห้องอบ ทันทึ ซึ่งไม้ที่มีความชื้นสูง (100 %) ซึ่งต้องใช้เวลาในการอบ 15 วัน (ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง) โดยไม้ที่ทำการ อบเสร็จแล้วจะมีความชื้นไม่เกิน 10 %

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบเบื้องต้น พบว่า ในการอบไม้ไผ่หลังจากทำการอัดน้ำยาแล้วนั้นต้องใช้เวลาในการอบ 15 วันๆ ละ 24 ชั่วโมง ซึ่งไม้ที่ทำการอบนั้นมีความชื้นสูงคือ 100 % ทำให้สูญเสียพลังงานความร้อนและ พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก หากสามารถลดความชื้นในไม้หลังอัดน้ำยาก่อนนำเข้าห้องอบก็จะลดเวลาใน การอบไม้ได้ ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าได้



สภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันระดมสมองเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคณะทำงานและการให้คำปรึกษาของ ทีมงานที่ปรึกษา เพื่อหามาตรการอนุรักษ์พลังงานได้มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานการลดความชื้น ในไม้ก่อนเข้าห้องอบ โดยการปรับปรุงระบบท่อไอน้ำเพื่อนำไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูงมาจ่ายที่ถัง อัดน้ำยา เพื่อลดความชื้นในไม้ให้เหลือประมาณ 40 -50 % ก่อนนำไม้เข้าห้องอบ ซึ่งจะทำให้สามารถลด เวลาในการอบได้อย่างน้อย 40 – 50 % พร้อมกันนี้ควรทำการหุ้มฉนวนท่อไอน้ำและถังอัดน้ำยาด้วยเพื่อลด การสูญเสียพลังงานความร้อน

สภาพหลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยการหุ้มฉนวนอุปกรณ์ความร้อน เพื่อลดการสูญเสียพลังงานความร้อน สามารถทำให้
ประหยัดพลังงานลง ได้ดังวิธีคำนวณผลประหยัดที่แสดงดังนี้



สภาพหลังการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
ชนิด				ฟิน(ไม้ไผ่)
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	F_f	kg/h		110
ราคาเชื้อเพลิง	C_F	B / kg		1
ราคาค่าไฟฟ้า	C_E	B / kWh		3.45
การอบไม้ปัจจุบัน				
ความชื้นหลังออกจากถังอัดน้ำยา	H_1	%		100
ความชื้นหลังออกจากห้องอบ	H_{10}	%		10
ความถี่การใช้ห้องอบ	n_1	ครั้ง/y		20
ชั่วโมงการอบ	h_1	h/ครั้ง		360
ชั่วโมงการทำงานของห้องอบต่อปี	h_{T1}	h/y		7,200
ปริมาณไอน้ำที่ใช้ต่อห้อง	S_1	%		5
จำนวนห้องอบทั้งหมด	B_A	ห้อง		6
จำนวนห้องอบที่ใช้อบไม้ความชื้นสูง	B_H	ห้อง		3
การใช้ไอน้ำสำหรับการอบไม้ในปัจจุบัน	S_H	%		15
มอเตอร์พัดลมห้องอบทั้งหมด	M_A	ตัว		6
มอเตอร์พัดลมห้องอบที่ใช้อบ	M_H	ตัว		3
กำลังมอเตอร์ห้องอบ	W	kW		4
การใช้มอเตอร์พัดลมในปัจจุบัน	W_1	kWh/y		75,600

