เทคโนโลยี
เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน ประสิทธิภาพสูง

โครงการสาธิตเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สารบัญ

1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี 1

2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม 8

3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน 8

4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 10

5. การประยุกต์ใช้งาน 10

6. การลงทุน 10

7. กรณีศึกษา : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ 11

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง 23
ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง 27

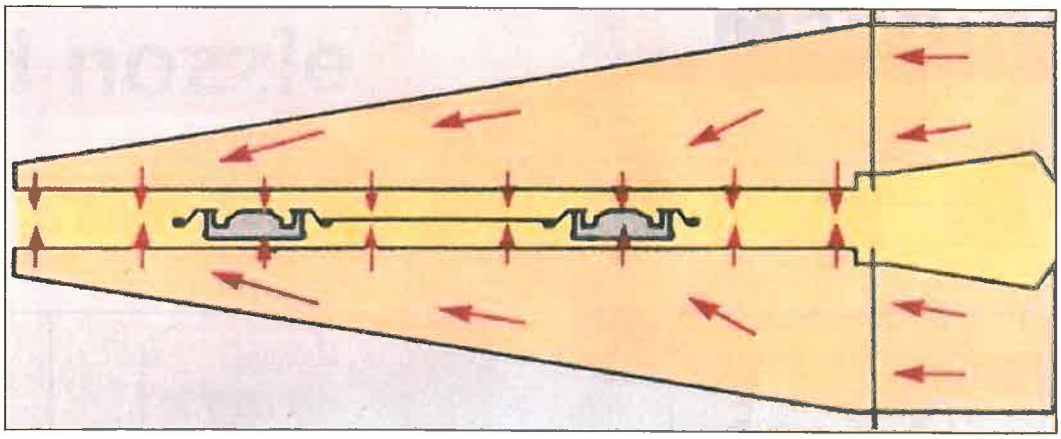
เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี

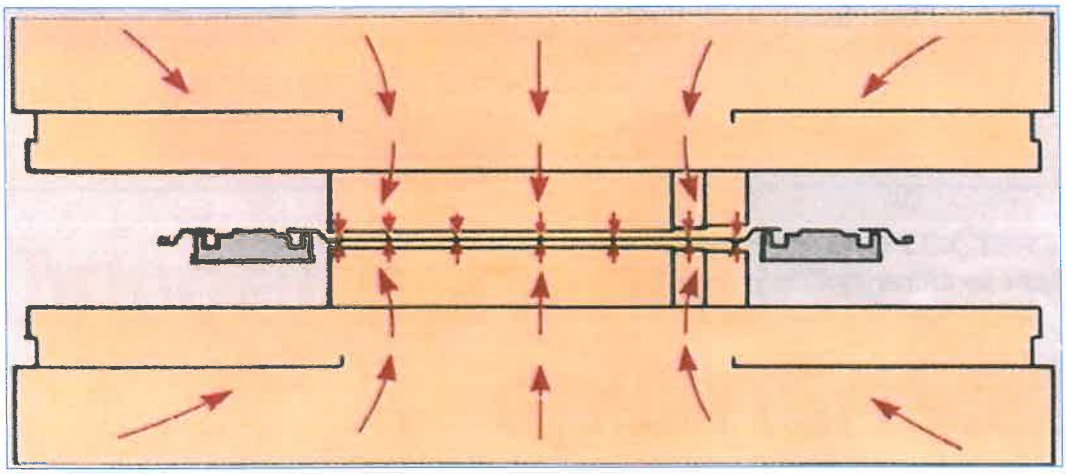
เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง เป็นเครื่องจักรที่ออกแบบมาเป็นกรณีพิเศษ เพื่อประยุกต์ใช้ในโครงการยกระดับคุณภาพสินค้าสิ่งทอด้วยเทคโนโลยีฟอกย้อมตกแต่งสำเร็จ โดยเครื่องจักรนี้ใช้ทำหน้าที่ในกระบวนการอบแห้งผืนผ้าและตกแต่งสำเร็จผืนผ้าด้วยสารเคมีที่จัดมาเป็นการเฉพาะ เพื่อให้ได้ผืนผ้าที่มีคุณภาพหลากหลายตามลักษณะการใช้งานของเสื้อผ้า

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ได้รับการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยอาศัยหลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

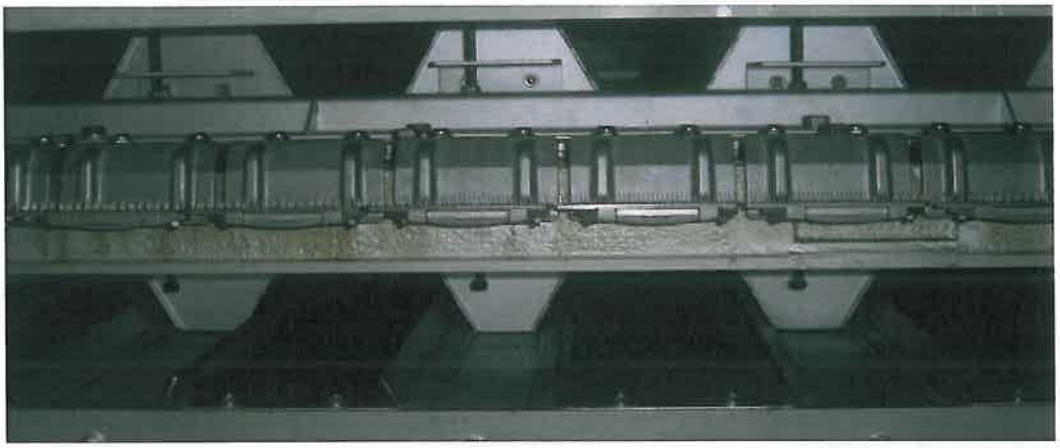
1.1 มี Nozzle เป่าลมร้อนที่สามารถปรับความกว้างได้เท่ากับขนาดของผืนผ้า



รูปที่ 1 แสดง Nozzle ของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบทั่วไป (Conventional Model) ติดตั้งยาวเต็มความกว้างของ Chamber

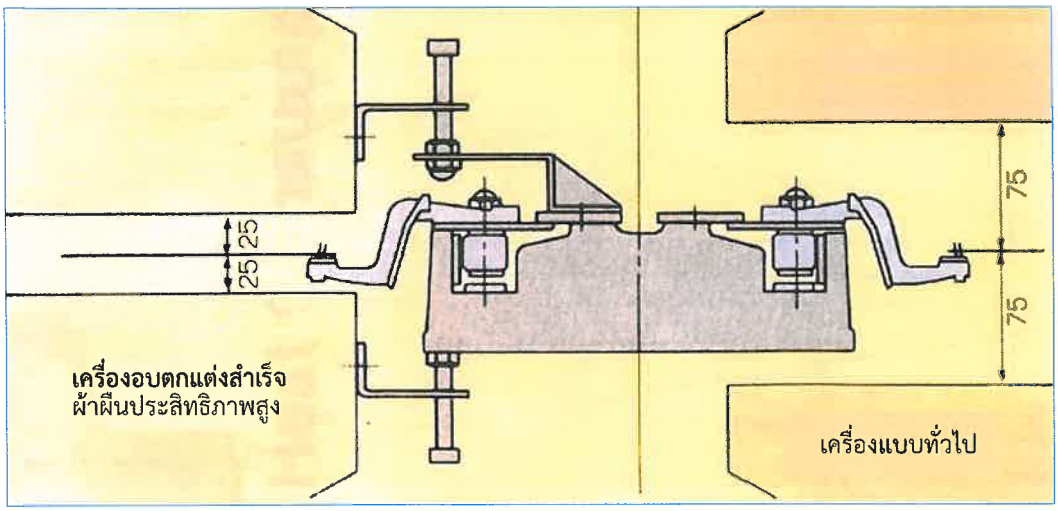


รูปที่ 2 แสดง Nozzle ของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ซึ่งยึดติดกับรางโซ่ และปรับความกว้างได้ตามขนาดผืนผ้า



รูปที่ 3 แสดง Nozzle และรางโซ่ของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

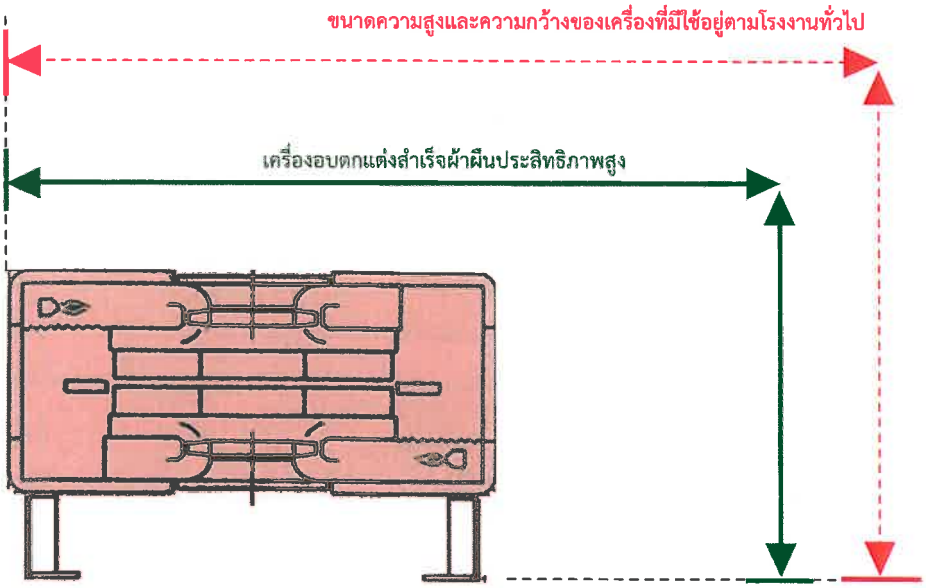
1.2 ลดระยะห่างระหว่างผืนผ้ากับ Nozzle เป่าลมร้อน



รูปที่ 4 แสดงระยะห่างระหว่างผืนผ้ากับ **Nozzle เป่าลมร้อน ของ**เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภา**พสูง** กับเครื่อง**แบบทั่วไป**

