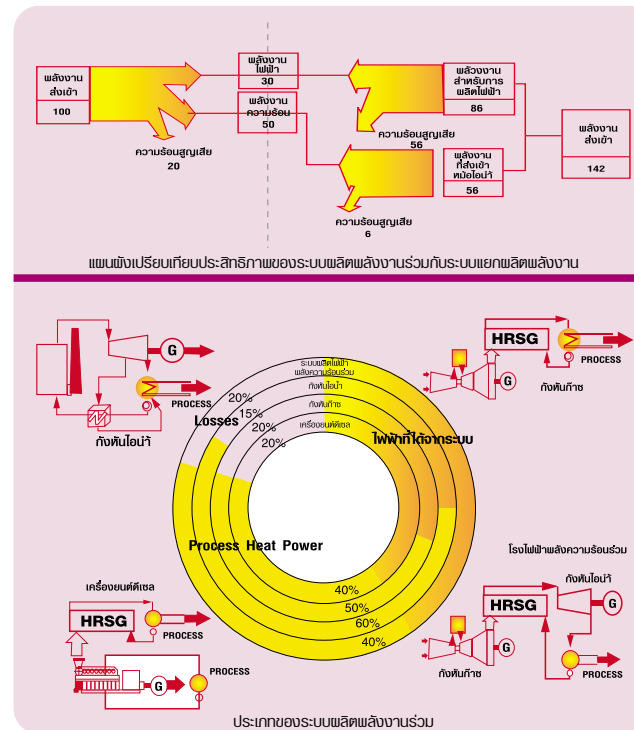


การผลิตพลังงานร่วมโดยใช้กากของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นเชื้อเพลิง



การผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) โดยใช้กากของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นเชื้อเพลิง นอกจากจะสามารถใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงเพื่อผลิตทั้งพลังงานความร้อนและไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องมาจากการกำจัดของเสียอุตสาหกรรมอีกด้วย

กรณีศึกษาที่ 1

บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด

- ข้อมูลพื้นฐาน
 - ที่อยู่ : 99 หมู่ 6 ถนนแสงชูโต (สายเก่า) ต.วังศาลา อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี 71110
 - กำลังการผลิต : กระดาษคราฟท์ 540,000 ตัน/ปี
 - การใช้พลังงาน :

ลิกไนต์	1,200 ตัน/วัน
เปลือกไม้	30 ตัน/วัน
กากตะกอน	50 ตัน/วัน
ไฟฟ้า (เฉลี่ย)	60 MWe
- มาตรการ : ติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วม (ขนาด 39 MWe) ที่มีหม้อไอน้ำระบบ CFB ที่ใช้กากตะกอน และเปลือกไม้เป็นเชื้อเพลิง
- การลงทุน 650 ล้านบาท (ปี 2537)
- ผลการประหยัด เพิ่มขึ้น 8.5 ล้านบาท/ปี เมื่อเทียบกับการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วม (ขนาดเดียวกัน) ที่มีหม้อไอน้ำชนิดตะกั่วที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

กรณีศึกษาที่ 2

บริษัท กระดาษสไทย จำกัด

- ข้อมูลพื้นฐาน
 - ที่อยู่ : 131 หมู่ 2 ต.สำโรงกลาง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
 - กำลังการผลิต : กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษกล่อง และกระดาษอาร์ต ประมาณ 73,000 ตัน/ปี
 - การใช้พลังงาน :

ลิกไนต์	44,181 ตัน/ปี
กากตะกอน	6,600 ตัน/วัน
น้ำมันเตา	358,000 ลิตร/ปี
ไฟฟ้า (เฉลี่ย)	7.6 MWe
- มาตรการ : ติดตั้ง Twin Screw Press และปรับปรุงระบบลำเลียงเชื้อเพลิง เพื่อนำกากตะกอนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหินสำหรับระบบผลิตพลังงานร่วม
- การลงทุน 2.9 ล้านบาท
- ผลการประหยัด 3.024 ล้านบาท/ปี