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
การอบไ้ม้โดยการลดความชื้นของไ้ม้ภายใน ถังอัดน้ำยาก่อนเข้าห้องอบ				
ความชื้นหลังออกจากห้องอบ	H_{2O}	%		10
ความถี่การใช้ห้องอบ	n_2	ครั้ง/y		20
ชั่วโมงการอบ	h_2	h/ครั้ง		192
ชั่วโมงการทำงานของห้องอบต่อปี	h_{T2}	h/y		3,840
ปริมาณไอน้ำที่ใช้ต่อห้อง	S_2	%		5
จำนวนห้องอบทั้งหมด	B_A	ห้อง		6
จำนวนห้องอบที่ใช้อบไ้ม้ความชื้นสูง	B_H	ห้อง		3
การใช้ไอน้ำสำหรับการอบไ้ม้โดยการลด ความชื้นก่อนเข้าห้องอบ	S_H	%		15
มอเตอร์พัดลมห้องอบทั้งหมด	M_A	ตัว		6
มอเตอร์พัดลมห้องอบที่ใช้อบ	M_H	ตัว		3
กำลังมอเตอร์ห้องอบ	W	kW		4
การใช้มอเตอร์พัดลมโดยการลดความชื้น ก่อนเข้าห้องอบ	W_2	kWh/y		40,320
การคำนวณ				
ชั่วโมงการทำงานของห้องอบต่อปีลดลง	h_S	h/y	$h_S = h_{T1} - h_{T2}$	3,360
ปริมาณการใช้ไอน้ำลดลง	S_S	h/y	$S_S = h_S \times B_H \times S_H$	1,512
เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	S_F	kg/y	$S_F = F_f \times S_S$	166,320
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้	S_{FC}	B/y	$S_{FC} = S_F \times C_F$	166,320
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมอเตอร์ห้องอบลดลง	S_W	kWh/y	$S_W = W_1 - W_2$	35,280
ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	S_{EC}	B/y	$S_{EE} = S_W \times C_E$	121,885

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การลดความชื้นผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าเตาอบ	
เงินลงทุน	53,500	บาท
ผลประโยชน์ที่ได้	166,320	บาท/ปี
พลังงานที่ประหยัดได้ (ฟีน)	166,320	กก./ปี
	62.96	toe/ปี
ผลประโยชน์ไฟฟ้าที่ได้	121,885	บาท/ปี
พลังงานที่ประหยัดไฟฟ้าได้	35,280	kWh./ปี
	3.01	toe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.19	ปี

4.2.3 การนำแก๊ส LPG ที่เหลือกลับมาใช้งาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงแรมแห่งหนึ่งมีการใช้แก๊ส LPG เป็นแก๊สหุงต้ม และเนื่องจากบริเวณห้องครัวมีพื้นที่จะติดตั้งถังแก๊สไม่เพียงพอ รวมทั้งการตระหนักถึงเรื่องความปลอดภัยในกรณีที่แก๊สเกิดการรั่ว จึงติดตั้งถังแก๊สภายนอกห้องครัว ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณใช้งานจึงทำให้ไม่สามารถใช้แก๊สให้หมดถังได้ เนื่องจากเมื่อแรงดันในถังลดต่ำลงระดับหนึ่งจะไม่สามารถส่งไปยังบริเวณใช้งานที่อยู่ห่างไกลได้

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

ปัจจุบันแก๊ส LPG ที่ใช้กับห้องครัวติดตั้งอยู่ห่างจากบริเวณที่ใช้งาน ดังนั้นเมื่อแรงดันในถังต่ำลงจะไม่สามารถจ่ายมาถึงยังบริเวณที่ใช้งานได้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจว่าแก๊สในถังนั้นหมดแล้ว และต้องทำการซื้อแก๊สถังใหม่เข้ามาใช้ ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์



ภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวทางทีมงานอนุรักษ์พลังงาน ได้กำหนดให้นำถังแก๊สที่คิดว่าหมดแล้ว นำมาชั่งน้ำหนักเพื่อตรวจสอบว่าหมดจริงหรือไม่ ซึ่งถ้ายังมีแก๊สเหลือให้นำมาใช้กับเครื่องอบผ้า เนื่องจากบริเวณนั้นถังแก๊สอยู่ใกล้กับอุปกรณ์ใช้งานและอุณหภูมิแวดล้อมสูง ซึ่งจะทำให้แก๊สในถังมีแรงดันเพิ่มขึ้นและสามารถใช้งานได้อีก หรือสามารถชั่งแล้วขายคืนให้กับผู้จำหน่ายแก๊สได้ตามน้ำหนักที่เหลือ

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจกดำเนินการดังกล่าวแล้ว จะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ของโรงแรมลงได้โดยไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแต่อย่างใด



ภาพหลังการปรับปรุง (นำก๊าซหุงต้มที่เหลือไปใช้กับเครื่องอบผ้า)

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนปรับปรุง

ปริมาณก๊าซหุงต้มที่ใช้ต่อปีรวม	16,089.00	กิโลกรัม/ปี
ปริมาณก๊าซที่เหลือจากห้องครัว	1,700.81	กิโลกรัม/ปี

