บทที่ 2

ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา รัฐบาลได้มีการอนุรักษ์พลังงานและการประหยัดพลังงาน เพื่อให้การการใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งทางผู้ประกอบการเองก็เล็งเห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับ หากแต่ยังขาดแคลนบุคลากร แม้ทางผู้ประกอบการจะมีกำลังทรัพย์ก็ยังขาดความชำนาญ จึงเป็นไปได้ยากที่จะทำให้เกิดการพัฒนาในด้านเทคโนโลยีโดยผู้ประกอบการเอง ดังนั้นการร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและผู้ประกอบการจึงได้เกิดขึ้นในลักษณะของงานวิจัย ฉะนั้น งานวิจัยจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะพัฒนาเทคโนโลยีให้ดีขึ้น

จากงานวิจัยที่ผ่านมา การประหยัดพลังงานในระบบอุตสาหกรรมได้มีการทำมานานแล้ว เพื่อลดต้นทุนของผู้ประกอบการ ระบบที่ได้รับการยอมรับในโรงงานขาดใหญ่คือ ระบบผลิตพลังงานร่วม ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงและระบบนี้ยังก่อให้เกิดความมั่นใจและความมั่นคงในการดำเนินกิจการของผู้ประกอบการ แม้ระบบผลิตพลังงานร่วมจะเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงก็ตาม แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า จะไม่สามารถประหยัดพลังงานได้อีก ซึ่งหมายถึง ระบบมีการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ก็มีส่วนสำคัญ การศึกษาถึงประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ในระบบผลิตพลังงานร่วม ได้มีผู้สนใจทำการศึกษามาบ้างแล้ว ซึ่งงานศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้แก่

เทียบ เอื้อกิจ(1989) ทำการศึกษา “การวิเคราะห์พลังงานและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของระบบการผลิตพลังงานร่วมในโรงงานย้อมผ้า” ที่โรงงานวรพรการย้อม จังหวัดสมุทรสาคร ความต้องการใช้ไอน้ำของโรงงานประมาณ 30 ตัน/ชั่วโมง โรงงานมีหม้อไอน้ำอยู่ 3 เครื่อง หม้อไอน้ำ 2 เครื่องแรกเป็นหม้อไอน้ำชนิดหลอดไฟแต่ละเครื่องมีกำลังการผลิตขนาด 12.5 ตัน/ชั่วโมงใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง หม้อไอน้ำอีกลูกเป็นหม้อไอน้ำแบบฟลูอิไดซ์เบด(Fluidized Bed Boiler) กำลังการผลิตขนาด 10 ตัน/ชั่วโมง ทำงานที่สภาวะของความดัน 25 kg_f/cm^2 G, อุณหภูมิ 300 $^{\circ}C$ ใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงและหม้อน้ำลูกหลังนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบผลิตพลังงานร่วม ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงส่วนหนึ่งของความต้องการในโรงงาน (กำลังผลิตประมาณ 280 kW หรือ คิดเป็น 18% ของไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานทั้งหมด) กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะส่งไปใช้ขับปั๊มน้ำในโรงกรองน้ำทั้งหมด ส่วนไฟฟ้าในกระบวนการผลิตในโรงงานจะซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การใช้ระบบผลิตพลังงานร่วม ทำให้โรงงานประหยัดเงินค่าไฟฟ้าประมาณ 0.442 ล้านบาทต่อปี ซึ่งผู้ทำการวิเคราะห์ ได้วิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ของระบบดังกล่าว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตามกฎข้อที่ข้อหนึ่งและข้อสองของเทอร์โมไดนามิกส์ แล้วนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์อีกทั้งยังสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำนายสมรรถนะของระบบ ซึ่งได้แก่แบบจำลองของหม้อไอน้ำและกังหันไอน้ำที่ใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อีกทั้งศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการเผาไหม้ถ่านหินที่มีปริมาณกำมะถันสูงโดยวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในไอเสียกับขี้เถ้าและให้ข้อแนะนำวิธีการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์อุปกรณ์ของระบบ พบว่าหม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ข้อหนึ่งและข้อสองคิดเป็น 71.5% และ 21.2% ตามลำดับ กังหันไอน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ข้อหนึ่งและข้อสองคิดเป็น 62.1% และ 45.0% ตามลำดับและระบบผลิตพลังงานร่วมมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ข้อหนึ่งและข้อสองคิดเป็น 69.1% และ 16.7% ตามลำดับ

ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์พบว่า ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกไปกับไอเสีย 28% และขี้เถ้า 41% และทางอื่นๆ 31% ฉะนั้นการที่จะลดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สามารถทำให้ได้โดยการเติมปูนขาวต่อลิกไนต์ในอัตราส่วน 0.035:1

สันติ ยุกตจรงค์(1990) ทำการศึกษา "ระบบผลิตพลังงานร่วมในโรงงานอาหารกระป๋อง" โดยการประเมินศักยภาพในการใช้พลังงานร่วม ชนิด Back Pressure Steam Turbine กับโรงงานสัปปะรดกระป๋อง ทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาให้ระบบผลิตไอน้ำมันตามขนาดและสภาวะความต้องการไอน้ำของโรงงาน เชื้อเพลิงที่พิจารณาในการประเมิน ได้แก่น้ำมันเตาเกรด C

จากการประเมินทางด้านเทคนิค พบว่าขนาดของระบบผลิตพลังงานร่วมที่เหมาะสมมีขนาดพิกัดการผลิตไฟฟ้า ประมาณ 500 - 2,500 kW ส่วนการประเมินศักยภาพทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าระบบผลิตพลังงานร่วมที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด คือระบบที่ใช้ไอน้ำเข้ากังหันไอน้ำในสภาวะไอน้ำอิ่มตัว ความดัน 82.7 kg_f/cm^2 G ด้วยอัตรา 17 ตันต่อชั่วโมง กำลังการผลิตไฟฟ้า 1,476 kW ให้ผลตอบแทนการลงทุน 22.3% ระยะเวลาการคืนทุน 6 ปี

ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวในการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ 2 ตัว คือระยะเวลาการทำงานของระบบต่อปีและราคาน้ำมันเตา พบว่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่ออัตราผลตอบแทนการลงทุนมากที่สุด ได้แก่ ระยะเวลาการทำงานของระบบ โดยอัตราผลตอบแทนจะเพิ่ม ถ้าระยะเวลาการทำงานของระบบนานขึ้น

ประยุทธ ทองนิมิตร (1992) ทำการศึกษา "ศักยภาพของการใช้ระบบผลิตพลังงานร่วมในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษทั่วประเทศ" ซึ่งทำการประเมินศักยภาพการใช้ระบบผลิตพลังงานร่วมในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษทั่วประเทศ ทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานร่วมชนิด Back Pressure Steam Turbine โดยแบ่งออกได้

2 กรณี คือ กรณี Heat Match และกรณี Power Match เชื้อเพลิงที่ใช้ในการประเมินระบบ ได้แก่ น้ำมันเตาเกรด C

ผลการประเมินศักยภาพ จำนวน 35 โรงงาน มีการใช้ระบบผลิตพลังงานร่วม ซึ่งผลิตใช้ไฟฟ้าเองบางส่วนแล้ว 5 โรงงาน รวมพิกัดการติดตั้งเป็น 68,360 kW และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จริงเท่ากับ 35,600 kW สำหรับโรงงานที่เหลือโดยผ่านการประเมินในกรณี Heat Match มีจำนวน 2 โรงงาน รวมพิกัดการติดตั้ง เป็น 580 kW ส่วนกรณี Power Match ที่ผ่านการประเมินมีจำนวน 17 โรงงานเป็น 24,328 kW