กรณีศึกษาที่ 1

บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด

1. ความเป็นมา

เพื่อรองรับแผนการขยายกำลังการผลิตของโรงงาน คณะทำงานด้านพลังงานจึงได้ศึกษาแนวการจัดการพลังงานทั้งในรูปแบบความร้อนและไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำ เป็นพลังงานสะอาด และมีความมั่นคง ดังนั้น ในเบื้องต้นระบบที่มีความเหมาะสมคือ ระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) ชนิดกังหันไอน้ำแบบ Extraction Condensing

จากการศึกษาความเหมาะสมเชิงเปรียบเทียบระหว่างหม้อไอน้ำชนิดตะกอนกับที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และหม้อไอน้ำชนิด Circulation Fluidized Bed (CFB) ที่ใช้กากตะกอนและเปลือกไม้เป็นเชื้อเพลิงพบว่า หม้อไอน้ำชนิด CFB มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่า, ต้นทุนของไอน้ำที่ผลิตได้ต่ำกว่า, Machine Reliability สูงกว่า และปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศมีค่าต่ำกว่ามาก ถึงแม้ต้นทุนการติดตั้งระบบจะสูงกว่ามาก

2. วัตถุประสงค์

จัดหาพลังงานที่สะอาด ต้นทุนต่ำ และมี ความมั่นคง เพื่อรองรับแผนการขยายกำลังการผลิต

3. การดำเนินการ

เนื่องจากการติดตั้งระบบผลิตพลังงานร่วมที่ใช้หม้อไอน้ำชนิด CFB ต้องใช้เงินลงทุนสูง ดังนั้น บริษัทฯ จึงดำเนินการศึกษาความเหมาะสมของและเื่อดซึ่งประกอบด้วย (1) การศึกษาความเหมาะสมด้านเทคนิค ซึ่งพิจารณาจากปริมาณความต้องการพลังงานของโรงงานและคุณสมบัติและปริมาณของเสียที่จะนำมาใช้ (2) การประเมินความคุ้มค่าด้านการเงินของการลงทุน, และ (3) การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นสำหรับการนำของเสียมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เมื่อผลการศึกษาที่ได้แสดงถึงความเหมาะสมของโครงการ ขั้นตอนต่อไป คือ การออกแบบรายละเอียดสำหรับกรก่อสร้าง, การวางแผนจัดซื้อและนำเข้าอุปกรณ์ และการติดตั้งซึ่งดำเนินการไปพร้อมกับการเตรียมความพร้อม

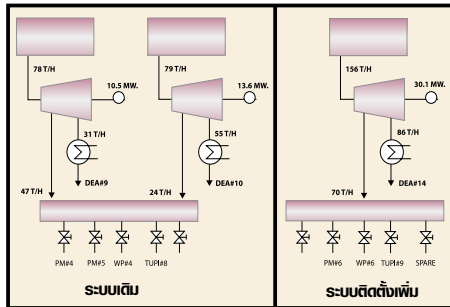
ของบุคลากรที่จะดำเนินการ (Operate), ตรวจสอบ และซ่อมบำรุงระบบ

4. รายละเอียดเทคโนโลยี

หลักการ เลือกไม้จากบริษัท สยามเซลลูโลส จำกัด ปริมาณ 45 ตันแห้งต่อวัน (BDT/D) และ กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียปริมาณ 60 BTD/D ถูกขนส่งมายังโรงเก็บเชื้อเพลิงซึ่งตั้งอยู่บริเวณโรงผลิตพลังงานร่วม และเนื่องจากกำลังการผลิตกากของเสียมีค่าค่อนข้างคงที่ ดังนั้นการบริหารจัดการเชื้อเพลิงจะเป็นระบบ Just In Time

เชื้อเพลิงผสมถูกป้อนสู่หม้อไอน้ำระบบ CFB ซึ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่หมุนเวียนขณะลอยตัวในห้องสันดาปจะเพิ่มความปั่นป่วน (Turbulence) ขณะเผาไหม้ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งซึ่งช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ทำให้ประสิทธิภาพของการเผาไหม้มีค่าสูงกว่า 90% นอกจากนี้ การเผาไหม้ลักษณะดังกล่าวต้องการปริมาณอากาศส่วนเกินต่ำ ผลที่ได้รับในแง่ของสิ่งแวดล้อม คือ มลพิษ (SO₂ และ NO_x) ที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศมีค่าต่ำ