หลังปรับปรุง

ลดการซื้อก๊าซที่ใช้กับเครื่องอบผ้า	= 1,700.81	กิโลกรัม/ปี
รวมเชื้อเพลิงที่ลดลงหลังปรับปรุง	= 1,700.81	กิโลกรัม/ปี
หรือ	= 3,149.65	ลิตร/ปี
	= $3,149.65 \times 630.14 \times 10^{-6}$	
	= 1.985	toe/ปี

(ความหนาแน่นของก๊าซหุงต้มประมาณ 0.54 kg/l)

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	= 1,700.81 x 17.18	
	= 29,219.92	บาท/ปี

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การนำแก๊ส LPG ที่เหลือกลับมาใช้งาน	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้ (LPG)	1,700.81	กก./ปี
	1.985	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	29,219.92	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.2.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ทางสถานประกอบการแห่งหนึ่งมีการใช้งานเตาเผาเซรามิก โดยเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นก๊าซ LPG ประมาณ 407,438 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 6,069,130 บาทต่อปี มีค่าก๊าซ LPG เหลืออยู่ที่ 14.90 บาท/กก. โดยมีการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 340 วันต่อปี

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจวัดของทีมงานอนุรักษ์พลังงาน พบว่า เตาเผาเซรามิกอุณหภูมิ 1250 °C ที่ติดตั้งใช้งานในโรงงาน มีการใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในปริมาณสูง และมีจำนวนชั่วโมงการทำงานวันละ 24 ชั่วโมง เมื่อทำการตรวจวัดสถานะไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเตาเผาเซรามิก พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของออกซิเจนสูงเกินไป ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานความร้อนทิ้งไปกับอากาศร้อนโดยเปล่าประโยชน์

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เนื่องจากปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่เตาเผาเซรามิกมีค่ามากเกินไป จึงควรให้มีการปรับลดปริมาณอากาศป้อนลงให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่อยู่ในไอเสียมีค่าเท่ากับ 3% ทั้งนี้หากมีการดำเนินการปรับสัดส่วนปริมาณอากาศและก๊าซ LPG ให้เหมาะสมแล้ว จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผาเซรามิกได้



ภาพเตาเผาเซรามิกอุณหภูมิใช้งาน 1250 °C

สภาพหลังปรับปรุง

ทางสถานประกอบการได้ดำเนินการปรับสัดส่วนปริมาณอากาศและเชื้อเพลิงให้เหมาะสม ซึ่งสามารถประเมินสถานะและศักยภาพการประหยัดได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ประเมิน	หน่วย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
Flue gas temperature	°C	462	462
O ₂ content	%	4.1	3.0
Excess air	%	23	15
ความร้อนสูญเสีย	%	30	28
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	%	70	72

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากทางสถานประกอบการมีการใช้ก๊าซ LPG ในปริมาณมาก จึงควรมีการวิเคราะห์สถานะของไอเสียอย่างสม่ำเสมอทุกๆ 6 เดือน และหากโรงงานสามารถจัดหาเครื่องมือวิเคราะห์ไอเสีย และจัดให้มีการอบรมผู้รับผิดชอบดูแลเผาเซรามิคของโรงงาน เพื่อให้มีความสามารถเพียงพอในการนำเครื่องมื่อดังกล่าวมาใช้ตรวจสอบ วิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ได้ จะส่งผลให้ทางโรงงานสามารถปรับแต่งสัดส่วนปริมาณอากาศและเชื้อเพลิงเพื่อให้ระบบควบคุมการเผาไหม้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา จะช่วยทำให้ลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนได้มาก

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

ก่อนการปรับปรุง ไอเสียมีปริมาณออกซิเจน 4.1 % และอุณหภูมิไอเสีย 462 °C จะมีค่าความร้อนสูญเสียเท่ากับ 30.0 % ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 70.0 % หลังการปรับปรุง เมื่อไอเสียมีปริมาณออกซิเจนลดลงเป็น 3.0 % และอุณหภูมิไอเสีย 462 °C จะมีค่าความร้อนสูญเสียเท่ากับ 28.0 % ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 72.0 %