Sadras Vasudev Balakrishnan (1986) ทำการศึกษาถึง "การวิเคราะห์พลังงานในระบบผลิตพลังงานร่วมของโรงงานน้ำตาล" ที่โรงงานน้ำตาลขอนแก่น จำกัด จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีกำลังการผลิตสามารถหีบอ้อยได้ 10,000 ตัน/วัน ความต้องการไอน้ำของโรงงาน 80 ตัน/ชั่วโมง หม้อไอน้ำใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิง จำนวน 4 เครื่อง ผลิตไอน้ำความดัน 23 kg_f/cm^2 G, อุณหภูมิ 360 $°C$ จ่ายไอน้ำให้กับกังหันไอน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 ชุด ขนาดพิกัดรวม 5 MW (การใช้ไฟฟ้าของโรงงานประมาณ 3.6 MWh) ไอน้ำส่วนที่เหลือใช้ขับกังหันไอน้ำ ซึ่งจ่ายกำลังงาน 1,500 hp และกังหันไอน้ำอื่นๆ 1 ตัว จ่ายกำลังงาน 2,000 hp เป็นต้นกำลังในการหีบอ้อย ผลการวิเคราะห์ได้ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำสูงสุดและต่ำสุด 62.74% และ 60.25% ตามลำดับ พร้อมทั้งได้สร้างแบบจำลองของระบบการผลิตร่วมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังเสนอการประหยัดพลังงานโดยลดปริมาณอากาศส่วนเกินลดความชื้นในชายอ้อยและควบคุมการทำงานของกังหันหีบอ้อย การใช้ระบบผลิตพลังงานร่วมของโรงงานทำให้ไม่ต้องจ่ายเงินซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แต่ถ้าไม่ใช้ระบบผลิตพลังงานร่วม ต้องซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประมาณ 3.2 ล้านบาท/เดือน

Dechadule Thavornkit (1987) ทำการศึกษา "Energy Analysis of Cogeneration in a Palm Oil Factory" ซึ่งทำการศึกษาระบบผลิตพลังงานร่วม ขนาด 842 kW ในโรงงานน้ำมันปาล์ม จังหวัดชุมพร ระบบประกอบด้วยหม้อไอน้ำโดยใช้กากเมล็ดปาล์มเป็นเชื้อเพลิงขนาด 30 ตันต่อชั่วโมง กังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์พบว่าระบบผลิตพลังงานร่วมมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ประมาณ 52.3% เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีประสิทธิภาพประมาณ 50.5%

จากการวิเคราะห์พบว่าระบบผลิตพลังงานร่วมมีความไม่สมดุล กล่าวคือระบบผลิตไอน้ำสำหรับที่ต้องใช้ในกระบวนการมากเกินความต้องการ ด้วยเหตุที่ว่าโรงงานมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก เมื่อเทียบกับพลังงานความร้อน และพบว่าระบบมีประสิทธิภาพต่ำ อันเนื่องมาจากปริมาณไอน้ำส่วนเกินมีมาก จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยได้เสนอแนวทางปรับปรุงโดย ให้ทำการลดอากาศส่วนเกินในหม้อไอน้ำ หรือหาแนวทางอุ่นน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำ

Anusak Kritsadatan (1992) ทำการศึกษาถึง “การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานกระดาษบางปะอิน" จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นโรงงานผลิตกระดาษพิมพ์เขียน ขนาด40ตัน/วัน ความต้องการไอน้ำของโรงงาน 35 ตัน/ชั่วโมง โดยผลิตไอน้ำที่ความดัน 35 kg_f/cm^2 G,อุณหภูมิ 360 $°C$ จ่ายเข้ากังหันไอน้ำชนิดต่างๆ 2200 kW ก่อน แล้วจึงส่งเข้ากระบวนการผลิตกระดาษที่ความดันสองค่าคือ 10 และ 3 kg_f/cm^2 G โดยความดันไอน้ำที่ 10 kg_f/cm^2 G จะเข้าหม้อต้มเยื่อกระดาษ(Pulp Cooking) ส่วนความดันไอน้ำที่ 3 kg_f/cm^2 G จะเข้าเครื่องจักรผลิตกระดาษ

ระบบผลิตพลังงานร่วมของโรงงาน สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 940 kW ซึ่งเท่ากับ 38.8% ของไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในโรงงาน ส่วนไฟฟ้าอีก 61.2% ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบผลิตพลังงานร่วม จะช่วยให้โรงงานประหยัดค่าไฟฟ้าปีละประมาณ 21.2 ล้านบาท