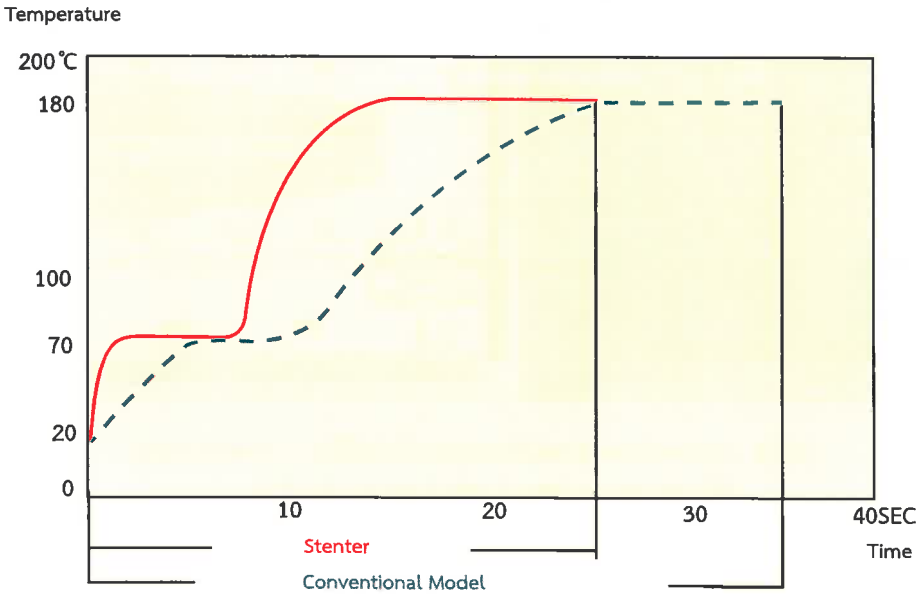
เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีระยะห่างระหว่าง Nozzle กับชิ้นงานที่ 25 มม. ในขณะที่ เครื่องแบบทั่วไป (Conventional Machine) มีระยะห่าง 75 มม. เป็นผลให้ลมร้อนส่งผ่านพลังงานลงบนผืนผ้าได้มากกว่า

1.3 ลดปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในตู้



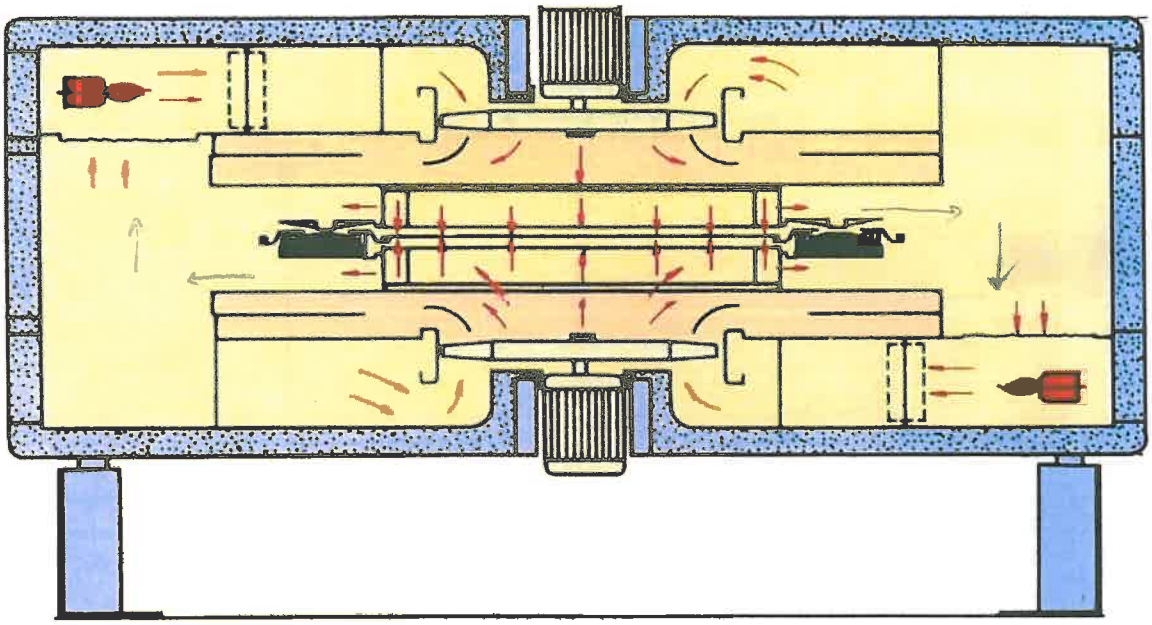
รูปที่ 5 แสดงความสูงและความกว้างของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง เทียบกับเครื่องแบบทั่วไป

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีขนาดกว้างและสูงน้อยกว่าเครื่องแบบทั่วไป (Conventional Machine) จึงมีปริมาตรภายในน้อยกว่า ทำให้อากาศร้อนได้เร็วกว่า จึงสามารถประหยัดพลังงานในการทำความร้อนได้



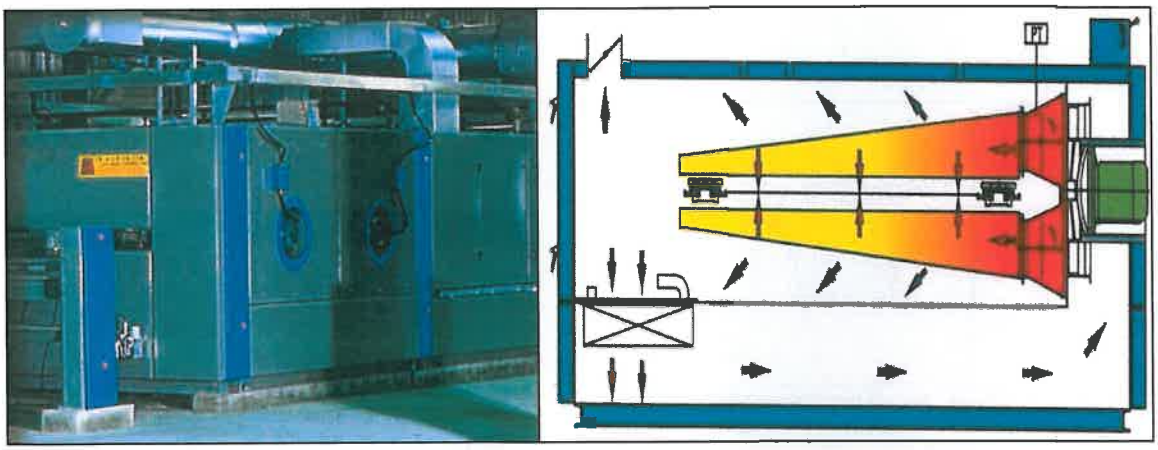
รูปที่ 6 แสดงการเพิ่มอุณหภูมิภายใน Chamber อบภายในตู้เปรียบเทียบระหว่างเครื่องแบบทั่วไป (Conventional Model) และเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง (Stenter)

1.4 เพิ่มอัตราการหมุนเวียนลมร้อนภายใน Chamber



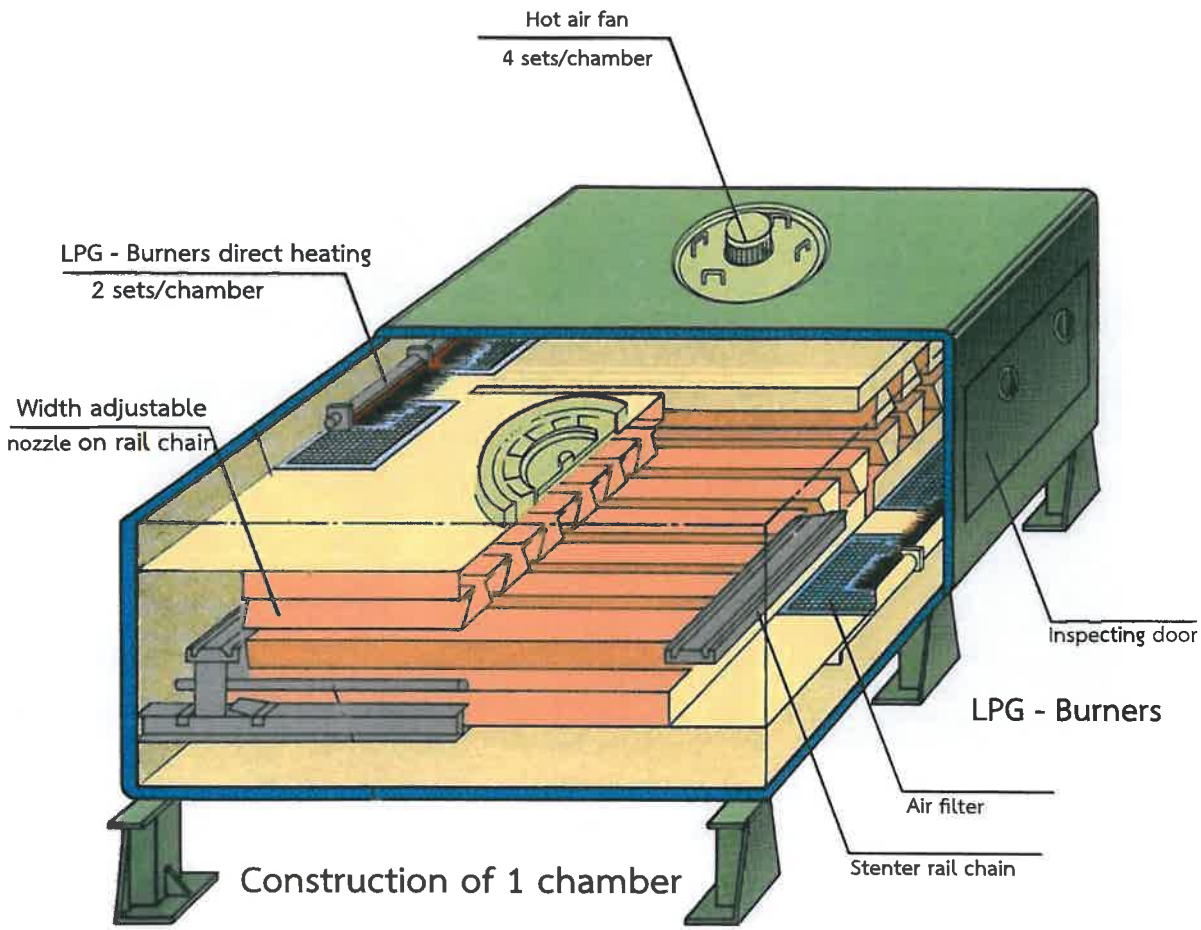
รูปที่ 7 แสดงการไหลเวียนลมร้อนของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