ร้อยละของก๊าซ LPG ที่ใช้ลดลง

$$\begin{aligned}
 &= ((\text{ประสิทธิภาพหลังปรับปรุง}-\text{ประสิทธิภาพก่อนปรับปรุง})/\text{ประสิทธิภาพหลังปรับปรุง}) \times 100 \% \\
 &= ((72.0-70.0)/72.0) \times 100 \% \\
 &= 2.78 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็นปริมาณก๊าซ LPG ที่ใช้ลดลง} &= 407,438 \times 0.0278 && \text{kg/ปี} \\
 &= 11,327 && \text{kg/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หรือ} &= 20,975.93 && \text{ลิตร/ปี} \\
 &= 20,975.93 \times 630.14 \times 10^{-6} \\
 &= 13.218 && \text{toe/ปี}
 \end{aligned}$$

(ความหนาแน่นของก๊าซหุงต้มประมาณ 0.54 kg/l)

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็นเงิน} &= 11,327 \times 14.90 && \text{บาท/ปี} \\
 &= 168,772 && \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

การลงทุน

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้} &= 50,000 && \text{บาท} \\
 \text{ค่าใช้จ่ายก๊าซ LPG ที่ประหยัดได้} &= 168,772 && \text{บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 0.30 && \text{ปี}
 \end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้	
เงินลงทุน	50,000	บาท
ผลที่ประหยัดได้ (LPG)	11,327	kg/ปี
	13.218	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	168,772	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.30	ปี

4.2.5 การปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

จากการสำรวจการใช้พลังงานของเตาเผา พบว่า ปัจจุบันทางโรงงานมีการป้อนเชื้อเพลิงเข้าเตาเผาเป็นแบบธรรมดา (Manual) คือการให้พนักงานสังเกตอุณหภูมิที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนว่ามีค่าต่ำกว่ากำหนดหรือยัง ถ้าอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดพนักงานจึงมาเปิดสวิตช์ควบคุมเครื่องป้อนให้ป้อนเชื้อเพลิงเข้าเตาเผา และ เมื่ออุณหภูมิสูงจนถึงค่าที่กำหนดพนักงานจึงมาปิดสวิตช์การทำงานของเครื่องป้อนเชื้อเพลิง

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบและสอบถามทางโรงงานเบื้องต้นพบว่าที่เตาเผานั้นมีอุปกรณ์สำหรับป้อนเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ (Auto) ประกอบอยู่กับเครื่องแล้วซึ่งสามารถใช้งานได้ทันที เพราะว่าถ้าหากเปลี่ยนมาใช้ในการป้อนเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติก็จะสามารถลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากการผิดพลาดของพนักงานได้ถึง 5 – 10 % ทำให้ลดการสูญเสียพลังงานลงได้



สภาพก่อนการปรับปรุง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

จากการร่วมกันระดมสมองเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของคณะทำงานและการให้คำปรึกษาของทีมงานที่ปรึกษา เพื่อหามาตรการอนุรักษ์พลังงานได้มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานการเปลี่ยนการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Manual เป็นแบบ Auto โดยการติดต่อสอบถามผู้รับเหมาติดตั้งเพื่อขอข้อมูลและทำการปรับเปลี่ยนระบบการป้อนเชื้อเพลิง จากการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Manual เป็นแบบ Auto พร้อมกับทำระบบเตือนอุณหภูมิสูง – ต่ำ เกินกำหนด เพื่อป้องกันความผิดพลาดของอุปกรณ์อีกชั้นหนึ่ง

สภาพหลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Manual เป็นแบบ Auto เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ความร้อน สามารถทำให้ประหยัดพลังงานลงได้ดังวิธีคำนวณผลประหยัดที่แสดงดังนี้



สภาพหลังการปรับปรุง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	การคำนวณ	ค่าที่ได้
ข้อมูล				
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเตาเผา 1 ต่อปี	F_{Π}	kg/y		225,000
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเตาเผา 2 ต่อปี	F_{I2}	kg/y		225,000
ราคาเชื้อเพลิง (ซังข้าว โปด)	C_f	บาท/กก.		0.60
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	LHV	MJ/kg		12.68
ประสิทธิภาพการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Manual	eff_M	%		95
ประสิทธิภาพการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Auto	eff_A	%		100
คำนวณ				
ผลประหยัดเมื่อเปลี่ยนการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Manual เป็นการป้อนเชื้อเพลิงแบบ Auto	S_{Π}	kg/y	$S_{\Pi} = F_{\Pi} * (eff_A - eff_M)$	11,250
	S_{I2}	kg/y	$S_{I2} = F_{I2} * (eff_A - eff_M)$	11,250
ผลประหยัดพลังงานต่อปี	S_T	kg/y	$S_T = S_{\Pi} + S_{I2}$	22,500
		B/y		13,500
		MJ/y		285,300
เทียบเท่าน้ำมันดิบ		toe/y		6.754

สรุปมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	การปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลประโยชน์ที่ได้	13,500	บาท/ปี
พลังงานที่ประหยัดได้	22,500	กก./ปี
	6.754	toe/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.3 เครื่องยนต์ (ขนส่ง,เกษตร)

4.3.1 การบริหารการใช้งานรถฟอร์กลิฟท์ให้มีประสิทธิภาพ

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

สถานประกอบการแห่งหนึ่งเป็นโรงงานผลิตกล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์ชนิดพิเศษ โดยมีจำนวนชั้นของกระดาษสูงสุดถึง 7 ชั้น ซึ่งทำให้สามารถรับน้ำหนักได้มาก โดยมีกำลังการผลิตประมาณ 1,600,000 ชิ้นต่อเดือน แต่เนื่องจากโรงงานไม่มีสายการผลิตกระดาษลูกฟูก จึงไม่มีการใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต ดังนั้นพลังงานที่ใช้ภายในโรงงานจึงมีแต่เพียงพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น นอกจากนี้ โรงงานยังมีการใช้งานรถ Fork lift ซึ่งใช้น้ำมัน Diesel ด้วย จำนวน 2 คัน สำหรับการขนถ่ายวัสดุต่างๆภายในโรงงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

ก่อนเข้าร่วมโครงการฯ ทางโรงงานไม่มีการบริหารการใช้งานรถ Fork lift อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้เกิดความสูญเสียพลังงาน (น้ำมันดีเซล) ไปกับรถ Fork lift โดยไม่จำเป็น



ภาพรถ Fork lift ที่มีการใช้งานภายในโรงงาน

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

รณรงค์ให้พนักงานขับรถ Fork lift ใช้งานรถอย่างคุ้มค่าเพื่อลดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น และลดค่าใช้จ่ายของโรงงานด้วย

1. สำรวจการใช้งานรถ Fork lift ภายในโรงงาน
2. สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานให้แก่พนักงานขับรถ Fork lift และแนะนำแนวทางการใช้งาน
3. เก็บข้อมูลการใช้น้ำมัน หลังจากการรณรงค์สร้างจิตสำนึก
4. วิเคราะห์ผลประหยัด

สภาพหลังปรับปรุง

หลังจากได้รับการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้พนักงานขับรถ เริ่มมีการจัดการใช้น้ำมันและตระหนักถึงการใช้รถ Fork lift ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยลดจำนวนเที่ยวให้น้อยลงแต่น้ำหนักมากขึ้นในแต่ละเที่ยวของการใช้งาน รวมทั้งลดการใช้งานที่ไม่จำเป็นและเลือกใช้รถคันที่มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่าเป็นหลัก ทำให้อัตราการใช้ น้ำมันดีเซลในเดือนสิงหาคม ลดลง 12.81 %



ภาพการเลือกใช้งานรถ Fork lift ที่มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่า

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สามารถวิเคราะห์ได้จากการเปรียบเทียบอัตราการใช้ น้ำมันดีเซล ของรถ Fork lift ก่อนปรับปรุง (เดือนกรกฎาคม) และหลังปรับปรุง (เดือนสิงหาคม) ได้ดังนี้

ตารางข้อมูลการใช้พลังงาน

เติมน้ำมันสัปดาห์ที่	ปริมาณการใช้ (ลิตร)		ลดลง (ลิตร)	ลดลง (%)
	ก่อนปรับปรุง (ม.ย)	หลังปรับปรุง (ก.ค.)		
1	230.00	180.00	50.00	21.74
2	250.00	210.00	40.00	16.00
3	220.00	210.00	10.00	4.55
4	220.00	200.00	20.00	9.09
รวม	920.00	800.00	120.00	12.84