ความร้อนจากการเผาไหม้ถูกนำไปใช้ผลิตไอน้ำ ความดันสูงปริมาณ 156 ตัน/ชั่วโมง ป้อนให้แก่กังหันไอน้ำชนิด Extraction Condensing ที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาด 30.1 MWe



รูปที่ 1.1 แสดงแผนผังการผลิตพลังงาน

หลักกรระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration)

การผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) คือ การผลิตทั้งพลังงานไฟฟ้าหรืองานกลและพลังงานความร้อนจากระบบเครื่องต้นกำลังเดียวกัน เป็นเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีประสิทธิภาพของระบบสูงถึง 80% เทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 40% ระบบการผลิตพลังงานร่วมสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ ระบบกังหันไอน้ำ, ระบบกังหันก๊าซ, ระบบเครื่องยนต์ดีเซล และ Combined Cycle โดยในการพิจารณาคัดเลือกระบบอาศัยปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อัตราส่วนความต้องการความร้อนต่อไฟฟ้า (Heat to Power Ratio), ชนิดของเชื้อเพลิงที่หาได้, ต้นทุนการก่อสร้าง, สภาวะการทำงานคงที่ (Stable Condition), เงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น



รูปที่ 1.2 โรงของเก็บเชื้อเพลิง



รูปที่ 1.3 หม้อไอน้ำระบบ CFB

ป้อนให้แก่โรงงาน ไอน้ำที่ดึงออกจากช่วงกลางของกังหันปริมาณ 70 ตัน/ชั่วโมง ถูกป้อนแก่กระบวนการผลิตกระดาษ และที่เหลือ 86 ตัน/ชั่วโมง ถูกระบายออกจากกังหันไอน้ำเข้าสู่เครื่องควบแน่น เพื่อป้อนกลับสู่ระบบผลิตพลังงานร่วม (ดังแสดงในรูปที่ 1.1)

การซ่อมบำรุงระบบ ประกอบด้วย การตรวจเช็คสภาพเฉพาะจุด เช่น ห้องเผาไหม้ และหอผึ่งลม (cooling tower) เป็นต้น อย่างสม่ำเสมอ และการซ่อมบำรุงประจำปี เช่น การทดสอบน้ำ, ตรวจสอบสภาวะวาล์ว, และตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ เป็นต้น

การติดตามและประเมินประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำระบบ CFB จะถูกประเมินอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำทุกเดือนเพื่อให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่ามากกว่า 90% ตลอดเวลา

1. ความเป็นมา

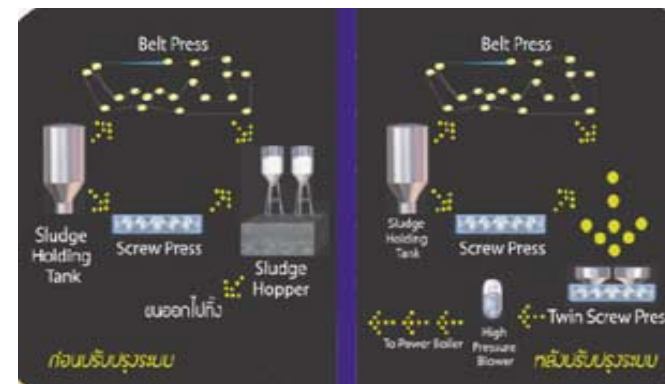
ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกระดาษ ก่อให้เกิดกากตะกอนซึ่งเป็นเส้นใยชนิดหนึ่งจำนวนมาก (ประมาณ 24 ตันต่อวัน) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งกากตะกอนสู่แหล่งกำจัด และลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องจากการกำจัดกากตะกอนโดยการฝังกลบ บริษัทฯ จึงได้ปรับปรุงหม้อไอน้ำของระบบ Cogeneration เพื่อสามารถใช้กากตะกอนเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านหิน ทำให้สามารถลดต้นทุนและเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

นำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานร่วมแทนถ่านหิน เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายสำหรับกำจัดของเสีย

3. การดำเนินการ

กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบดน้ำและถูกเก็บไว้ในถังเก็บตะกอน (Sludge Hopper) มีความชื้นค่อนข้างสูง (ประมาณ 70%) ดังนั้น บริษัทฯ จึงศึกษาแนวทางการลดความชื้นและการลำเลียงกากตะกอนร่วมกับบริษัทที่ปรึกษา หลังจากที่ได้แนวทางที่เหมาะสมแล้ว บริษัทฯ ได้มอบหมายให้ที่ปรึกษาดำเนินการจัดซื้อ ติดตั้ง และทดลองเดินระบบ ก่อนส่งมอบแก่บริษัท



รูปที่ 2.1 แผนผังระบบลำเลียงและลดความชื้นกากตะกอน



กรณีศึกษาที่ 2

บริษัท กระดาษสไทย จำกัด

4. รายละเอียดเทคโนโลยี

หลักการ กากตะกอนจากถังเก็บถูลดความชื้นลงเหลือ 50% โดยใช้เครื่องบีบน้ำชนิด Twin Screw Press ที่มีกำลังการผลิต 1.1 ตัน/ชั่วโมง หลังจากนั้นกากตะกอนแห้งจะถูกเป่าด้วยพัดลมความดันสูงในท่อลมสแตนเลสขนาด 4 นิ้ว เข้าสู่ห้องเผาไหม้แบบตะกรันเคลื่อนที่ (Travelling Grate Stoker) เพื่อผลิตไอน้ำปริมาณ 34.5 ตัน/ชม. 470°C 65 บาร์ ป้อนให้แก่กังหันไอน้ำแบบ Back Pressure ที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3.56 MWe เพื่อผลิตไฟฟ้าป้อนให้โรงงาน ความร้อนที่เหลือจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ

การซ่อมบำรุงระบบ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

- (1) การดูแลและตรวจสภาพประจำวัน โดยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการของอุปกรณ์หลักนั้นๆ
- (2) การซ่อมบำรุงรายเดือน โดยเจ้าหน้าที่แผนซ่อมบำรุง ซึ่งจะปฏิบัติตามแผนการซ่อมบำรุง (Preventive Maintenance)

การติดตามและประเมินประสิทธิภาพ

ตรวจสอบปริมาณความชื้นของกากตะกอนที่ผ่านกระบวนการบีบน้ำให้มีค่าเท่ากับ หรือ น้อยกว่า 50% ทุก 2 ชั่วโมง (ถ้าความชื้นสูงกว่า 50% ต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการระเหยน้ำ ทำให้พลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณน้อยลง ซึ่งมีผลต่อความคุ้มค่าทางการเงิน)



รูปที่ 2.2 Twin Screw Press



รูปที่ 2.3 โรงสาลูกจากตะกอนเข้าสู่หม้อไอน้ำ

บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด

5. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

- ความได้เปรียบเชิงเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย
- ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิตไอน้ำต่ำ (ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงกว่า 90%)
 - การใช้กากตะกอนและเปลือกไม้เป็นเชื้อเพลิงสามารถประหยัดค่าเชื้อเพลิงถ่านหินได้ประมาณ 7.59 ล้านบาท/ปี
 - ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งกากตะกอนไปกำจัดประมาณ 0.9 ล้านบาท/ปี
 - Operation Cost ต่ำ (ต่ำกว่าระบบตะกอบ 17%)

6. ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- ปริมาณมลพิษทางอากาศมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (ดังแสดงในตารางที่ 1.1)
- ลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันเนื่องจากการฝังกลบของเสียทั้งจากกระบวนการผลิตเชื้อและระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศ

มลพิษ	หม้อไอน้ำระบบ CFB	มาตรฐาน
CO	50 ppm	870 ppm
NO _x	100 ppm	500 ppm
SO _x	500 ppm	1,250 ppm
อนุภาค	100 mg/Nm ³	400 mg/Nm ³