การติดตั้ง Circulating Fans 4 ชุด/Chamber (บน-ล่าง) ทำให้มีอัตราการหมุนเวียนลมร้อนมากกว่าแบบ Conventional ซึ่งมีเพียง 2 ชุด/Chamber (ตามรูปด้านล่าง)



รูปที่ 8 แสดงการไหลเวียนลมร้อนของเทคโนโลยีเดิม (Conventional) ที่มี Circulating Fans 2 ชุด/Chamber ด้านข้าง

1.5 ทำลมร้อนด้วยระบบ LPG-Burner Direct Heating



รูปที่ 9 แสดงรายละเอียดภายใน Chamber

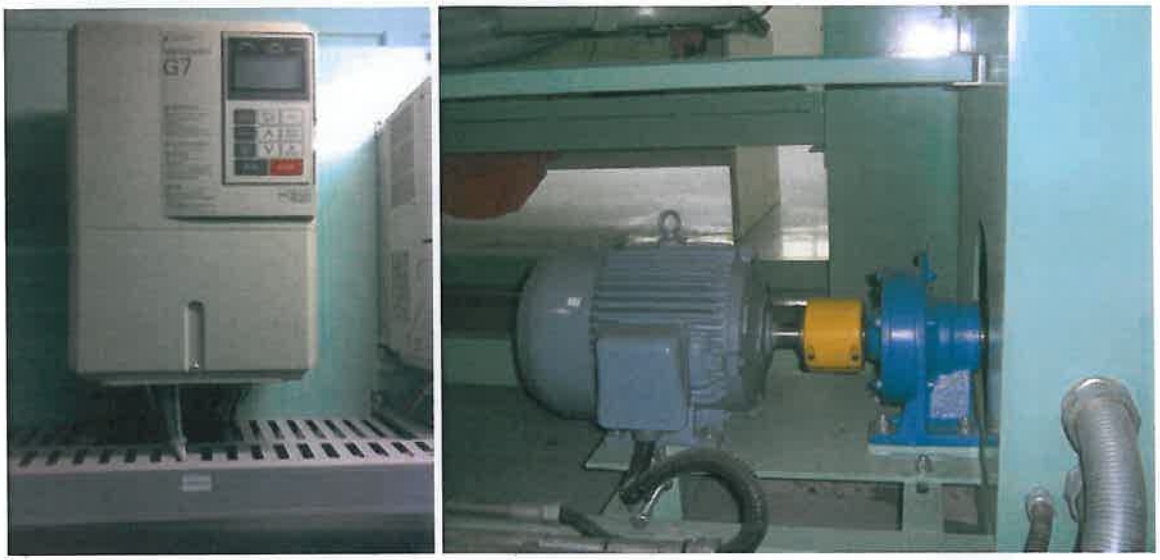
มีการติดตั้ง LPG Burner Direct Heating 2 ชุดต่อ Chamber เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ผืนผ้า ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบเดิมที่เป็นการให้ความร้อนแบบ Indirect Heating ผ่านทางน้ำมันร้อน (Hot Oil)

รูปที่ 10 แสดง LPG Burner ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

1.6 มีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive) สำหรับระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.6.1 ระบบขับเคลื่อนโซ่ (Main Drive Motor)

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงจะมีการควบคุมและปรับความเร็วรอบของผืนผ้าในกระบวนการในช่วง 2-20 เมตรต่อนาที



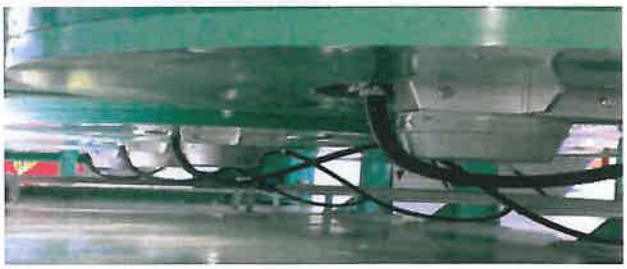
รูปที่ 11 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (Variable Speed Drive – VSD) ภายในเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

1.6.2 ระบบหมุนเวียนอากาศร้อน (Hot Air Circulating Fans)

บริเวณด้านบนและด้านล่างของ Chamber มีการติดตั้งพัดลมหมุนเวียนความร้อน รวม 8 ชุด ซึ่งควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ได้อยู่ในช่วง 400-1,700 rpm เพื่อให้ได้ปริมาตรลมร้อนเหมาะสมกับความหนาบางของผืนผ้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จตลอดความยาว Chamber

Variable Speed Drive

พัดลมหมุนเวียนอากาศด้านบน Chamber

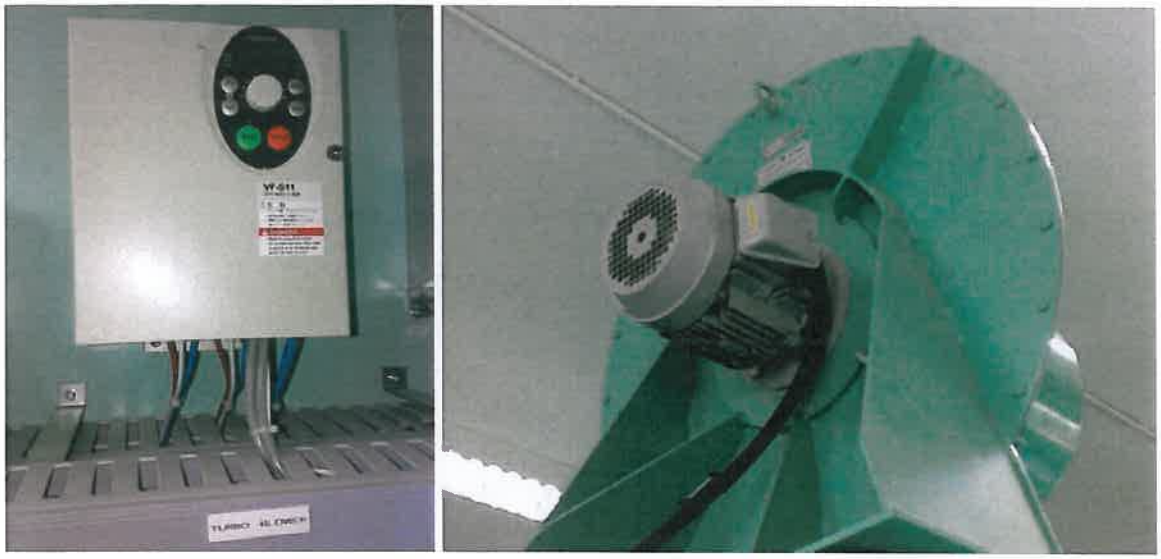


พัดลมหมุนเวียนอากาศด้านล่าง Chamber

รูปที่ 12 แสดงการติดตั้ง VSD เพื่อควบคุมความเร็วรอบของพัดลมหมุนเวียนอากาศด้านบนและด้านล่างของ Chamber

1.6.3 ระบบอากาศอัดแรงดันสูงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของก๊าซ LPG

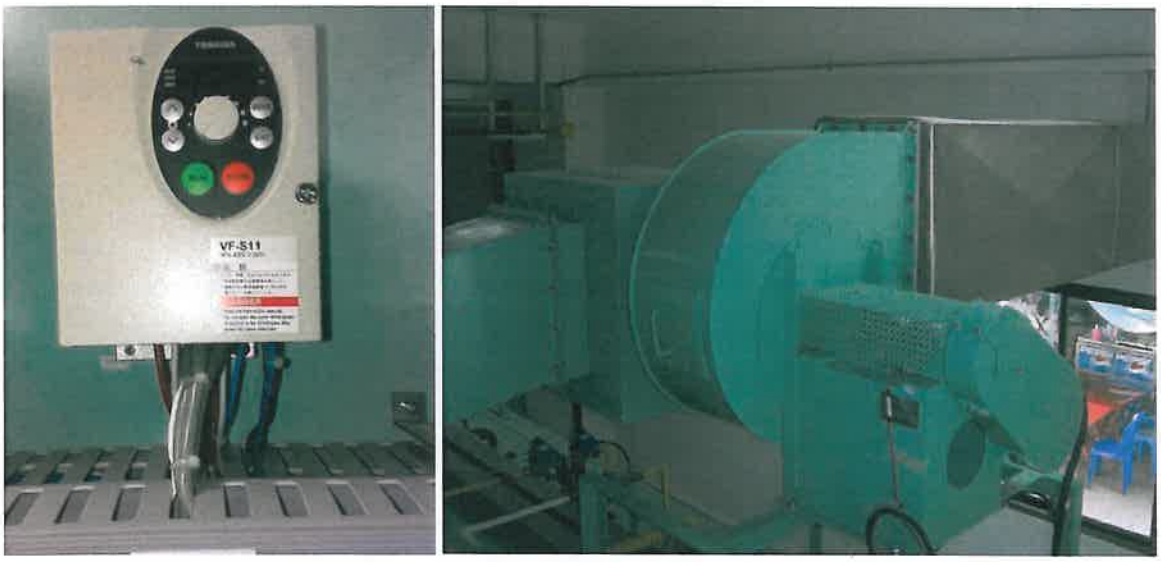
ในระบบเผาไหม้ของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ได้มีการติดตั้งพัดลมอากาศเผาไหม้แรงดันสูงที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ เพื่อให้ LPG เผาไหม้สมบูรณ์ตามอุณหภูมิที่ใช้งานใน Chamber ตั้งแต่ 110-210 องศาเซลเซียส



รูปที่ 13 แสดงการติดตั้ง Variable Speed Drive เพื่อควบคุมการทำงานของพัดลมอากาศเผาไหม้

1.6.4 ระบบดูดความชื้นออก (Humid Air Exhaust Fans)

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ได้มีการติดตั้งพัดลมดูดความชื้นออกจาก Chamber ซึ่งสามารถปรับความเร็วรอบได้ในช่วง 1,000-1,650 rpm เพื่อควบคุมระดับความชื้นใน Chamber และลดการสูญเสียความร้อนได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 14 แสดงการติดตั้ง Variable Speed Drive เพื่อควบคุมการทำงานของพัดลมดูดความชื้น

1.6.5 ระบบลูกกลิ้งโรยผ้า (Plating Down Motor)