ค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลเท่ากับ 38 MJ/liter และราคาน้ำมันดีเซลเฉลี่ย ตั้งแต่ มกราคม 2550 – มิถุนายน 2550 เท่ากับ 22.86 บาทต่อลิตร

$$\begin{aligned}\text{ประหยัดเชื้อเพลิงได้} &= (\text{เชื้อเพลิงที่ใช้ก่อนปรับปรุง} - \text{เชื้อเพลิงที่ใช้หลังปรับปรุง}) \times 12 \\ &= (920 - 800) \text{ ลิตร/เดือน} \times 12 \\ &= 1,440 \text{ ลิตรต่อปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ประหยัดพลังงานได้} &= \text{เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} \times \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง} \\ &= 1,440 \times 38 \\ &= 54,720 \text{ MJ/ปี} \\ &= 1.295 \text{ toe/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} &= \text{เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} \times \text{ราคาน้ำมันเฉลี่ย} \\ &= 1,440 \times 22.86 \\ &= 32,918 \text{ บาทต่อปี}\end{aligned}$$

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน การบริหารการใช้งานรถฟอร์กลิฟท์ให้มีประสิทธิภาพ

เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	1,440	ลิตร/ปี
	1.295	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	32,918	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	

4.3.2 การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานแห่งหนึ่ง มีการใช้งานเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซลรวมในช่วงเดือนมกราคม 2550 ถึง เดือนกรกฎาคม 2550 ประมาณ 12,000 ลิตรต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 304,080 บาทต่อปี



ภาพลักษณะการใช้รถยนต์เพื่อการขนส่งของโรงงาน

ปัญหาของระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจในส่วนของโรงงาน พบว่า มีการใช้งานเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซลในภาคขนส่งทั้งภายใน และภายนอกโรงงานค่อนข้างมาก ซึ่งโดยทางโรงงานจะมีการใช้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยเดือนละ 1,000 ลิตร มีผลทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำแข็ง มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นตามราคาน้ำมันดีเซลตามท้องตลาดด้วย



ภาพลักษณะการใช้รถโฟล์กลิฟท์ที่เปลี่ยนการใช้ชนิดของเชื้อเพลิง

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ปรับปรุงโดยการเปลี่ยนประเภทการใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซล มาใช้เชื้อเพลิงทดแทนจากน้ำมันไบโอดีเซล B5 ซึ่งมีปริมาณการผสมระหว่างน้ำมันไบโอดีเซล 5 % และน้ำมันดีเซล 95 % ซึ่งยังคงให้ปริมาณค่าความร้อนในการใช้ที่ใกล้เคียงกัน และไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์สำหรับรถบรรทุกหรือรถฟอร์คลิฟท์ของโรงงานทั้งสิ้น

สภาพหลังการปรับปรุง

หลังจากการดำเนินการเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงทดแทนจากน้ำมันไบโอดีเซล B5 ซึ่งหาซื้อได้จากปั้มน้ำมันบางจาก และปั้มน้ำมัน ปตท. แล้ว สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันดีเซลได้อีกหนทางหนึ่ง

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

สามารถคำนวณผลประหยัดได้ดังนี้

ต้นทุนน้ำมันดีเซล ณ ปัจจุบัน	=	26.00	บาท/ลิตร
ปริมาณน้ำมันที่มีการใช้ในภาคขนส่งของโรงงานเฉลี่ย	=	1,000	ลิตร/เดือน
คิดเป็นต้นทุนภาคขนส่งรวม ณ ปัจจุบัน	=	26,000	บาท/เดือน
ต้นทุนน้ำมันไบโอดีเซล ณ ปัจจุบัน	=	25.30	บาท/ลิตร
ผลที่ประหยัดได้	=	0.70	บาท/ลิตร
วันทำงาน	=	365	วัน/ปี
คิดเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถประหยัดได้	=	600	ลิตร/ปี
คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้	=	8,400	บาท/ปี
คิดเป็นผลประหยัดจากพลังงาน	=	21,852	MJ/ปี
	=	0.517	toe/ปี

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

มาตรการนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ เนื่องจากทางโรงงานสามารถดำเนินการได้เอง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงทดแทนจากน้ำมันไบโอดีเซล B5 นั้นอาจยังไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์รอบต่ำ แต่ประการใด ดังนั้นช่วงเริ่มต้นควรใช้น้ำมันไบโอดีเซลควบคู่กับน้ำมันดีเซล เพื่อดูสภาพการใช้งานของเครื่องยนต์ประมาณ 6 เดือน แล้วจึงใช้น้ำมันไบโอดีเซลตลอด

สรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์	
เงินลงทุน	-	บาท
ผลที่ประหยัดได้	600.	ลิตรปี
	0.517	toe/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	8,400	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	คืนทุนทันที	