7. ปัจจัยของความสำเร็จ

- การมีเป้าหมายด้านการจัดหาและอนุรักษ์พลังงานอย่างชัดเจนของโรงงาน
- ความพร้อมของบุคลากร ทั้งด้านความรู้ ประสบการณ์ และความชำนาญในการดำเนินการระบบ Cogen ที่ใช้หม้อไอน้ำแบบ CFB
- การวางแผนและจัดการเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ

8. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเทคโนโลยีการเผาไหม้ CFB ยังเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่สำหรับการนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมของไทย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและเตรียมความพร้อมของบุคลากรก่อนดำเนินการติดตั้งระบบผู้ประสานงานและให้ข้อมูล

บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด



(Signature)

นายมนตรี คำอุทัย
ผู้อำนวยการโรงงาน

บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษคราฟท์ไทย จำกัด

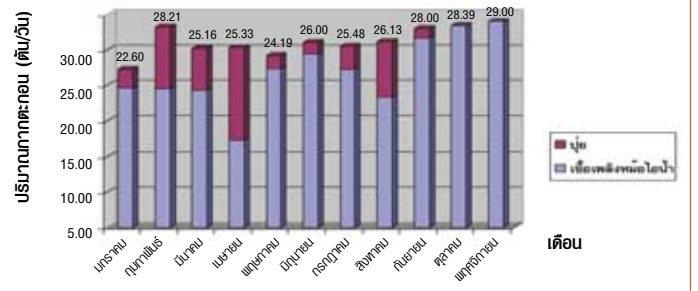
บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด

5. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินได้ประมาณ 6.67 ตัน/วัน คิดเป็นมูลค่า 2,160,000 บาท/ปี และ ลดค่าใช้จ่ายในการขนกากตะกอนไปกำจัดลงได้ 864,000 บาท/ปี ทำให้สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 11.5 เดือน

6. ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

การนำกากตะกอนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านหินในปริมาณวันละ 20 ตัน/วัน (ดังแสดงในรูปที่ 2.4) สามารถลดการใช้ถ่านหินลงได้ประมาณ 6.67 ตัน/วัน คิดเป็นมูลค่า 2,160,000 บาท/ปี และลดค่าใช้จ่ายในการขนกากตะกอนไปกำจัดลงได้ประมาณ 864,000 บาท/ปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ 3,024,000 บาท/ปี



รูปที่ 2.4 การใช้ประโยชน์กากตะกอน (ปี 2545)

7. ปัจจัยของความสำเร็จ

นโยบายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของผู้บริหาร ซึ่งนำไปสู่แนวความคิดในการนำของเสียมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อประหยัดพลังงานและลดปริมาณค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย รวมทั้งความร่วมมือและการปฏิบัติงานอย่างจริงจังจึงได้มาตรฐานของผู้ปฏิบัติงาน

8. ข้อควรระวัง

เนื่องจากกากตะกอนมีความชื้นสูง ดังนั้นการออกแบบระบบลำเลียงที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างละเอียด เพื่อป้องกันการอุดตันระหว่างการขนส่ง โดยเฉพาะระบบการลำเลียงกากตะกอนเข้าสู่เครื่องบดน้ำ

ผู้ประสานงานและให้ข้อมูล

บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด



(Signature)

นายมงคล หังสพฤกษ์
ผู้อำนวยการโรงงาน
บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด

ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
Training Resources Center for Energy Conservation

กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ตำบลคลอง 5 อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0-2577-7040 โทรสาร 0-2577-7047
e-mail: td@cc.dedp.go.th Web site : <http://www.dedp.go.th> หรือ <http://www.teenet-dedp.com>
พิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม 2545 จำนวน 3,000 เล่ม พิมพ์ที่ อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง

ดำเนินการจัดทำเอกสารเผยแพร่โดย
ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย เลขที่ 108 อาคารบางกอกไทยทาวเวอร์ ชั้น 10 ถนนรางน้ำ แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0-2642-7090-6, 0-2642-7171 โทรสาร 0-2642-7099, 0-2642-7075 e-mail: ecct@ecct-th.org Web Site : <http://www.ecct-th.org>
ตรวจสอบทบทวนโดย ศ.ดร. จุลละพจน์ จุลละไทย