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงได้มีการติดตั้ง Variable Speed Drive เพื่อปรับความเร็วรอบลูกกลิ้งดึงผ้าออกจากเข็มรางโซ่ และการโรยผ้าลงบนรถใส่ผ้า ให้เหมาะสมกับการใช้งานและประหยัดพลังงาน

รูปที่ 15 แสดงการติดตั้ง Variable Speed Drive เพื่อควบคุมการทำงานของระบบลูกกลิ้งโรยผ้า

2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง สามารถใช้ทดแทนเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนเดิมแบบทั่วไป (Conventional Machine) ซึ่งใช้วิธีทำความร้อนทางอ้อม (Indirect Heating) จากแหล่งเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ อาทิ ถ่านหิน น้ำมันเตา ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าหัวเผา (Burner) ในการให้ความร้อนแก่หม้อน้ำมันร้อน (Hot Oil Boiler) น้ำมันร้อนที่ได้จะถูกปั๊มส่งมายังเครื่องอบฯ และแลกเปลี่ยนความร้อนกับลมโดยพัดลมหมุนเวียนอากาศ (Circulating Blower) เกิดเป็นลมร้อนให้แก่ผืนผ้า ซึ่งการให้ความร้อนของเทคโนโลยีเดิมในลักษณะ Indirect Heating นี้จะเกิดการสูญเสียและสิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างมาก เนื่องจากประสิทธิภาพในการให้ความร้อนจะลดลงทุกๆ ขั้นตอนจากต้นทางซึ่งเป็นแหล่งความร้อนจนกระทั่งถึงผืนผ้าที่ต้องการอบปลายทาง

3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

เทคโนโลยีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าประมาณ 70-80% และประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 20-40% หรือคิดเป็นผลประหยัดพลังงานรวมประมาณ 40-50 % เทียบกับปริมาณการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิม (Conventional Type) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากผลการศึกษาทดลองปรับปรุงจริงในโรงงานตัวอย่าง* (Company A,B และ NEDO Model Project) ได้ดังต่อไปนี้

*** ที่มา :** "Technical Seminar on Energy and Water Saving in Textile Dyeing and Finishing Industry", 24 ม.ค.2551, โดย สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอและกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ร่วมกับ องค์การพลังงานใหม่และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น (NEDO)

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างเครื่องแบบ Conventional กับเครื่องประสิทธิภาพสูงของโรงงาน Company A และ Company B

รายละเอียด	Company A			Company B		
หัวข้อที่พิจารณาจากการตรวจวัด	เครื่องแบบ Conventional	เครื่องประสิทธิภาพสูง	ร้อยละผลประหยัด	เครื่องแบบ Conventional	เครื่องประสิทธิภาพสูง	ร้อยละผลประหยัด
การใช้พลังงานไฟฟ้า	1,861 MJ/ton	491 MJ/ton	74	2,034 MJ/ton	448 MJ/ton	78
การใช้พลังงานความร้อน						
น้ำมันร้อน	7,231 MJ/ton	-	-	5,397 MJ/ton	-	-
ให้ความร้อนโดยตรงจากเชื้อเพลิงก๊าซ	-	4,196 MJ/ton	42	-	4,109 MJ/ton	24
ผลรวม	**9,092 MJ/ton**	**4,687 MJ/ton**	**48**	**7,431 MJ/ton**	**4,557 MJ/ton**	**39**

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างเครื่องแบบ Conventional กับเครื่องประสิทธิภาพสูงในโครงการ NEDO Model Project

รายละเอียด	NEDO Model Project		
หัวข้อที่พิจารณาจากการตรวจวัด	เครื่องแบบ Conventional	เครื่องประสิทธิภาพสูง	ร้อยละผลประหยัด
การใช้พลังงานไฟฟ้า	3,965 MJ/ton	1,121 MJ/ton	72
การใช้พลังงานความร้อน			
น้ำมันร้อน	8,624 MJ/ton	-	-
ให้ความร้อนโดยตรงจากเชื้อเพลิงก๊าซ	-	5,025 MJ/ton	42
ผลรวม	**12,589 MJ/ton**	**6,146 MJ/ton**	**51**

จากตารางที่ 1 และ 2 จะเห็นได้ว่าเครื่องประสิทธิภาพสูงสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ค่อนข้างมาก ถึงกว่าร้อยละ 70 และประหยัดพลังงานความร้อนได้กว่าร้อยละ 40 โดยเป็นการให้ความร้อนโดยตรงจากเชื้อเพลิงก๊าซเมื่อเทียบกับการให้ความร้อนแบบเดิมที่เป็นทางอ้อมผ่านทางระบบน้ำมันร้อน

4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงในกระบวนการอบให้ความร้อน ดังนั้นจะสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 50% จึงส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม ลดภาวะโลกร้อนจากก๊าซเรือนกระจกได้เป็นอย่างดี

5. การประยุกต์ใช้งาน

สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ได้รับการออกแบบเป็นกรณีพิเศษเพื่อประยุกต์ใช้ในโครงการยกระดับคุณภาพสินค้าสิ่งทอด้วยเทคโนโลยีฟอกย้อมตกแต่งสำเร็จ โดยเหมาะสำหรับใช้ในกระบวนการอบแห้งผืนผ้าทอ ผ้าถัก และตกแต่งสำเร็จผืนผ้าด้วยสารเคมีที่จัดมาเป็นการเฉพาะ เพื่อให้ได้ผืนผ้าที่มีคุณภาพหลากหลายตามลักษณะและการใช้งานของเสื้อผ้าที่ต้องการ โดยสามารถประยุกต์ใช้เพื่อทดแทนเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบทั่วไป (Conventional Type) ซึ่งมีการให้ความร้อนแบบทางอ้อม (Indirect Heating)

ข้อควรพิจารณาประกอบการใช้งานเทคโนโลยี : นอกจากศักยภาพการประหยัดพลังงานที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว เพื่อให้การใช้งานเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น ควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบกับการใช้งานและผลประหยัด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- การควบคุม % Water Pickup ควรทำให้ต่ำที่สุด และเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีแทนเพื่อประหยัดพลังงานในการระเหยน้ำ
- การบำรุงรักษา Burner และ Filter ต้องปฏิบัติอย่างเข้มงวด
- การควบคุมความชื้นใน Chamber ให้เหมาะสมและการควบคุม Moisture Regain บนผืนผ้า ณ จุดที่ผ้าออก จะทำให้การปรับลดอุณหภูมิใน Chamber สุดท้ายได้ระดับหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานได้มากยิ่งขึ้น
- ในเครื่องจักรขนาด Commercial Scale ควรติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการประหยัดพลังงานที่สมบูรณ์ คือ Exhaust Heat Recovery Unit, Chamber Humidity Detector, Fabric Temperature Measurement System และชุดวัดความชื้นบนผืนผ้าก่อนออกจาก Chamber สุดท้าย เนื่องจากหากควบคุมความชื้นบนผืนผ้า ณ จุดที่ผ้าออกจากเครื่องได้เท่ากับ Natural Moisture Regain ของผืนผ้าแต่ละประเภทของเส้นใย จะเพิ่มการประหยัดพลังงานได้มากยิ่งขึ้น

กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

อุตสาหกรรมสิ่งทอ ในกระบวนการฟอกย้อม

6. การลงทุน

ราคาของเทคโนโลยี

ราคาของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงจะขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้งาน ทั้งนี้ สำหรับเครื่องที่เป็นกรณีศึกษาซึ่งติดตั้งใช้งาน ณ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้เงินลงทุนประมาณ 12 ล้านบาท โดยเป็นเครื่องที่ใช้งานที่ความเร็วของผืนผ้าในอัตรา 2-20 เมตรต่อนาที ขนาดกำลังการผลิตของเครื่องจักรประมาณ 0.72 ตันต่อวัน และอุณหภูมิในการอบให้ความร้อนอยู่ในช่วง 100-230 องศาเซลเซียส โดยใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นเชื้อเพลิง

ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

จากข้อมูลกรณีศึกษาในประเทศไทย แสดงผลประหยัดซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 4 ปี

7. กรณีศึกษา
เทคโนโลยีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

ชื่อสถานประกอบการ	:	สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ประเภทอุตสาหกรรม	:	ศูนย์พัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอ
เทคโนโลยีเชิงลึก	:	เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง
เทคโนโลยีเดิม	:	เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบทั่วไป (Conventional Type)
การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเชิงลึก	:	ใช้เพื่อทดแทนเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบทั่วไป (Conventional Type) ซึ่งมีการให้ความร้อนแบบทางอ้อม (Indirect Heating)
คุณภาพที่ต้องการควบคุม	:	อุณหภูมิในการอบ 150 องศาเซลเซียส, Density Ratio = 0.91 และร้อยละการหดตัว น้อยกว่า 10
ระยะเวลาในการติดตั้งเทคโนโลยี	:	6 เดือน
ชนิดของพลังงานที่ประหยัดได้	:	พลังงานความร้อน และพลังงานไฟฟ้า
ผลประหยัดพลังงานรวม	:	23,259,217 เมกะจูลต่อปี
ผลประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวม	:	3,257,128 บาทต่อปี
เงินลงทุน	:	11,998,285 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	:	3.68 ปี

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นสถาบันฯ ในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ เริ่มเปิดดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 ตั้งอยู่ ณ ซอยตรีมิตร ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินงานส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย สำหรับข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการมีดังต่อไปนี้

- ชื่อสถานประกอบการ : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- ชื่อนิติบุคคล : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- ที่ตั้ง : ซอยตรีมิตร ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
- โทรศัพท์ : 0-2713-5492-9
- โทรสาร : 0-2712-4526
- ปีที่เปิดดำเนินการ : 2542
- ประเภท : อุตสาหกรรมสิ่งทอ

7.1 ความเป็นมาและข้อมูลพื้นฐาน

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ เข้าร่วมโครงการสาธิตเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยการใช้เทคโนโลยีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ทดแทนเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิมซึ่งมีการให้ความร้อนแบบ Indirect Heating

7.2 สภาพการดำเนินการก่อนและหลังปรับปรุง

7.2.1 สภาพการดำเนินการก่อนปรับปรุง

ในกระบวนการผลิตผ้าผืนโดยทั่วไป มีการใช้งานเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนในกระบวนการอบแห้งและตกแต่งสำเร็จผ้าผืนด้วยสารเคมีหลังจากการฟอกย้อม เพื่อให้ได้ผืนผ้าที่มีคุณภาพหลากหลายตามลักษณะการใช้งานของเสื้อผ้าประเภทต่างๆ มีความยืดหดในระยะมาตรฐานที่ยอมรับได้และเพื่อให้สารเคมีที่เคลือบผืนผ้ามีความคงทนถาวรรักษาคุณภาพผ้าได้ยาวนานขึ้น

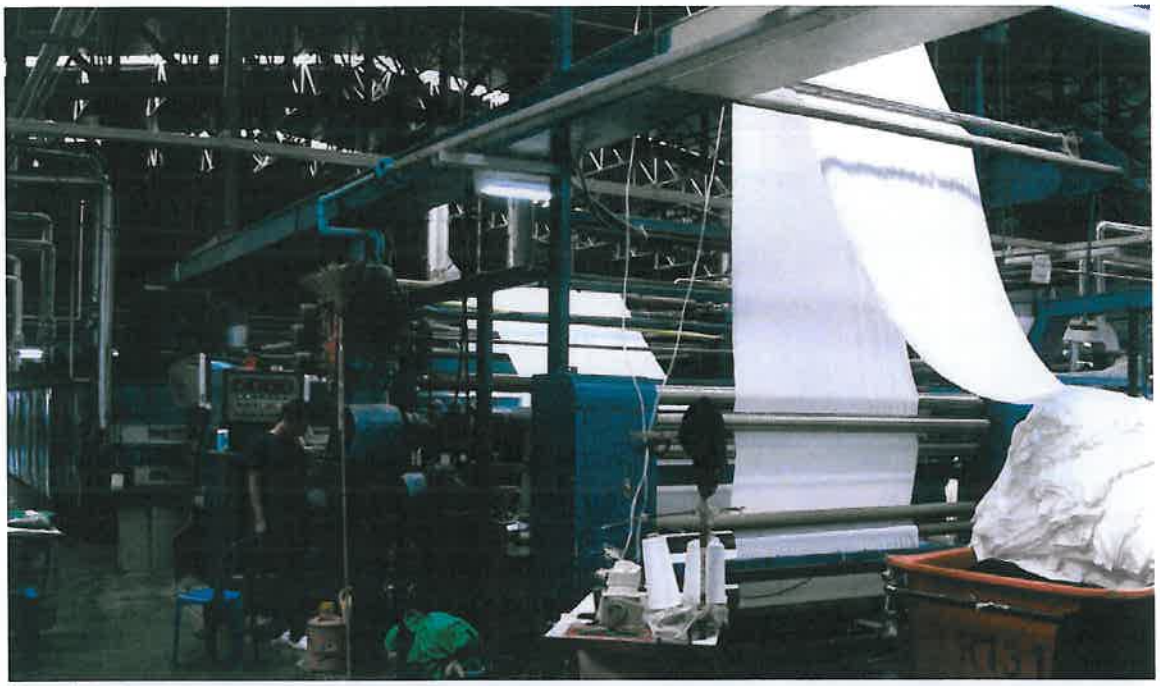
สำหรับการดำเนินโครงการครั้งนี้ เนื่องจาก สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นหน่วยงานซึ่งไม่ได้เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิต จึงไม่มีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิมติดตั้งใช้งานอยู่ในสถาบัน แต่มีความประสงค์ที่จะติดตั้งเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงไว้ในสถาบันฯ เพื่อใช้ในงานวิจัย และเปิดฝึกอบรมให้ความรู้กับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมต่อไป ดังนั้น สถาบันฯ จึงขอความเห็นชอบจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานในการใช้โรงงานอ้างอิงคือ บริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด ซึ่งมีการติดตั้งใช้งานเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิม ในการตรวจวัดและจัดทำค่าฐานการใช้พลังงานสำหรับเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานระหว่างเทคโนโลยีเดิมและเทคโนโลยีใหม่ต่อไป

การให้ความร้อนกับผืนผ้าสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิม (Conventional Type) ของโรงงานบริษัทแปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด จะใช้ระบบน้ำมันร้อน (Hot Oil System) ซึ่งใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่หม้อน้ำมันร้อน (Hot Oil Boiler) เพื่อทำน้ำมันร้อนที่อุณหภูมิสูงประมาณ 200-250 องศาเซลเซียส จ่ายไปตามท่อเข้าไปยัง Chamber ของเครื่องอบฯ และจ่ายความร้อนให้กับผืนผ้า โดยมี พัดลมหมุนเวียนลมร้อนภายใน Chamber ให้ได้อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 150-180 องศาเซลเซียสขึ้นกับประเภทผ้าที่อบ และมีพัดลมดูดลมร้อนที่ผ่านการให้ความร้อนแก่ผืนผ้าปล่อยทิ้งออกสู่ด้านบนหลังคาโรงงาน นอกจากนี้ยังมีพัดลมสำหรับลดอุณหภูมิผ้าให้เย็นตัวที่ด้านท้ายของเครื่องอบฯ ก่อนที่ผ้าจะออกจากกระบวนการอบเป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการ

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิม ในโรงงานอ้างอิง (บริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด) นี้มีการใช้งานทั้งหมด 3 เครื่อง โดยเป็นเครื่องที่มีอายุใช้งานประมาณ 4 ปี 2 เครื่อง (No.1&2) และ เครื่องอายุใช้งานกว่า 16 ปี 1 เครื่อง (No.3) ดังแสดงในรูปที่ 16 ถึง รูปที่ 20

รูปที่ 16 ด้านหน้าเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน เครื่องที่ 1 (ณ โรงงานอ้างอิง-บริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด)

รูปที่ 17 เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน เครื่องที่ 2 (ณ โรงงานอ้างอิง-บริษัท แปซิฟิกฟ้อมย้อม จำกัด)



รูปที่ 18 เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน เครื่องที่ 3 (ณ โรงงานอ้างอิง-บริษัท แปซิฟิกฟ้อมย้อม จำกัด)

รูปที่ 19 แสดงระบบท่อน้ำมันร้อน พัดลมหมุนเวียนอากาศ และ ชุดพัดลมดูดลมร้อนของเครื่องที่ 3

รูปที่ 20 แสดงชุดพัดลมลดอุณหภูมิด้านท้ายของเครื่องที่ 1

สำหรับรายละเอียดเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายใน โรงงานบริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด แสดงได้ ดังนี้

ตารางที่ 3 รายละเอียดเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนของโรงงานบริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด

เครื่องที่	ยี่ห้อ	ปีที่ผลิต	ประเทศผู้ผลิต	รายละเอียดอื่นๆ
1	Tung Yang Machine Industry	2004	ไต้หวัน	(8 Chambers) Circulating Blower 7.5 kW 16 ชุด (ข้างละ 8 ชุด), Exhaust Fan 3.7kW & 5.5kW, Cooling Fan 1.5 kW 4 ชุด, Motor ขับโซ่สายพาน 11kW 2 ชุด (ซ้าย-ขวา)
2	Tung Yang Machine Industry	2004	ไต้หวัน	(8 Chambers) Circulating Blower 7.5 kW 16 ชุด (ข้างละ 8 ชุด), Exhaust Fan 3.7kW & 5.5kW, Cooling Fan 1.5 kW 4 ชุด, Motor ขับโซ่สายพาน 11kW 2 ชุด (ซ้าย-ขวา)
3	Stentex GmbH	1992	เยอรมัน	(7 Chambers) Circulating Blower 7.5 kW 14 ชุด (ติดตั้งด้านบน), Exhaust Fan 3.7kW 2 ชุด, Cooling Fan 7.5 kW 1 ชุด, Motor ขับโซ่สายพาน 11kW 2 ชุด (ซ้าย-ขวา)

7.2.2 ดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง (Baseline Energy Index)

เนื่องจากการใช้พลังงานของเครื่องอบฯ แต่ละเครื่อง ขึ้นอยู่กับประเภทผ้าและปริมาณผ้าตามความต้องการของลูกค้าในแต่ละรอบ ทั้งนี้ผ้าที่ผ่านการอบแล้วจะต้องมีคุณภาพที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ของลูกค้าเป็นกรณีๆ ไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนที่ทำการตรวจวัดเพื่อจัดทำค่าฐาน มีอายุใช้งานและประสิทธิภาพต่างกัน ดังนั้น การใช้พลังงานของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน เพื่อจัดทำค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน จะพิจารณาจาก เครื่องอบฯ เครื่องที่ 1 และ เครื่องที่ 2 ซึ่งเป็นเครื่องที่มีอายุการใช้งานไม่มาก (ประมาณ 4 ปี) โดยมีค่าดัชนีการใช้พลังงานฐาน สรุปได้ดังนี้

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบฯ เครื่องที่ 1 และ 2} = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน}}{\text{น้ำหนักผ้าที่ต้องการอบ}}$$

ดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุงสำหรับ เครื่องที่ 1 และ 2 = 14.28 เมกะจูล/กิโลกรัม

(ดูรายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุงใน ภาคผนวก ก.)

ตารางที่ 4 รายละเอียดการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

รายละเอียด	เชื้อเพลิง		ไฟฟ้า (kWh/ปี)	พลังงานรวม (เมกะจูล/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ปี)
	ถ่านหิน (กก./ปี)	LPG (กก./ปี)			
ปริมาณการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง	1,235,416	-	1,501,614	40,464,552	9,734,545

7.2.3 วิธีการปรับปรุงและรายละเอียดเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่

• แนวทางการปรับปรุง

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงขนาด 2 Chambers ซึ่งใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง เพื่อใช้งานภายในสถาบันฯ โดยมีรายละเอียดเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่แสดงได้ ดังนี้

• รายละเอียดเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

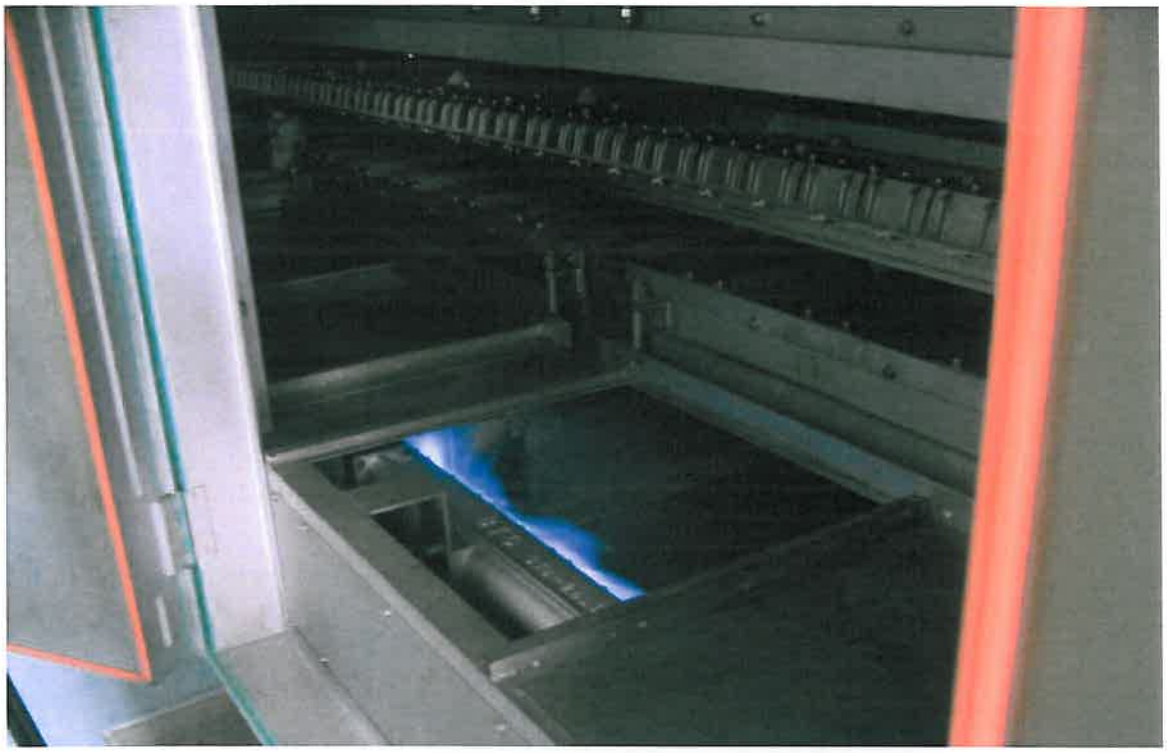
ขนาดกำลังการผลิต	0.72	ตันต่อวัน
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (LPG)	25	กก.ต่อชม. (0.08-0.1 MPa G)
พิกัดการใช้ไฟฟ้า	49	กิโลวัตต์
อัตราการใช้น้ำ	500	ลิตรต่อนาที (0.1-0.15 MPa G)
อัตราการใช้ลมอัด	200	ลิตรต่อนาที (0.5 MPa G)
ความเร็วของเครื่องจักร	2-20	เมตรต่อนาที
Chamber	2	Chambers
Roller Width	2,100	มม.

รูปที่ 21 แสดงเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ที่ติดตั้ง ณ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

รูปที่ 22 แสดงเครื่องมือทดสอบคุณภาพผ้าหลังการอบ

รูปที่ 23 แสดงผ้าก่อนอบ

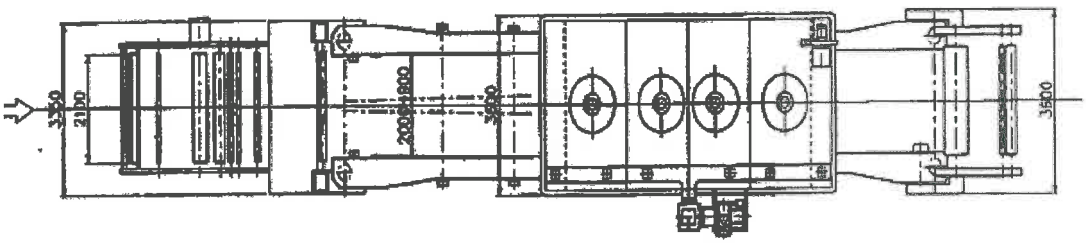
รูปที่ 24 แสดงผ้าหลังอบโดยเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง

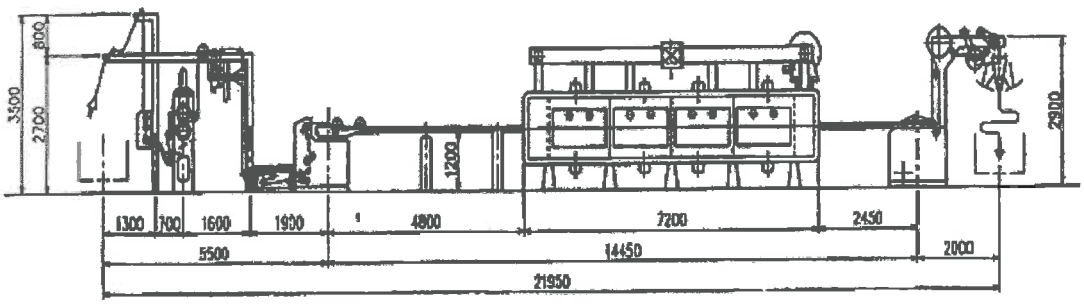


รูปที่ 25 แสดงเปลวเพลิงจากหัว LPG Burner บริเวณภายใน Chamber

- ไดอะแกรมของเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง





• การดำเนินการและติดตั้ง

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ เริ่มดำเนินโครงการจัดหาและติดตั้งเทคโนโลยีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ในเดือน เมษายน 2551 และดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จในเดือนตุลาคม 2551 รวมระยะเวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น 6 เดือน

7.2.4 ดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง (Post Energy Index) และผลประหยัดพลังงานของเทคโนโลยี

เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงซึ่งติดตั้งใช้งาน ณ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครื่องอบฯ และใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวในการให้ความร้อนกับผืนผ้า ทั้งนี้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานสามารถสรุปดัชนีการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงได้ดังนี้

ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง $= \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน}}{\text{น้ำหนักผ้าที่ต้องการอบ}}$

$= \frac{15{,}989.99}{2{,}203.29}$ เมกะจูลต่อกิโลกรัม

= 7.26 เมกะจูลต่อกิโลกรัม

ดัชนีการใช้พลังงานเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง = 7.26 เมกะจูล/กิโลกรัม

(ดูรายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุงใน ภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 5 รายละเอียดการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

รายละเอียด	เชื้อเพลิง		ไฟฟ้า	พลังงานรวม	ค่าใช้จ่ายรวม
	ถ่านหิน (กก./ปี)	LPG (กก./ปี)	(kWh/ปี)	(เมกะจูล/ปี)	(บาท/ปี)
ปริมาณการใช้พลังงานหลังปรับปรุง	-	292,240	316,129	17,205,335	6,477,417

ตารางที่ 6 รายละเอียดผลประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายพลังงาน

รายละเอียด	เชื้อเพลิง		ไฟฟ้า (kWh/ปี)	พลังงานรวม (เมกะจูล/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ปี)	ดัชนีการใช้พลังงาน (เมกะจูล/กิโลกรัม)
	ถ่านหิน (กก./ปี)	LPG (กก./ปี)				
การใช้พลังงานก่อนปรับปรุง	1,235,416	-	1,501,614	40,464,552	9,734,545	14.28
การใช้พลังงานหลังปรับปรุง	-	292,240	316,129	17,205,335	6,477,417	7.26
ผลประหยัด	1,235,416	-292,240	1,185,485	23,259,217	3,257,128	7.02

• ผลประหยัดพลังงานของเทคโนโลยี

ดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง = 14.28 เมกะจูลต่อกิโลกรัม
ดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง = 7.26 เมกะจูลต่อกิโลกรัม

คิดเป็นร้อยละผลประหยัดพลังงานของเทคโนโลยีเท่ากับ

$$= \frac{(\text{ดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง} - \text{ดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง})}{\text{ดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง}} \times 100$$

$$= \frac{(14.28 - 7.26)}{14.28} \times 100$$

$$= 49.15\ \%$$

หมายเหตุ : การใช้พลังงานก่อนและหลังปรับปรุง ใช้อัตราค่าพลังงานดังต่อไปนี้

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	3.85	บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
ค่า LPG เฉลี่ยต่อหน่วย	18	บาทต่อกิโลกรัม
ค่าถ่านหิน (นำเข้า) เฉลี่ยต่อหน่วย	3.20	บาทต่อกิโลกรัม

• ผลการคำนวณระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้น	11,998,285	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	3,257,128	บาท/ปี
คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน	3.68	ปี

ข้อมูลเทคโนโลยี (ข้อมูลด้านเทคนิค)

Type	:	High efficiency hot air circulating system, horizontal return pin chain type
Chamber	:	2 Chamber (Approx. 3,000 mm x 2 sections)
Roller Width	:	2,100 mm.
Tenter Length	:	Approx. 14,450 mm. (distance of the centre of sprocket wheels of rear and front side)
Chamber length	:	Approx. 7,200 mm.
Temperature	:	Up to 230 deg.C (Max)
Heat Source	:	Gas Combustion direct Heating System
Machine Speed	:	1-20 m/min.
Capacity	:	Kind of fabric : Woven and Knitted fabrics Weight of fabric : Max. 600 g/m^2

Utility Supply :

Electricity	380 V 50 Hz	Approx. 49 kWh
Water	0.1 ~ 0.15 MPa G	Approx. 500 L/min
Air	0.5 Mpa G	Apporx. 200 L/min
LPG	0.08 ~ 0.1 MPa G	Approx. 25 kg/hr.

ภาคผนวก ก
รายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง

ผลการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

- ข้อมูลด้านการผลิต (ที่ชั่วโมงการทำงาน 24 ชั่วโมง)
  ปริมาณผ้าที่อบ 14.2 ตันต่อวัน (เฉลี่ยจากเครื่องอบฯ ทั้ง 3 เครื่อง ก.พ.51-ส.ค.51)
- ข้อมูลด้านการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน
  ปริมาณการใช้ถ่านหิน 7,669 กิโลกรัมต่อวัน (เฉลี่ยจากการใช้หม้อน้ำมันร้อน ก.พ.51-ส.ค.51)
- ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องอบฯ 3 เครื่อง และ ระบบน้ำมันร้อน
  ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม 5,087 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (ประเมินจากค่าตรวจวัดเฉลี่ยรวม 211.96 กิโลวัตต์)

ดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption)

เนื่องจากการใช้พลังงานของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแต่ละเครื่อง ขึ้นอยู่กับประเภทผ้าและปริมาณผ้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้าในแต่ละรอบ ทั้งนี้ผ้าที่ผ่านการอบแล้วจะต้องมีคุณภาพที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ของลูกค้าเป็นกรณีๆ ไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน ที่ทำการตรวจวัดเพื่อจัดทำค่าฐาน มีอายุใช้งานและประสิทธิภาพต่างกัน ดังนั้น การใช้พลังงานของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน จะสามารถเทียบได้จากค่าดัชนีการใช้พลังงาน ดังต่อไปนี้

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน เครื่องที่ 1 และ 2} = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงานรวมของทั้งสองเครื่อง}}{\text{น้ำหนักผ้าที่ผ่านการอบรวมของทั้งสองเครื่อง}}$$

ข้อมูลจากช่วงเวลา 11:00 – 14:30 น. ซึ่งเดินเครื่องที่ 1 และ 2 เท่านั้น

กำหนดตัวแปรเพื่อใช้คำนวณพลังงานฐาน (Energy Baseline)

ตัวแปร	:	E_S
หน่วย	:	เมกะจูล (MJ)
คำจำกัดความ	:	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน (เครื่องอบฯ) เครื่องที่ 1 และ 2 (ไม่รวมชุดเครื่องรีดและจัดผ้าก่อนเข้าเครื่องอบฯ)
แหล่งของข้อมูล	:	จากการตรวจวัดต่อเนื่องโดย Power Logger Meter ที่เครื่องอบฯ แต่ละเครื่อง
ค่าที่ใช้	:	3,041.56
เงื่อนไขของการเลือก	:	สอดคล้องกับปริมาณการอบผ้าใน 8 ชั่วโมง
ข้อเสนอแนะ	:	บันทึกตามประเภทผ้า และน้ำหนักผ้าที่ได้ในการอบแต่ละรอบ

ตัวแปร	:	E_H
หน่วย	:	เมกะจูล (MJ)
คำจำกัดความ	:	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของระบบ Hot Oil Boiler
แหล่งของข้อมูล	:	จากการตรวจวัดต่อเนื่องโดย Power Logger Meter ที่ตู้เมนไฟฟ้าของระบบ Hot Oil
ค่าที่ใช้	:	1,940.24
เงื่อนไขของการเลือก	:	สอดคล้องกับปริมาณการอบผ้าใน 8 ชั่วโมง
ข้อเสนอแนะ	:	บันทึกตามประเภทผ้า และน้ำหนักผ้าที่ได้ในการอบแต่ละรอบ

ตัวแปร	:	E_B
หน่วย	:	เมกะจูล (MJ)
คำจำกัดความ	:	พลังงานความร้อนที่ใช้ของระบบ Hot Oil Boiler
แหล่งของข้อมูล	:	จากมิเตอร์ตรวจวัดปริมาณถ่านหินซึ่งเป็นเชื้อเพลิงสำหรับ Hot Oil Boiler
ค่าที่ใช้	:	25,862.69
เงื่อนไขของการเลือก	:	สอดคล้องกับปริมาณการอบผ้าใน 8 ชั่วโมง
ข้อเสนอแนะ	:	บันทึกตามประเภทผ้า และน้ำหนักผ้าที่ได้ในการอบแต่ละรอบ

ตัวแปร	:	Prod
หน่วย	:	กิโลกรัม (kg)
คำจำกัดความ	:	ปริมาณผ้าที่ได้ในการอบรวมของเครื่องอบฯ เครื่องที่ 1 และ 2
แหล่งของข้อมูล	:	จากการตรวจวัดและคำนวณโดยเจ้าหน้าที่ของโรงงานที่เครื่องอบฯ แต่ละเครื่อง
ค่าที่ใช้	:	2,159.11
เงื่อนไขของการเลือก	:	สอดคล้องกับปริมาณการอบผ้าใน 8 ชั่วโมง
ข้อเสนอแนะ	:	บันทึกตามประเภทผ้า และน้ำหนักผ้าที่ได้ในการอบแต่ละรอบ

ดังนั้น ดัชนีการใช้พลังงานฐาน = $(E_S + E_H + E_B) / (Prod)$

= (3,041.56 + 1,940.24 + 25,862.69) / 2,159.11

= 14.28 เมกะจูล/กิโลกรัม

ดังนั้น ดัชนีการใช้พลังงานฐานรวมสำหรับ เครื่องที่ 1&2 = 14.28 เมกะจูล/กิโลกรัม

หมายเหตุ : ค่าดัชนีการใช้พลังงานฐานข้างต้น ได้จากการวิเคราะห์ที่เงื่อนไขสภาวะตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

- น้ำหนักผ้าที่อบสำเร็จรวม 2,159.11 กิโลกรัม
- ประเภทผ้าที่อบ คือ ผ้า Cotton น้ำหนักรวม = 1,002.48 kg
  และ ผ้าผสม (TC) น้ำหนักรวม = 1,156.63 kg
- ความหนาแน่นผ้า หน้ากว้างของผ้า และอุณหภูมิในการอบในช่วงเวลา 11:00-14:30 น. ของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืน ที่ 1 และ 2

(ประเภทผ้า คุณภาพผ้า ก่อนอบ และหลังอบยึดตามข้อมูลจากการทดสอบโดยโรงงาน บริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด)

• ผลการคำนวณการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง

การใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง (Baseline Energy Consumption)

• ข้อมูลด้านการใช้พลังงานและผลผลิตของเครื่องจักรอุปกรณ์เดิม จากรายงานการใช้พลังงานก่อนปรับปรุงของโรงงานอ้างอิง บริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด

- ข้อมูลด้านการผลิต

ปริมาณผ้าที่อบ	=	14.2	ตันต่อวัน (24ชั่วโมง)
	=	0.59	ตันต่อชั่วโมง

(ข้อมูลจากเครื่องอบฯ ทั้ง 3 เครื่อง ก.พ.51-ส.ค.51)

- ข้อมูลด้านการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน สำหรับ Hot Oil Boiler

ปริมาณการใช้ถ่านหิน	=	12.00	MJต่อกิโลกรัมผ้า (คิดเป็นสัดส่วน84%)

- ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องอบฯ และ Hot Oil Boiler

ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม	=	2.28	MJต่อกิโลกรัมผ้า (คิดเป็นสัดส่วน16%)

จากข้อมูลข้างต้น สามารถคำนวณการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง (Baseline Energy Consumption) ได้ดังต่อไปนี้

จำนวนชั่วโมงใช้งาน	=	4,018.60	ชั่วโมงต่อปี

(ข้อมูลจากรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ฯ ของโครงการฯ)

คิดเป็นปริมาณผ้าที่อบ	=	0.59 x 4,018.60	ตันต่อปี
	=	2,370.97	ตันต่อปี

การใช้พลังงานความร้อนจากถ่านหิน สำหรับ Hot Oil Boiler

	=	12.00 x 2,370,970	
	=	28,451,640	MJต่อปี
	=	28,451,640 MJ/ปี / 23.03 MJ/kg	
	=	1,235,416	กิโลกรัมต่อปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน	=	1,235,416 กก./ปี x 3.20	บาท/กก.
	=	3,953,331	บาทต่อปี

การใช้พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอบฯ และระบบไฟฟ้าของ Hot Oil Boiler

	=	2.28 x 2,370,970	MJต่อปี
	=	5,405,810	MJต่อปี
	=	5,405,810 MJ/ปี / 3.6 MJ/kWh	
	=	1,501,614	กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า	=	1,501,614 kWh/ปี x 3.85	บาท/kWh
	=	5,781,214	บาทต่อปี

ทั้งนี้ สามารถสรุปผลการคำนวณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก่อนปรับปรุงได้ตามรายละเอียดแสดงในตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 7 สรุปผลการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง

รายละเอียด	เชื้อเพลิง (กิโลกรัม/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี)	พลังงานที่ใช้ต่อปี (เมกะจูล/ปี)
ปริมาณการใช้ถ่านหิน สำหรับ Hot Oil	1,235,416	-	28,451,640
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ในระบบทั้งหมด	-	1,501,614	5,405,810
รวมปริมาณการใช้พลังงาน	**1,235,416**	**1,501,614**	**33,857,450**

การใช้พลังงานขั้นต้นก่อนปรับปรุง

พลังงานไฟฟ้าขั้นสุดท้ายที่ใช้ก่อนปรับปรุง	=	5,405,810	เมกะจูล/ปี
คิดเป็นพลังงานขั้นต้น	=	5,405,810/0.45	เมกะจูล/ปี
	=	12,012,912	เมกะจูล/ปี
พลังงานความร้อน	=	28,451,640	เมกะจูล/ปี
รวมการใช้พลังงานขั้นต้นก่อนปรับปรุง	=	40,464,552	เมกะจูล/ปี

ตารางที่ 8 สรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก่อนปรับปรุง

รายละเอียด	เชื้อเพลิง (บาท/ปี)	ไฟฟ้า (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายพลังงาน (บาท/ปี)
ปริมาณการใช้ถ่านหิน สำหรับ Hot Oil	3,953,331	-	3,953,331
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ในระบบทั้งหมด	-	5,781,214	5,781,214
รวมปริมาณการใช้พลังงาน	**3,953,331**	**5,781,214**	**9,734,545**

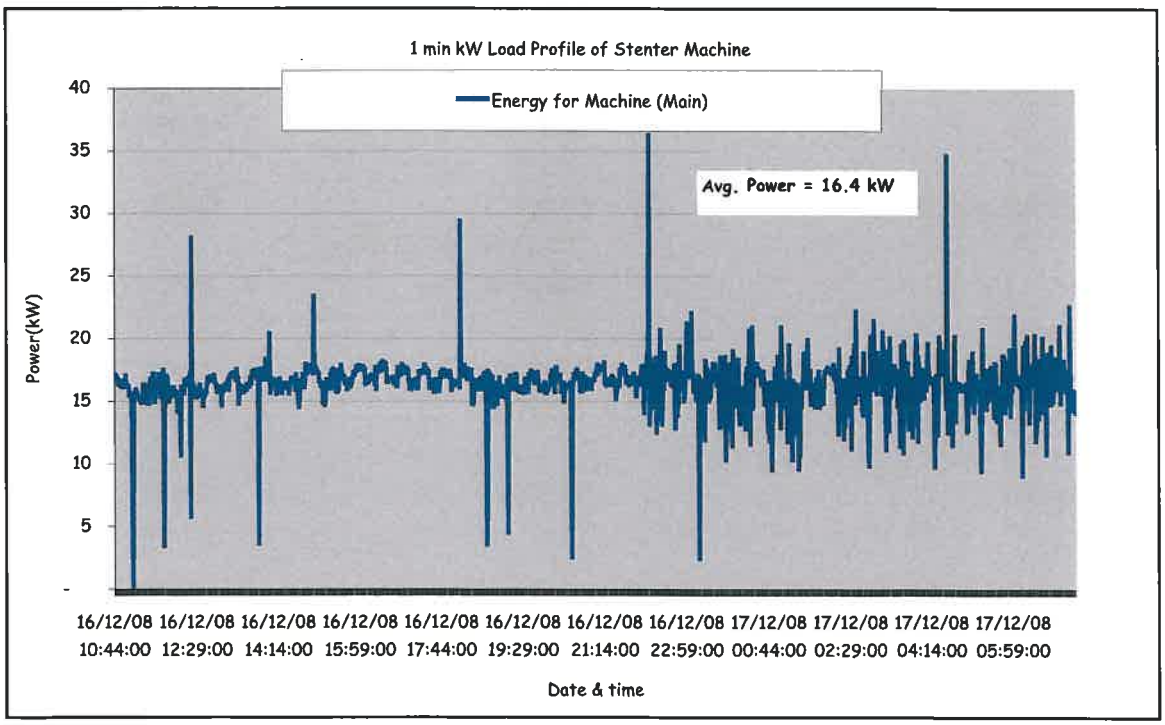
ภาคผนวก ข
รายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

ผลการตรวจวัดการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	=	293.66	กิโลวัตต์ชั่วโมง
	=	1,057.16	เมกะจูล
คิดเป็นพลังงานขั้นต้น	=	2,349.24	เมกะจูล
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (LPG)	=	271.62	กิโลกรัม
	=	13,640.75	เมกะจูล
ปริมาณพลังงานรวมที่ใช้	=	15,989.99	เมกะจูล

ตารางที่ 9 ข้อมูลตรวจวัดทางไฟฟ้าระหว่าง วันที่ 16 ธันวาคม 2551 (10:44 น.) - 17 ธันวาคม 2551 (07:20 น.)

แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (V)	กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (PF)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
402.12	34.85	0.68	16.40	293.66



ตารางที่ 10 ข้อมูลตรวจวัดการใช้เชื้อเพลิงระหว่าง วันที่ 16 ธันวาคม 2551 (10:44 น.) - 17 ธันวาคม 2551 (07:20 น.)

ปริมาณ LPG (m^3)	ปริมาณ LPG (kg)	หมายเหตุ
82.81	271.62	1 m^3 = 3.28 kg (จากตัวแทนจำหน่ายเครื่องมือวัด LPG)

ตารางที่ 11 ตัวแปรควบคุมการใช้พลังงาน

ตัวแปรควบคุมการใช้พลังงาน	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ประเภทผ้าที่ใช้อบ	ผ้า Cotton, ผ้าผสม (T/C)	ผ้า Cotton, ผ้าผสม (T/C)
น้ำหนักผ้าที่อบรวม (kg) - ผ้า Cotton (kg) - ผ้า ผสม T/C (kg)	2,159.11 1,002.48 1,156.63	2,203.29 1,005.85 1,197.44
อุณหภูมิในการอบ (องศาเซลเซียส)	150	150
Density Ratio เฉลี่ย	0.91	0.91
ร้อยละการหดตัว	<10	<10

การคำนวณดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

จากข้อมูลข้างต้นจะได้ว่า

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	=	293.66	กิโลวัตต์ชั่วโมง
	=	293.66 kWh x 3.6 MJ/kWh	เมกะจูล
	=	1,057.16	เมกะจูล
คิดเป็นพลังงานขั้นต้น	=	1,057.16 / 0.45	เมกะจูล
	=	2,349.24	เมกะจูล
ปริมาณพลังงานความร้อนที่ใช้ (LPG)	=	271.62	กิโลกรัม
	=	271.62 kg x 50.22 MJ/kg	
	=	13,640.75	เมกะจูล
ปริมาณพลังงานรวมที่ใช้	=	2,349.24 + 13,640.75	เมกะจูล
	=	15,989.99	เมกะจูล
น้ำหนักผ้ารวม	=	2,203.29	กิโลกรัม

ดังนั้น

ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง = $\frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน}}{\text{น้ำหนักผ้าที่ต้องการอบ}}$

= $\frac{15,989.99}{2,203.29}$

= 7.26 เมกะจูลต่อกิโลกรัม

ดัชนีการใช้พลังงานเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง = 7.26 เมกะจูล/กิโลกรัม

หมายเหตุ : ค่าดัชนีการใช้พลังงานข้างต้น ได้จากการวิเคราะห์ที่เงื่อนไขสภาวะตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

- น้ำหนักผ้าที่อบสำเร็จรวม 2,203.29 กิโลกรัม
- ประเภทผ้าที่อบ คือ ผ้า Cotton น้ำหนักรวม = 1,005.85 กิโลกรัม
  และ ผ้าผสม (TC) น้ำหนักรวม = 1,197.44 กิโลกรัม
- ความหนาแน่นผ้า ร้อยละการหดตัวของผ้า และอุณหภูมิในการอบผ้าตามตารางตัวแปรควบคุมการใช้พลังงาน

(ประเภทผ้า คุณภาพผ้า ก่อนอบ และหลังอบยึดตามข้อมูลจากการทดสอบโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเทียบเท่าชิ้นงานในระหว่างการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง ณ โรงงานบริษัท แปซิฟิกฟอกย้อม จำกัด)

ผลการคำนวณการใช้พลังงานหลังปรับปรุง (Post Energy Consumption)

- **ข้อมู**ลด้านการใช้พลังงานและผลผลิต**ของเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่**
  (ติดตั้ง ณ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ)

- ข้อมูลด้านการผลิต

ปริมาณผ้าที่อบ	=	2,203.29	กิโลกรัม (20 ชั่วโมง)
	=	110.16	กิโลกรัมต่อชั่วโมง
	=	0.110	ตันต่อชั่วโมง

- ข้อมูลด้านการใช้เชื้อเพลิง LPG สำหรับ LPG Burner

ปริมาณการใช้ LPG	=	6.19	เมกะจูลต่อกิโลกรัมผ้า (คิดเป็นสัดส่วน 93%)

- ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องอบฯ

ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม	=	0.48	เมกะจูลต่อกิโลกรัมผ้า (คิดเป็นสัดส่วน 7%)

จากข้อมูลข้างต้น สามารถนำมาคิดเป็นการใช้พลังงานหลังปรับปรุง (Post Energy Consumption) ได้ดังต่อไปนี้

ปริมาณผ้าที่อบ = 2,370.97 ตันต่อปี
(จากการใช้พลังงานฐานก่อนปรับปรุง)

คิดเป็นจำนวนชั่วโมงการทำงาน = 2,370.97 ตัน / 0.110 ตันต่อชม.
= 21,554 ชั่วโมง
(เนื่องจากเครื่องประสิทธิภาพสูงชุดใหม่นี้ มีกำลังการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องเทคโนโลยีเดิมค่อนข้างมาก)

การใช้พลังงานความร้อนจาก LPG สำหรับ LPG Burner
= 6.19 x 2,370,970 เมกะจูลต่อปี
= 14,676,304.3 เมกะจูลต่อปี
= 14,676,304.3 MJ/ปี / 50.22 MJ/kg
= 292,240 กิโลกรัมต่อปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน = 292,240 กก./ปี x 18 บาท/กก.
= 5,260,320 บาทต่อปี

การใช้พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอบฯ = 0.48 x 2,370,970 เมกะจูลต่อปี
= 1,138,065.60 เมกะจูลต่อปี
= 1,138,065.60 MJ/ปี / 3.6 MJ/kWh
= 316,129 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า = 316,129 kWh/ปี x 3.85 บาท/kWh
= 1,217,097 บาทต่อปี

ทั้งนี้ สามารถสรุปผลการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานหลังปรับปรุงได้ตามรายละเอียดแสดงในตารางที่ 12 และ ตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 12 ตารางผลการคำนวณการใช้พลังงานหลังปรับปรุง

รายละเอียด	เชื้อเพลิง (กิโลกรัม/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี)	พลังงานที่ใช้ต่อปี (เมกะจูล/ปี)
ปริมาณการใช้ LPG สำหรับ LPG Burner	292,240	-	14,676,304
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบทั้งหมด	-	316,129	1,138,064
รวมปริมาณการใช้พลังงาน	**292,240**	**316,129**	**15,814,368**

การใช้พลังงานขั้นต้นหลังปรับปรุง

พลังงานไฟฟ้าขั้นสุดท้ายที่ใช้หลังปรับปรุง	=	1,138,064	เมกะจูล/ปี
คิดเป็นพลังงานขั้นต้น	=	1,138,064/0.45	เมกะจูล/ปี
	=	2,529,031	เมกะจูล/ปี
พลังงานความร้อน	=	14,676,304	เมกะจูล/ปี
รวมการใช้พลังงานขั้นต้นหลังปรับปรุง	=	17,205,335	เมกะจูล/ปี

ตารางที่ 13 ตารางผลการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานหลังปรับปรุง

รายละเอียด	เชื้อเพลิง (บาท/ปี)	ไฟฟ้า (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายพลังงาน (บาท/ปี)
ปริมาณการใช้LPG สำหรับ LPG Burner	5,260,320	-	5,260,320
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบทั้งหมด	-	1,217,097	1,217,097
รวมปริมาณการใช้พลังงาน	**5,260,320**	**1,217,097**	**6,477,417**

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

1. “Technical Seminar on Energy and Water Saving in Textile Dyeing and Finishing Industry”, 24 ม.ค.2551, โดย สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอและกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ร่วมกับ องค์การพลังงานใหม่และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น (NEDO)

ดำเนินโครงการโดย

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

17 ถนนพระราม 1 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0-2223-0021-9, 0-2222-4102-9

โทรสาร 0-2226-3943

www.dede.go.th

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน