การศึกษาดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

นายพงศ์ปิติ เดชะศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

A STUDY OF ENERGY-RELATED CARBON INTENSITY OF TEXTILE INDUSTRY IN THAILAND

Mr. Phongpiti Dechasiri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Mater of Science Program in Environmental Science
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย
โดย	นายพงศ์ปิติ เดชะศิริ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.อัจฉริยา สุริยะวงค์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.อัจฉริยา สุริยะวงค์)

…… อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.ชัยวัฒน์ มั่นเจริญ)

พงศ์ปิติ เดชะศิริ : การศึกษาดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย (A STUDY OF ENERGY-RELATED CARBON INTENSITY OF TEXTILE INDUSTRY IN THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.อัจฉริยา สุริยะวงค์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ดร.วิรินทร์ หวังจิรนิรันดร์, 84 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาดัชนีคาร์บอนและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานตลอดจนจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีคาร์บอน บนพื้นฐานมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2548 และบนพื้นฐานปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยปี พ.ศ. 2550 มีค่าเท่ากับ 0.31 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเหรียญสหรัฐฯ และ 1.79 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีคาร์บอน บนพื้นฐานปริมาณการผลิตของโรงงานควบคุม พบว่าค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมกลุ่มทอผ้าสูงที่สุดเท่ากับ 4.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ กลุ่มตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ ปั่นด้าย ผลิตเครื่องนุ่งห่ม และผลิตเส้นใยสังเคราะห์ เท่ากับ 3.61, 2.89, 2.84 และ 1.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ตามลำดับ การจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2553-2573 กรณีพื้นฐานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 5.10 เพิ่มเป็น 11.72 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 33 ต่อปี และคิดเป็นค่าดัชนีคาร์บอน 21.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อล้านบาท ส่วนภาพเหตุการณ์ทางเลือกกรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีและกรณีสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเป็นก๊าซธรรมชาติ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 6.34 และ 0.97 ตามลำดับ โดยมอเตอร์ไฟฟ้า คอมเพรสเซอร์ และหม้อต้มน้ำเป็นอุปกรณ์ที่มีศักยภาพคิดเป็นร้อยละ 62.6, 30.6 และ 6.8 ของศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกตามลำดับ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

5287209920: MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORDS: Greenhouse gas / Carbon intensity / Machine efficiency / Energy / Textile industry.

PHONGPITI DECHASIRI: A STUDY OF ENERGY-RELATED CARBON INTENSITY OF TEXTILE INDUSTRY IN THAILAND. ADVISOR: ACHARIYA SURIYAWONG, Ph.D., CO-ADVISOR: WEERIN WANGJIRANIRAN, Ph.D., 84 pp.

This study investigated Carbon Intensity (CI) and the GHG mitigation potential for Thailand textile industries. The results showed that the CI based on value-added constant price 2005 and CI based on physical product 2007 of Thailand textile industries are 0.31 kgCO_2eq/USD and 1.79 tCO_2eq/ton products, respectively. The CI based on physical product of designated factories was found that the CI of weaving industries is highest (4.71 tCO_2eq/ton products), following by finishing, yarn, clothing and fiber (3.61, 2.89, 2.84 and 1.39 tCO_2eq/ton products, respectively).The future scenarios of GHG emission study in 2010 to 2030. Baseline scenario is increasing from 5.10 to 11.72 Million tCO_2eq (33% per year) or 21.42 tCO_2eq/ Milliion THB. The alternative scenario that new installation of high efficient equipment, replacing and fuel switching showed the GHG mitigate as 6.34 and 0.97%, respectively. The improvement of motor, compresser and boiler efficiency has gained the GHG mitigation potential as 62.6, 30.6 and 6.8% of the GHG mitigation potential, respectively.

Field of Study : Environmental Science Student's Signature .....
Academic Year : 2012 Advisor's Signature .....
Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลผู้มีพระคุณหลายท่าน

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อัจฉริยา สุริยะวงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆในการวิจัย เพื่อปรับปรุงการทำวิจัยให้สมบูรณ์ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ รวมทั้งการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช และดร.ชัยวัฒน์ มั่นเจริญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับคำแนะนำต่างๆในการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำและความช่วยเหลือในระหว่างการทำวิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย

ขอขอบคุณบุคลากร พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา คอยให้กำลังใจ ตลอดจนสนับสนุนด้านทุนทรัพย์เรื่อยมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 โครงสร้างทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย..... 4

2.1.1 มูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 4

2.1.2 มูลค่าการนำเข้าของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 5

2.1.3 มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 6

2.1.4 จำนวนโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 7

2.1.5 การจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 8

2.1.6 ปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 9

2.2 โครงสร้างกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย..... 10

2.2.1 อุตสาหกรรมต้นน้ำ..... 11

2.2.2 อุตสาหกรรมกลางน้ำ..... 13

2.2.3 อุตสาหกรรมปลายน้ำ..... 14

2.3 การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรม..... 17

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 21

บทที่ หน้า

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 21
3.2 การจัดทำบัญชีรายการ..... 23
3.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน..... 24
3.4 การคำนวณค่าดัชนีคาร์บอน..... 25
3.5 การเปรียบเทียบข้อมูล..... 26
3.5.1 การเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย..... 27
3.5.2 การเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศ..... 27
3.6 แนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน..... 27
3.7 การจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต (Scenario)..... 27
3.7.1 การจัดทำข้อมูลปีฐาน (Base year)..... 28
3.7.2 การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน (Baseline Scenario)..... 28
3.7.3 การกำหนดภาพเหตุการณ์ทางเลือกต่างๆในอนาคต (Alternative Scenarios)..... 29
3.7.4 การเปรียบเทียบภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์ทางเลือกต่างๆในอนาคตที่กำหนดขึ้น..... 29
3.8 สรุปผลการศึกษา..... 29
4 ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา..... 30
4.1 การใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย..... 30
4.2 ค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย..... 32
4.3 การเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย..... 34
4.4 การเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศ..... 39
4.5 แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน..... 42
4.5.1 การบริหารจัดการ (Management practice)..... 42
4.5.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต (Energy efficiency)..... 43
4.5.3 การสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel switching)..... 43
4.5.4 การนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ (Heat and power recovery)..... 44
4.5.5 การใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) 44

บทที่ หน้า

4.5.6 การดักเก็บและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Storage; CCS)..... 44

4.6 แนวการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน..... 45

4.6.1 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิต..... 47

4.6.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor)..... 48

4.6.1.2 หม้อต้มน้ำ (Boiler)..... 52

4.6.1.3 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) 53

4.6.2 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกการสับเชื้อเพลิง..... 55

4.7 การจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต..... 57

4.7.1 ภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน (Baseline Scenario)..... 57

4.7.1.1 การขยายตัวทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอ..... 58

4.7.1.2 ความเข้มข้นการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Energy Intensity)..... 60

4.7.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2553..... 61

4.7.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปี พ.ศ. 2554-2573 62

4.7.2 ภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆในอนาคต (Alternative Scenario)..... 63

4.7.2.1 ภาพเหตุการณ์กรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี (Energy Efficiency; EE)..... 64

4.7.2.2 ภาพเหตุการณ์กรณีสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงไปเป็นก๊าซธรรมชาติ (Fuel Switcing; FS)..... 64

4.7.3 การเปรียบเทียบภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆ 64

5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 67

5.1 สรุปผลการศึกษา..... 67

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 68

รายการอ้างอิง..... 69

บทที่	หน้า
ภาคผนวก……	72
ภาคผนวก ก……..	73
ภาคผนวก ข……..	81
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	84

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2551-2555.....	5
2.2	มูลค่าการนำเข้าของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2551-2555……..	6
2.3	มูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2545 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550-2554…….....	7
2.4	จำนวนโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2550–2554….....	8
2.5	จำนวนการจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2550–2554…..	9
2.6	ปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550–2554……	10
2.7	ประเภทและรายละเอียดต่างๆของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากภาคพลังงาน……...	17
2.8	การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมสากล.....	18
3.1	แหล่งข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอต่างประเทศ……...	22
3.2	แหล่งข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย……...	23
4.1	ค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยปี พ.ศ. 2550……..	33
4.2	ค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยเปรียบเทียบกับ ประเทศเยอรมัน……	41
4.3	แนวทางและมาตรการในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย……..	45
4.4	มาตรฐานการออกแบบ (Class) ของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไป……..	49
4.5	ประสิทธิภาพเฉลี่ยเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพสูงสุดของหม้อต้มน้ำ……	53
4.6	ประสิทธิภาพเฉลี่ยของเทคโนโลยีปัจจุบันและประสิทธิภาพสูงสำหรับ เครื่องจักรพื้นฐาน……..	54
4.7	ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและ เทคโนโลยี……..	54
4.8	ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง……..	56
ก-1	ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์……..	73
ก-2	ชนิดของพลังงานที่ใช้รวมทั้งสถานประกอบการ……..	74

ตารางที่		หน้า
ก-3	เครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิต.....	77
ก-4	สารเคมีที่ใช้ในประบวนการผลิต.....	78
ก-5	ด้านมลพิษทางน้ำ.....	79
ก-6	ด้านมลพิษทางอากาศ.....	79
ก-7	ด้านมลพิษจากกากของเสีย.....	80
ข-1	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท.....	81
ข-2	ค่าศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละเภท.....	82
ข-3	การเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักผ้าให้อยู่ในหน่วยตันจากโรงงานที่ทำการสำรวจ.....	82
ข-4	การคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในอนาคตจากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าฉบับเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554.....	83

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ภาพรวมโครงสร้างกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ……	11
2.2	กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์……..	12
2.3	กระบวนการปั่นด้าย.....	13
2.4	กระบวนการทอผ้า…….……..	14
2.5	กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป……..	15
2.6	การจัดกลุ่มกระบวนการผลิตและเครื่องจักรหลักที่ใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย……..	16
3.1	หลักการจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต……	27
4.1	การใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2550……..	31
4.2	การใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2550……...	33
4.3	ค่า $CI_{p,i}$ ของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอและโรงงานตัวอย่างที่ทำการสำรวจ	
	(ก) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์..……	35
	(ข) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการปั่นด้าย.....……..	35
	(ค) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการทอผ้า.....……	36
	(ง) โรงงานควบคุมการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ.....……	36
	(จ) โรงงานควบคุมการผลิตเครื่องแต่งกาย.....……..	37
4.4	ค่า CI_v ของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยเปรียบเทียบกับต่างประเทศ ปี พ.ศ.2548.....……...	40
4.5	ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม…..	46
4.6	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต……	47
4.7	สัดส่วนของเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานของโรงงานที่ทำการสำรวจ….	48
4.8	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับมาตรฐานการออกแบบ (Class) ภายใต้มาตรฐานนานาชาติ…..……	50

ภาพที่		หน้า
4.9	การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าเมื่อมีโหลดการใช้งานที่ระดับต่างๆ……..	50
4.10	ประสิทธิภาพเฉลี่ยของมอเตอรไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันสำหรับประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ……..	51
4.11	สัดส่วนการใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจากโรงงานที่ทำการสำรวจ……..	52
4.12	ทิศทางการเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอ……	59
4.13	ทิศทางแนวโน้มการเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต (ปี พ.ศ.2554 -2573)…….	59
4.14	แนวโน้มการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ……	60
4.15	ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ……	61
4.16	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปี พ.ศ. 2553……	62
4.17	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต ปี พ.ศ. 2553-2573……..	63
4.18	การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปี พ.ศ. 2553-2573……	65
ก-1	ตัวอย่างกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ……	76

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่นานาประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญและตระหนักถึงเป็นอย่างมาก โดยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas; GHG) ในชั้นบรรยากาศเป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการลดปัญหาและผลกระทบต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น จึงได้มีการสร้างความร่วมมือในระดับนานาชาติ คือ อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) แต่อนุสัญญานี้ไม่มีข้อผูกพันทางกฎหมาย จึงทำให้ประเทศต่างๆ ไม่ดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายของอนุสัญญานี้ จึงได้มีการกำหนดพันธกรณีที่มีข้อผูกพันทางกฎหมาย ซึ่งเป็นสาระสำคัญของพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) และอยู่ภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประเทศไทยได้ร่วมลงนามในพิธีสารนี้ แต่ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาถูกจัดให้อยู่ในประเทศนอกกลุ่มภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex I Countries) ของ UNFCCC ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่ไม่ถูกบังคับให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโต มีเพียงพันธกรณีในการส่งรายงานแห่งชาติและสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่จากการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสมัยที่ 13 (COP13) ที่เกาะบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย ได้มีการกำหนดแผนที่นำทางบาหลี (Bali Roadmap) เพื่อเตรียมการไว้สำหรับการประชุมสมัยที่ 15 (COP15) ที่กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ในปี พ.ศ. 2552 โดยแผนที่นำทางบาหลีถูกพัฒนาเพื่อใช้เป็นกรอบการเจรจา สำหรับการจัดทำพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกหลังจากที่พันธกรณีที่ 1 ตามพิธีสารเกียวโตสิ้นสุดลงในปี พ.ศ. 2555 ซึ่งแผนที่นำทางบาหลีมีเป้าหมายเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกในระดับโลกและเรียกร้องให้ประเทศกำลังพัฒนาจัดทำแผน ปฏิบัติการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการที่เหมาะสม (Nationally Appropriate Mitigation Actions: NAMAs) พร้อมทั้งให้ประเทศภาคีสมาชิกบรรลุข้อตกลงเกี่ยวกับทิศทางการดำเนินการความร่วมมือระหว่างประเทศหลังปี พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นปีสิ้นสุดพันธกรณีแรกของพิธีสารเกียวโต

โดยตกลงจะหาข้อสรุปร่วมกันให้เสร็จสิ้นภายในปี พ.ศ. 2552 ก่อนจะมีการประชุมสมัยที่ 15 (COP15) ซึ่งผลจากการประชุมในครั้งนั้นไม่สามารถหาข้อสรุปได้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2555)

แต่อย่างไรก็ประเทศไทยควรมีการเตรียมความพร้อมสำหรับผลกระทบต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขาการผลิต (Sectoral Approach; SA) จะสามารถเป็นแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในแต่ละสาขาการผลิตของอุตสาหกรรมภายในประเทศหรือระหว่างประเทศ ซึ่งจะเน้นการจัดทำข้อตกลงระหว่างประเทศในอุตสาหกรรมเดียวกันด้วยการกำหนดระดับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกันระหว่างผู้ผลิตในอุตสาหกรรมนั้นๆ โดยอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทยที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศกว่าปีละหลายแสนล้านบาทและเมื่อพิจารณาจากมูลค่าการส่งออกถูกจัดให้อยู่ในอันดับที่ 17 ของโลก ส่งผลให้เกิดการจ้างงานมากกว่าล้านคนต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของการจ้างงานในภาคส่วนอุตสาหกรรมด้วยเหตุนี้จึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคม ประกอบกับการเก็บรวบรวมข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอที่จะทำการประเมินสถานการณ์การปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การจะให้ประเทศไทยมีข้อมูลเพียงพอเพื่อใช้ในการเจรจาต่อรองระหว่างประเทศและเพื่อส่งเสริมให้เกิดการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาดัชนีคาร์บอน (Carbon Intensity; CI) ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาดัชนีคาร์บอนและแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประเมินการปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย
2. เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย
3. เพื่อศึกษาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาจากอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยพิจารณาเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ การปั่นด้าย การทอผ้า การถักผ้า การพิมพ์ผ้า การฟอกย้อมสิ่งทอ และการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยหน่วยที่ใช้ในการเปรียบเทียบการทำงานของระบบการผลิตคือ การเปรียบเทียบวิเคราะห์ต่อหน่วยการผลิต 1 ตันต่อผลิตภัณฑ์

2. ศึกษาจากอุตสาหกรรมสิ่งทอในต่างประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ โดยพิจารณาเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ การปั่นด้าย การทอผ้า การถักผ้า การพิมพ์ผ้า การฟอกย้อมสิ่งทอ และการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยหน่วยที่ใช้ในการเปรียบเทียบการทำงานของระบบการผลิตคือ การเปรียบเทียบวิเคราะห์ต่อหน่วยการผลิต 1 ตันต่อผลิตภัณฑ์

3. ศึกษาภาพอนาคตของค่าดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

4. ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

5. ศึกษาแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างข้อมูลเบื้องต้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายสาขาและดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย

2.สามารถนำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายสาขาและดัชนีคาร์บอนจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเชื่อมโยงและเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอื่นๆในระบบเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ การแพทย์ อุปกรณ์กีฬาและอุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมแบบครบวงจร ตั้งแต่การเตรียมและปั่นเส้นใย จนไปถึงอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกโดยรวมมากกว่าสองแสนล้านบาทต่อปี (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2555)

2.1 โครงสร้างทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

2.1.1 มูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีภาพรวมมูลค่าการส่งออกในปี พ.ศ. 2555 ที่ขยายลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2554 เนื่องจากการชะลอตัวทางเศรษฐกิจของประเทศสหรัฐอเมริกาและกลุ่มสหภาพยุโรป จึงทำให้ได้รับคำสั่งซื้อลดลงและส่งผลกระทบให้การส่งออกลดลง แต่ในอนาคตยังมีปัจจัยบวกจากการที่ประเทศไทยนั้นเป็นศูนย์กลางในการผลิตและส่งออกสิ่งทอภายใต้ข้อตกลงการค้าเสรีของอาเซียน เพื่อจะส่งต่อผลิตภัณฑ์ไปในหลายประเทศในภูมิภาคที่ไม่มีสิ่งทอต้นน้ำและกลางน้ำ เช่น ลาว เวียดนาม กัมพูชา เป็นต้น ซึ่งต้องนำเข้าสิ่งทอต้นน้ำและกลางน้ำจากประเทศไทย เพื่อไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสำหรับการส่งออกมากขึ้น และตลาดเกิดใหม่ในกลุม BRIC ได้แก่ บราซิล รัสเซียอินเดียและจีน ที่จะเติบโตเป็นตลาดสำคัญของตลาดโลกในอนาคต ประกอบกับเศรษฐกิจโลกที่เริ่มฟื้นตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงได้มีการคาดการณ์ว่าเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยจะยังมีการขยายตัวที่ทรงตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้อุตสาหกรรมสิ่งทอยังคงเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทยที่มีความสำคัญทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคม โดยผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีความสำคัญและสร้างมูลค่าการส่งออกให้แก่ประเทศไทยในแต่ละปีหลายล้านเหรียญสหรัฐ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ เส้นด้าย ผ้าผืน และเครื่องแต่งกายยกเว้นเครื่องแต่งกายที่ผลิตจากขนสัตว์ เป็นต้น ดังแสดงตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปีพ.ศ. 2551 – 2555 (มูลค่าล้านเหรียญสหรัฐ)

รายการ	2551	2552	2553	2554	2555*	*อัตราการขยายตัว ปี 2555/2554
1. เส้นใยสังเคราะห์	495	516	723	922	785	-15
2. เส้นด้าย	809	740	1,008	1,103	834	-24
3. ผ้าผืน	1,204	1,166	1,409	1,642	1,448	-12
4. เคหะสิ่งทอ	362	323	362	323	284	-12
5. ผ้าอื่นๆ	297	277	297	338	358	6
6. เคหะสิ่งทอ	362	323	362	323	284	-12
7.สิ่งทออื่น ๆ	538	460	561	652	537	-18
8. เครื่องนุ่งห่ม	3,505	2,961	3,176	3,275	2,974	-9
8.1 เสื้อผ้าสำเร็จรูป	3,088	2,598	2,755	2,852	2,556	-11
8.2 เครื่องยกทรง	336	288	321	309	299	-3
8.3 ถุงเท้าและถุงน่อง	66	62	80	98	101	3
8.4 ถุงมือผ้า	15	13	21	16	18	6
รวม	7,200	6,442	7,536	8,255	7,220	-12

หมายเหตุ: * เป็นตัวเลขการคาดการณ์เบื้องต้น

ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2555) และสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2555)

2.1.2 มูลค่าการนำเข้าของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีภาพรวมมูลค่าการนำเข้าสูงในแต่ละปี เนื่องจากผลิตภัณฑ์สิ่งทอบางชนิดในประเทศไทยมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการสำหรับนำไปใช้ในการผลิตสินค้าสำเร็จรูป จึงทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยยังคงต้องมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากต่างประเทศ ดังแสดงตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 มูลค่าการนำเข้าของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2551 – 2555 (มูลค่าล้านเหรียญสหรัฐ)

รายการ	2551	2552	2553	2554	2555*	อัตราการขยายตัวปี 2555/2554
1. เส้นใยสังเคราะห์	903	616	923	1,375	1,138	17
2. เส้นด้าย	564	419	652	731	809	11
3. ผ้าผืน	1,116	821	1,096	1,174	1,859	58
4. เคหะสิ่งทอ	31	34	54	66	na	na
5. เทคนิคสิ่งทอ	449	375	550	638	na	na
6. สิ่งทออื่น ๆ	321	287	312	387	397	3
7. เครื่องนุ่งห่ม	344	328	420	533	537	1
รวม	3,728	2,881	4,008	4,905	4,738	3

หมายเหตุ: * ตัวเลขการคาดการณ์เบื้องต้น

ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2555) และสำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2555)

2.1.3 มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทที่สำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากในแต่ละปีอุตสาหกรรมสิ่งทอสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ถึงประมาณ 2 แสนล้านบาท หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ของมูลค่าเพิ่มทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรม โดยอุตสาหกรรมการผลิตที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มสูงสุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่ม เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยทั้งด้านการตัดเย็บ การออกแบบและแฟชั่น ซึ่งล้วนแต่เป็นกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทั้งสิ้น ดังแสดงตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 มูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2545 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยใน ปี พ.ศ. 2550-2554 (มูลค่าล้านบาท)

รายการ	2550	2551	2552	2553	2554*
มูลค่าเพิ่มภาคอุตสาหกรรม	2,314,548	2,369,826	2,290,053	2,550,477	2,427,172
มูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ	239,516	237,322	219,767	235,822	198,057
สัดส่วน(ร้อยละ)	10.3	10.0	9.6	9.2	8.2

หมายเหตุ: * ตัวเลขการคาดการณ์เบื้องต้น

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2555)

2.1.4 จำนวนโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมดของประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาในช่วงปี พ.ศ. 2554 เปรียบเทียบกับในปี พ.ศ. 2553 โดยจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 4,233 แห่ง เป็น 4,265 แห่ง หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 0.8 ของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมด ซึ่งจำนวนโรงงานที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่นั้น เป็นผลมาจากการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์สิ่งทอล่วงหน้าของต่างประเทศ จึงทำให้สถานประกอบการจำนวนมากยังคงมีสภาพคล่องทางด้านการเงินจากการประกอบการ โดยอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่มเป็นอุตสาหกรรมที่มีจำนวนโรงงานมากที่สุด โดยคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 57 ของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมด ส่วนอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์และปั่นด้ายมีจำนวนโรงงานน้อยมาก เมื่อเทียบกับจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมดหรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 4 ของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมดในประเทศไทย ดังแสดงตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 จำนวนโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2550–2554

ประเภทอุตสาหกรรม	2550	2551	2552	2553	2554	อัตราการขยายตัวปี 2554/2553
1. เส้นใยสังเคราะห์	16	16	16	16	15	-6.3
2. ปั่นด้าย	152	152	150	150	155	3.3
3. ทอผ้า	618	610	598	595	601	1.0
4. ถักผ้า	734	730	724	695	697	0.3
5. ฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ	408	401	398	389	388	-0.3
6. เครื่องนุ่งห่ม	2,488	2,476	2,458	2,388	2,409	0.9
รวม	4,416	4,385	4,344	4,233	4,265	0.8

ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2555)

2.1.5 การจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการจ้างงานสูงที่สุดในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย โดยมีการจ้างงานมากกว่าล้านคนในแต่ละปี หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 19 ของการจ้างงานในภาคอุตสาหกรรม และคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 3 ของการจ้างงานรวมทั้งประเทศ แต่เมื่อเกิดปัญหาทางด้านภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำลง จึงส่งผลให้จำนวนการจ้างงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยค่อยๆ ลดลงตามลำดับ โดยเริ่มตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2551 ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์นี้ จึงทำให้การบริโภคอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยรวมมีแนวโน้มที่ลดลง ส่งผลให้การผลิตสิ่งทอลดลงและโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอต้องปิดกิจการลง จากผลกระทบดังกล่าว จึงทำให้จำนวนการจ้างงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยค่อยๆ ลดลงตามไปด้วย โดยอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่มมีจำนวนการจ้างงานมากที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 78 ของจำนวนการจ้างงานทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย ดังแสดงตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 จำนวนการจ้างงานของภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550-2554 (หน่วยพันคน)

	2550	2551	2552	2553	*2554
1. การจ้างงานทั้งประเทศ	36,250	37,017	37,706	38,037	39,317
2. การจ้างงานในภาคอุตสาหกรรม	5,619	5,453	5,374	5,350	5,299
3. การจ้างงานทั้งหมดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ	1,057	1,049	1,045	1,041	1,022
3.1 เส้นใยสังเคราะห์	14	14	14	14	13
3.2 ปั่นด้าย	61	60	60	60	57
3.3 ทอผ้า	54	53	52	52	52
3.4 ถักผ้า	63	63	62	62	62
3.5 ฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ	47	46	46	44	42
3.6 เครื่องนุ่งห่ม	819	813	811	809	796
4. สัดส่วนต่อการจ้างงานทั้งประเทศ	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6
5. สัดส่วนต่อการจ้างงานในภาคอุตสาหกรรม	18.8	19.2	19.4	19.5	19.3

หมายเหตุ: * ตัวเลขการคาดการณ์เบื้องต้น
ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2555)

2.1.6 ปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย สามารถจำแนกการผลิตได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การผลิตสำหรับใช้ในประเทศและการผลิตสำหรับการส่งออก โดยอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีปริมาณการผลิตในแต่ละปีรวมทั้งสิ้นประมาณ 3 ล้านตัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนปริมาณการผลิตมากที่สุด ได้แก่ เส้นด้าย คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 32 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 2.6

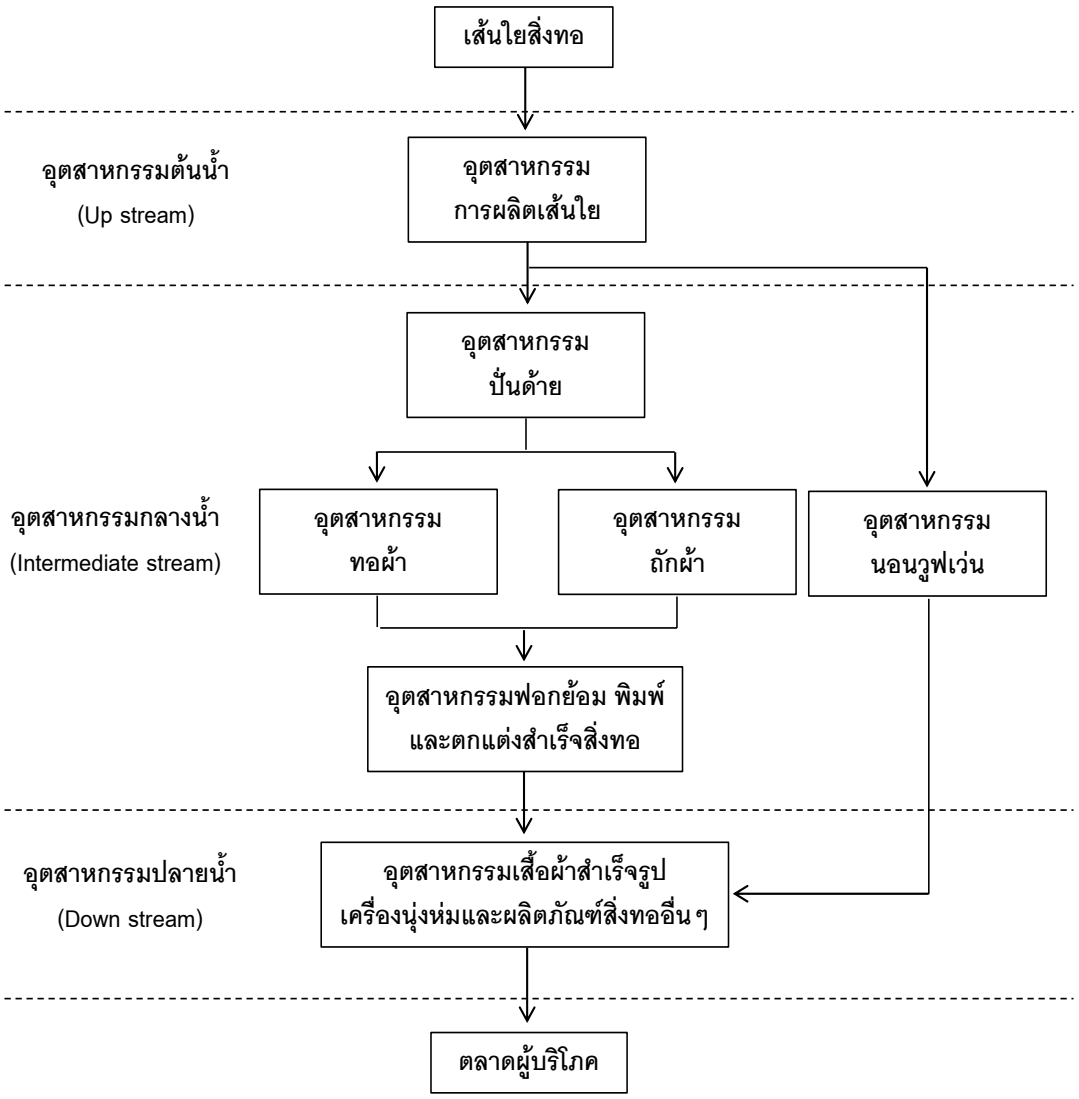
ตารางที่ 2.6 ปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2550 – 2554 (หน่วย พันตัน)

รายการ	2550	2551	2552	2553	*2554
1. เส้นใยสังเคราะห์	816	793	857	918	708
2. เส้นด้าย	963	964	986	977	809
3. ผ้าทอ	483	487	470	483	440
4. ผ้าถัก	273	277	270	263	238
5. เครื่องนุ่งห่ม	446	492	468	500	482
รวม	2,981	3,013	3,051	3,141	2,677

หมายเหตุ: * ตัวเลขการคาดการณ์เบื้องต้น
ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (2555)

2.2 โครงสร้างกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยนั้นถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีลักษณะโครงสร้างของกระบวนการผลิตเป็นแบบครบวงจร โดยประกอบไปด้วยกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) อุตสาหกรรมต้นน้ำ 2) อุตสาหกรรมกลางน้ำ และ 3) อุตสาหกรรมปลายน้ำ โดยมีโครงสร้างของกระบวนการและขั้นตอนในการผลิต ดังแสดงภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมโครงสร้างกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2547)

2.2.1 **อุตสาหกรรมต้นน้ำ** (Up stream)

อุตสาหกรรมต้นน้ำถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมเริ่มต้นของอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยจะมีลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นเส้นใยซึ่งมีทั้งเส้นใยธรรมชาติที่มาจากพืช และเส้นใยสังเคราะห์ ได้แก่ เส้นใยโพลีเอสเตอร์ ไนลอน เรยอนและอะคริลิก ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ในอุตสาหกรรมต้นน้ำนั้น จัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้เงินทุนและเทคโนโลยีในระดับสูง (Capital intensive) แต่ใช้แรงงานไม่มาก ผลผลิตจากอุตสาหกรรมต้นน้ำนี้จะถูกนำไปใช้ต่อในอุตสาหกรรม

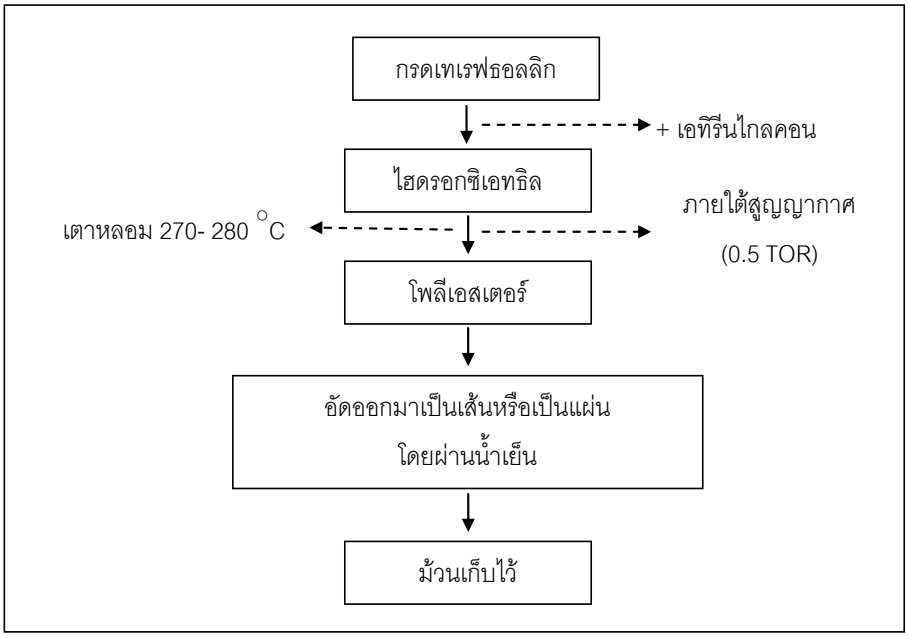
กลางน้ำต่อไป งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาจากกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ โดยจะขอยกตัวอย่างโครงสร้างของกระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ ดังแสดงภาพที่ 2.2 เนื่องจากในอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์มีรูปแบบของกระบวนการผลิตที่เป็นลำดับขั้นที่คล้ายคลึงกัน 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

2) โพลีเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) เป็นกระบวนการทางเคมีที่ทำให้สารเคมีที่เตรียมไว้ในเตาหลอม ซึ่งถูกควบคุมทั้งอุณหภูมิและความดันให้อยู่ในระดับที่มีความเหมาะสม เกิดปฏิกิริยาระหว่างกัน โดยจะส่งผลให้เกิดเป็นสารเคมีใหม่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือที่เรียกว่า โพลีเมอร์ (Polymer)

3) การดึงหรือการอัดผ่านหัวฉีด เป็นกระบวนการที่นำโพลีเมอร์ที่ได้จากกระบวนการผลิตมากรองและดึงผ่านรูเล็กๆ โดยอาจจะดึงทั้งที่ยังเป็นสารละลายหนืดหรือหลอมละลายด้วยความร้อนก่อนที่จะนำไปดึง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยที่ทำการผลิต

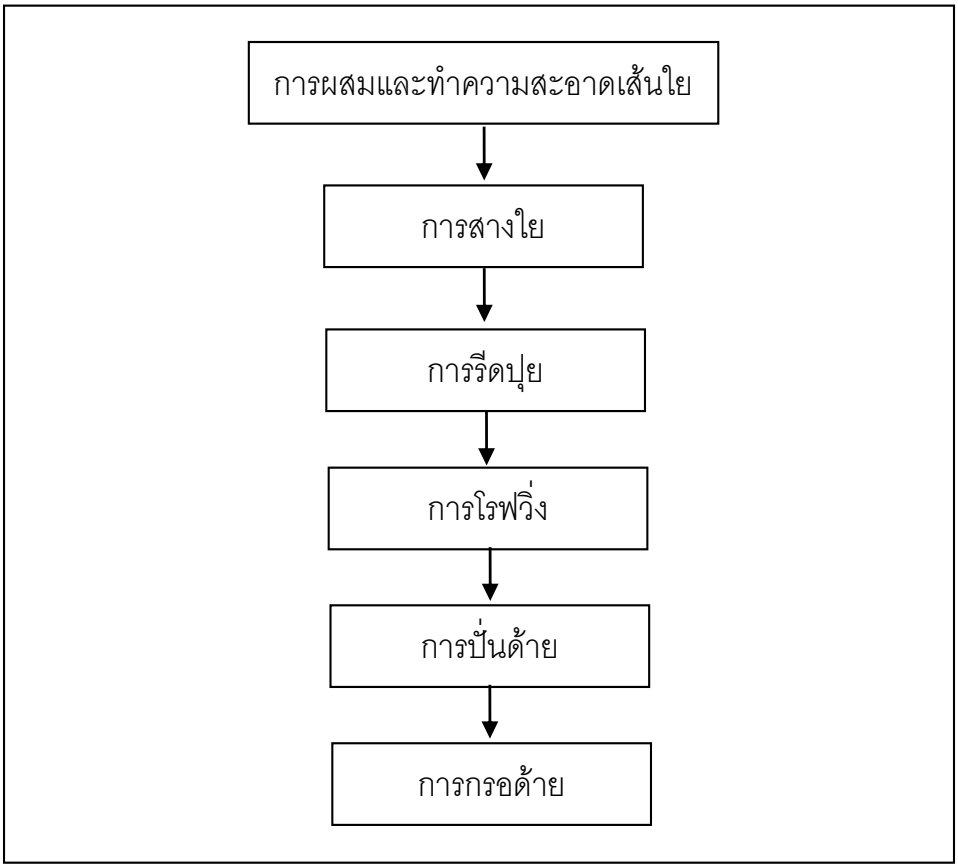
4) การยืดและการตีเกลียว เป็นกระบวนการที่ทำให้เส้นใยสังเคราะห์ที่ผลิตขึ้นมามีคุณสมบัติตามความต้องการ เช่น ขนาด เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์
ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2547)

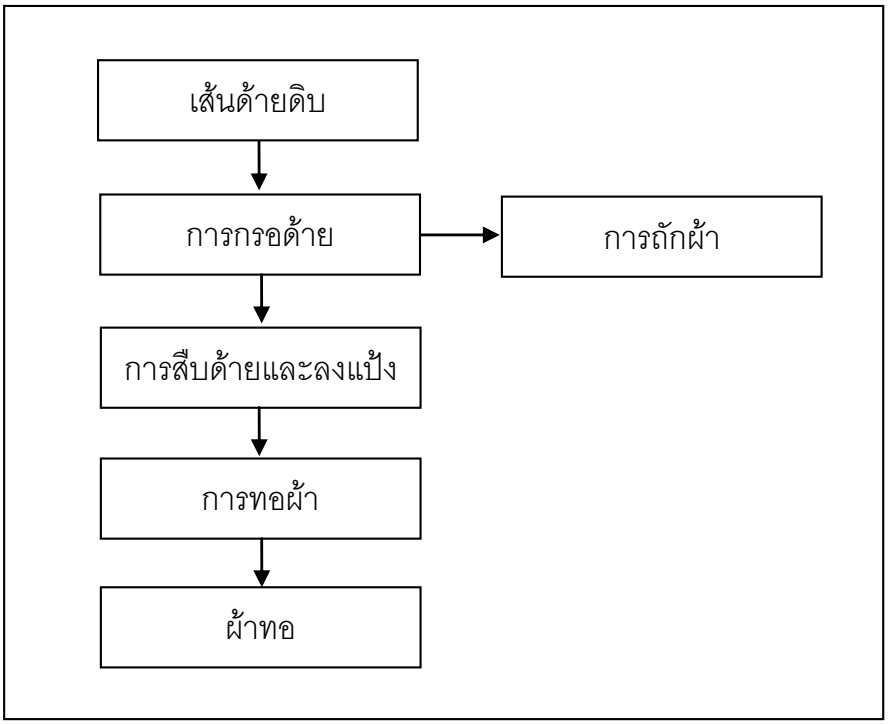
2.2.2 **อุตสาหกรรมกลางน้ำ** (Intermediate stream)

อุตสาหกรรมกลางน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่มีความต่อเนื่องจากอุตสาหกรรมต้นน้ำ ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะประกอบไปด้วย เส้นด้าย ผ้าถัก ผ้าทอ ฟอกย้อม พิมพ์และการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ อุตสาหกรรมกลางน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้เงินทุนและเทคโนโลยีสูงเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมต้นน้ำ ผลผลิตที่ได้จะนำไปใช้ในการผลิตในอุตสาหกรรมปลายน้ำต่อไป เนื่องจากอุตสาหกรรมกลางน้ำมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะขอยกตัวอย่างกระบวนการผลิตของกระบวน การปั่นด้ายและกระบวนการทอผ้า ดังแสดงภาพที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ



ภาพที่ 2.3 กระบวนการปั่นด้าย

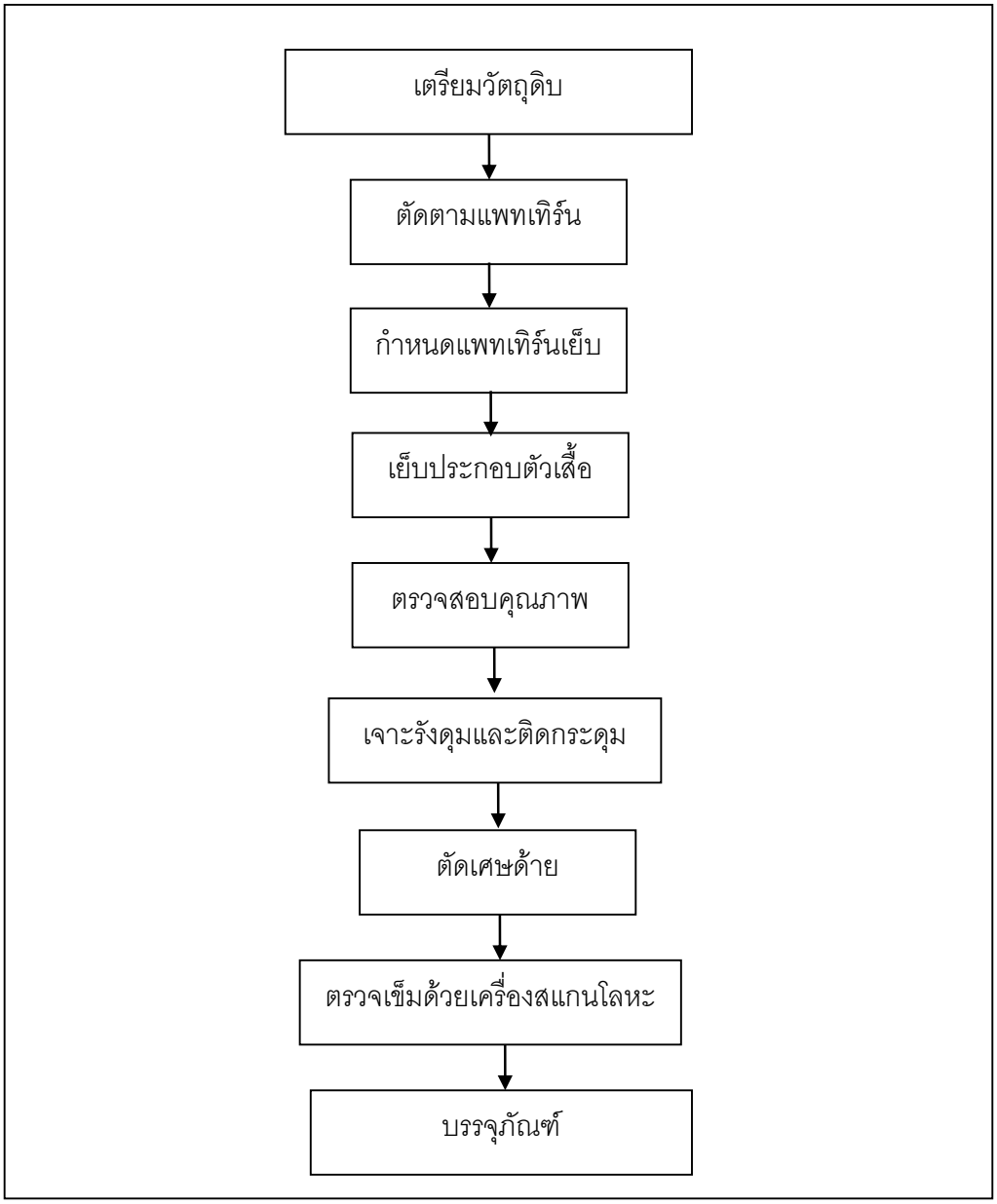
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548)



ภาพที่ 2.4 กระบวนการทอผ้า
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2547)

2.2.3 **อุตสาหกรรมปลายน้ำ** (Down stream)

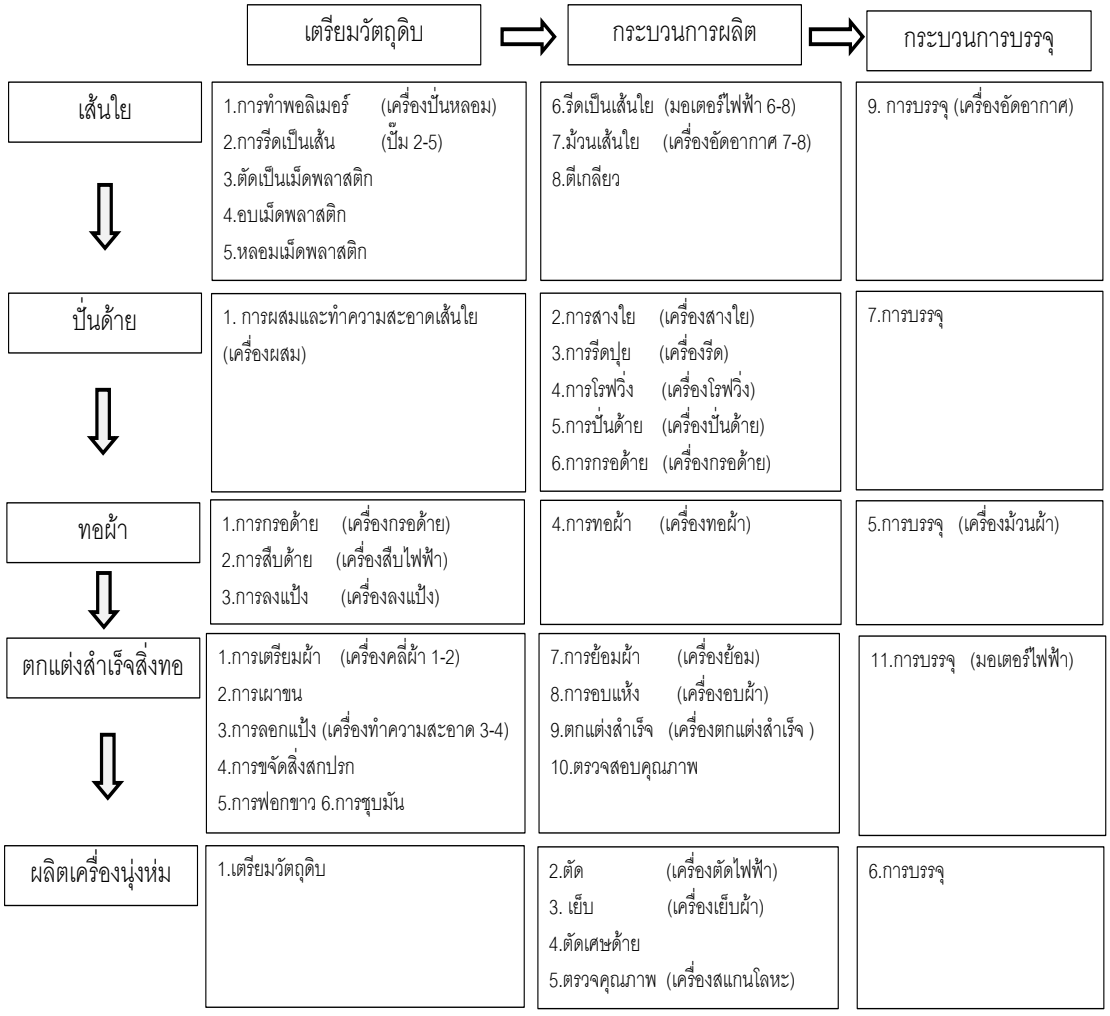
อุตสาหกรรมปลายน้ำถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมขั้นสุดท้ายของกระบวนการผลิตสิ่งทอก่อนที่จะทำการจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเป็นเครื่องนุ่งห่มและเสื้อผ้าสำเร็จรูป อุตสาหกรรมปลายน้ำจะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินทุนไม่สูงและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะเป็นเพียงแค่ส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายวัตถุและสิ่งของให้มีความรวดเร็วมากขึ้น แต่อุตสาหกรรมนี้จะมีการพึ่งพาแรงงานเป็นปัจจัยหลักในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ดังแสดงภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2548)

อุตสาหกรรมต้นน้ำและกลางน้ำของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย จะมีลักษณะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งมีการใช้พลังงานจากทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนในปริมาณมาก บางโรงงานอาจเป็นได้ทั้งอุตสาหกรรมต้นน้ำและกลางน้ำ ยกเว้นอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยที่ทำมาจากพืช ที่อาจมาจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก หรืออุตสาหกรรมครัวเรือน และอุตสาหกรรมปลายน้ำจะมีลักษณะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลาง

และขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีการใช้พลังงานที่ไม่สูงมากนัก (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547) เนื่องจากอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายในแต่ละกระบวนการผลิต จึงทำให้ยากต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยนี้จึงได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยออกเป็นผังภาพทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ 2) ขั้นตอนกระบวนการผลิต และ3) ขั้นตอนกระบวนการบรรจุ ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์ของกระบวนการผลิตและเครื่องจักรหลักที่ใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย ดังแสดงภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การจัดกลุ่มกระบวนการผลิตและเครื่องจักรหลักที่ใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย

2.3 การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรม

งานวิจัยนี้ได้ทำการจัดประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อความสะดวกต่อการติดตามการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานตามเกณฑ์การจัดประเภทของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) ดังแสดงตารางที่ 2.7 ประกอบกับการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมสากล (International Standard Industrial Classification of Economic Activities, ISIC) ขององค์การสหประชาชาติ (United Nations ; UN) โดยใช้ ISIC Rev.3.1 ในการระบุประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังแสดงตารางที่ 2.8 ซึ่งงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะอุตสาหกรรมสิ่งทอในหมวด ISIC 17 การผลิตสิ่งทอ และ ISIC18 การผลิตเครื่องแต่งกายยกเว้นเครื่องแต่งกายที่ทำจากขนสัตว์

ตารางที่ 2.7 ประเภทและรายละเอียดต่างๆของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน

ประเภทและรหัส			รายละเอียด
1 ภาคพลังงาน			การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง
1A การใช้เชื้อเพลิง			การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง
1A1		อุตสาหกรรมการผลิตพลังงาน	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน
1A2		อุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในแต่ละอุตสาหกรรมการผลิต
1A2	I	สิ่งทอและเครื่องหนัง	ประกอบด้วย ISIC 17 18 และ 19
1A4		ภาคการผลิตอื่นๆ	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากที่พักอาศัย การเกษตร การทำประมง เป็นต้น
1A5		ไม่สามารถระบุได้	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นต้น

ที่มา: IPCC (2006)

ตารางที่ 2.8 การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมสากล

ISIC	ประเภทอุตสาหกรรม
17	การผลิตสิ่งทอ เช่น การปั่นด้าย การทอผ้า การถักผ้า และการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ เป็นต้น
18	การผลิตเครื่องแต่งกายยกเว้นเครื่องแต่งกายที่ทำจากขนสัตว์
19	การผลิตเครื่องหนัง เช่น การฟอกและตกแต่งหนังฟอก การผลิตกระเป๋าเดินทาง กระเป๋าถือ และรองเท้า เป็นต้น

ที่มา: United Nations (2002)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2551) ทำการศึกษาโดยการประยุกต์เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment; LCA) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ผลกระทบเชิงปริมาณของระบบผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย พบว่า กระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ได้แก่ กระบวนการปั่นด้าย การฟอกย้อมและการถักผ้าตามลำดับ โดยกระบวนการปั่นด้ายมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงหลักในกระบวนการผลิตจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ส่วนกระบวนการฟอกย้อมมีการใช้พลังงานจากถ่านหินและก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงหลักในกระบวนการผลิตและกระบวนการถักผ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตน้อยมากจึงนับว่าไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550) จัดทำข้อมูลการใช้พลังงานและผลผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยจัดทำข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอต้นน้ำถึงอุตสาหกรรมสิ่งทอปลายน้ำในปีพ.ศ. 2545 และ 2546 โดยทำการประเมินค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption; SEC) ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่า อุปสรรคและปัญหาของการจัดทำค่า SEC อุตสาหกรรมสิ่งทอ คือ ค่าจากการรายงาน SEC ในแบบส่งข้อมูลการผลิต การใช้พลังงานและอนุรักษ์พลังงาน สำหรับโรงงานควบคุม (บพร.1) หน่วยที่ใช้เป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหนึ่งพันหลา (kWh/1,000 yd) เช่น รายงานผล บพร.1 ของการทอผ้าในปี พ.ศ. 2546 ค่า SEC ของไฟฟ้าเท่ากับ 945 kWh/1,000 yd แต่จากการรายงานผลมูลค่าผ้า ซึ่งจัดทำโดย

กระทรวงอุตสาหกรรมจะใช้หน่วยน้ำหนักของผ้าทอเป็นกิโลกรัม (kg) เช่น ในปีพ.ศ. 2546 ผ้าทอมีมูลค่า 179 บาท/kg การใช้หน่วยที่มีความแตกต่างกันจะทำให้ค่า SEC ที่คำนวณออกมามีความคลาดเคลื่อน เช่น ถ้าใช้น้ำหนักผ้าเท่ากับ 0.3 กิโลกรัมต่อหลา (kg/yd) ค่า SEC ของไฟฟ้าจะเป็น 3,149 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์ (kWh/ton) หรือถ้าใช้น้ำหนักผ้า 0.215 kg/yd (เท่ากับค่าของผ้าทอโรงงานตัวอย่างที่เข้าตรวจวัด) การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตจะมีค่าเท่ากับ 4,393 kWh/ton ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดน้ำหนักผ้าเพื่อเปลี่ยนหน่วยผลผลิตจากหนึ่งพันหลา (1,000 yd) ให้อยู่ในหน่วยตันของผลิตภัณฑ์ (ton) เนื่องจากการรายงานค่า SEC ของผ้าทอที่หน่วยเป็น 1,000 yd จะมีอุปสรรคต่อการนำไปใช้ในการคำนวณ เพื่อประเมินค่าความเข้มข้นพลังงาน (Energy Intensity; EI) ในขั้นต่อไป

พิศิษฎ์ จารุมณีโรจน์ (2548) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนต้นน้ำ โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นพลังงานและการเปลี่ยนแปลงมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า ในปี พ.ศ. 2546 ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนต้นน้ำ ลดลงประมาณร้อยละ 5.7 เมื่อเปรียบเทียบกับในปี พ.ศ. 2545 โดยอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์มีค่าความเข้มข้นพลังงานในปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 409 เมกะจูลต่อพันบาท (MJ/พันบาท) และเพิ่มขึ้นเป็น 421 MJ/พันบาท ในปี พ.ศ. 2546 ส่วนอุตสาหกรรมปั่นด้ายมีค่าความเข้มข้นพลังงานในปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 327 MJ/พันบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 349 MJ/พันบาท ในปี พ.ศ. 2546 จึงควรทำการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานจากทั้งอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์และอุตสาหกรรมปั่นด้าย เพื่อให้อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนต้นน้ำมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น

ภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา (2548) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ พบว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำยังขาดประสิทธิภาพพลังงาน โดยอุตสาหกรรมที่ทำให้ความเข้มข้นพลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำเพิ่มสูงขึ้น คือ อุตสาหกรรมทอผ้าและอุตสาหกรรมการย้อมพิมพ์ โดยอุตสาหกรรมทอผ้า มีค่าความเข้มข้นพลังงานในปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 224 MJ/พันบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 240 MJ/พันบาท ในปี พ.ศ. 2546 ส่วนอุตสาหกรรมการย้อมพิมพ์มีค่าความเข้มข้นพลังงานในปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 1,146 MJ/พันบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 1,167 MJ/พันบาท ในปี พ.ศ. 2546 ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้ค่าความเข้มข้นพลังงานเพิ่มขึ้นเกิดจากมูลค่าผลผลิตที่ลดต่ำลง ในขณะที่การใช้พลังงานคงที่

Aranda-Uson และคณะ (2012) วิเคราะห์การใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมในประเทศสเปน พบว่า กระบวนการผลิตที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่ กระบวนการปั่นด้าย (Spinning) และกระบวนการทอผ้า (Weaving) โดยมีการใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ได้แก่ คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ซึ่งมีการใช้พลังงานคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 36 ของเครื่องจักรที่ใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Hong และคณะ (2010) ศึกษาศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไต้หวัน โดยทำการเก็บรวบรวบข้อมูลการประหยัดพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดจำนวน 303 โรงงาน จากระบบอีดีเอส (the on-line Energy Declaration System; EDS) ในปี ค.ศ. 2008 พบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ทั้งหมดเท่ากับ 143,669 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) โดยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเครื่องจักรหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ หม้อต้มน้ำ (boiler) การควบคุมกระบวนการผลิต (process control) และระบบปรับอากาศ (air conditioning systems) ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 38, 28 และ12 ของศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดตามลำดับ

องค์การพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency, IEA) (2009) ศึกษาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม พบว่า การลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในอนาคตประกอบด้วยแนวทางต่างๆ ทั้งหมด 4 แนวทาง ได้แก่ 1) การนำผลิตภัณฑ์และพลังงานกลับมาใช้ใหม่ (Recycling and energy recovery) 2) การสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel and feed stock switching) 3) การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี (Energy efficiency) และ 4) การดักเก็บและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Storage; CCS) โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีมีผลต่อศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมากที่สุด โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ของศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยวิเคราะห์จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน ศึกษาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน และทำการประเมินสถานการณ์แนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและสถานการณ์ทางเลือกต่างๆในอนาคตของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย เพื่อนำมาใช้ประเมินและสรุปหาแนวทางในการวางแผนการพัฒนาด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยให้เกิดประสิทธิภาพที่สูงขึ้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในต่างประเทศ โดยรวบรวมจากรายงานการศึกษาและแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอภายใต้ขอบเขตที่กำหนด เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและเป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน โดยการศึกษานี้จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ในมิติต่างๆ ได้แก่ แนวโน้มการเติบโตของอุตสาหกรรมสิ่งทอแนวโน้มการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในภาพรวม พร้อมทั้งการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและทางเลือกเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและทิศทางการพัฒนาในอนาคต ดังแสดงตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แหล่งข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอต่างประเทศ

ประเภทข้อมูล	แหล่งข้อมูลเบื้องต้นและรายงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง
1) ข้อมูลกิจกรรม และข้อมูลด้านเศรษฐกิจ	- ฐานข้อมูล World bank - ฐานข้อมูลงานวิจัย (International Journal)
2) ข้อมูลพลังงาน (Energy) (ปริมาณการใช้พลังงาน มาตรการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการการลดก๊าซ เรือนกระจก และอื่นๆ)	- International Energy Agency (IEA) - Energy Efficiency and Renewable Energy (EERC), US. DOE. - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - ฐานข้อมูลงานวิจัย (International Journal)

2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยรวบรวมข้อมูลจากรายงานการศึกษาและแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอภายใต้ขอบเขตที่กำหนด นอกจากนี้จะดำเนินการเก็บข้อมูลโดยทำการสำรวจจากโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยตรงและทำการสุ่มตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยพิจารณาคัดเลือกจากโรงงานควบคุมตามกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักที่มีการใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์สูง เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยการศึกษานี้จะดำเนินการรวบรวมข้อมูลในมิติต่างๆ ได้แก่ สถานภาพและข้อมูลเบื้องต้นสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต เช่น ด้านปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิต ปริมาณการผลิต และเครื่องจักรและเทคโนโลยีพื้นฐานที่ใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น ดังแสดงตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แหล่งข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

ประเภทข้อมูล	แหล่งข้อมูลเบื้องต้นและรายงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง
1) ข้อมูลกิจกรรม และข้อมูลด้านเศรษฐกิจ	- สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ - สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
2) ข้อมูลพลังงาน (Energy) (ปริมาณการใช้พลังงาน เครื่องจักรและเทคโนโลยี มาตรการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการการลดก๊าซเรือน กระจก และอื่นๆ)	- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน - กรมโรงงานอุตสาหกรรม - ฐานข้อมูลงานวิจัยและบทความต่างๆ - สำรวจจากโรงงานโดยตรง - แบบสำรวจข้อมูลโรงงาน ดังแสดงภาคผนวก ก

3.2 การจัดทำบัญชีรายการ

การจัดทำบัญชีรายการเป็นการคัดกรองและจำแนกข้อมูลที่รวบรวมได้จากอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นประเภทต่างๆ ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านปริมาณเชื้อเพลิง 2) ด้านเครื่องจักรและเทคโนโลยี และ 3) ทรัพยากรธรรมชาติ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตภายใต้ขอบเขตที่กำหนด เพื่อให้สะดวกต่อการนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์และแปลผลต่อไป

3.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน

วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในงานวิจัยนี้ พิจารณาจากคู่มือแนวทางการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามกรอบของ IPCC (2006) โดยคำนวณเฉพาะปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นของอุตสาหกรรมสิ่งทอภายใต้ขอบเขตที่กำหนด ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะปีฐานที่มีข้อมูลรองรับ สำหรับวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน วิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานให้อยู่ในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) และ

วิธีการคำนวณผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท ดังแสดงสมการที่ (1-3) ตามลำดับ

$$Emissions_{GHG,\,fuel} = Fuel\ consumption_{GHG,\,fuel} \times Emission\ factor_{GHG,\,fuel} \quad (1)$$

$$Emission_{eq,\,fuel} = Emission_{GHG,\,fuel} \times GWP \quad (2)$$

$$Emissions_{eq} = \sum_{fuel}^{`} Emissions_{eq,\,fuel} \quad (3)$$

เมื่อ Emissions $_{GHG,\,fuel}$ คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท (kg GHG)

Fuel consumption $_{GHG,\,fuel}$ คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภท (เทระจูล; TJ)

Emission factor $_{GHG,\,fuel}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท (kg gas/TJ) จากคู่มือIPCC (2006) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าประเทศไทยเท่ากับ 0.607 kgCO_2eq/kWh (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2553) ดังแสดงตารางที่ ข-1

Emission $_{eq,\,fuel}$ คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq)

GWP คือ ค่าศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทเทียบกับศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Global Warming Potential) ดังแสดงตารางที่ ข-2

Emissions $_{eq}$ คือ ผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq)

3.4 การคำนวณค่าดัชนีคาร์บอน

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาค่าดัชนีคาร์บอนใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การเปรียบเทียบเชิงมูลค่า ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ (The World Bank, 2010) ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ ($kgCO_2eq$/USD) และการเปรียบเทียบเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของปริมาณการผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ (tCO_2eq/ton products) เนื่องจากข้อมูลด้านปริมาณการผลิตของแต่ละโรงงานมีความแตกต่างกัน เช่น ตัน ตารางเมตร หลา เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องมีวิธีการพิจารณาปริมาณการผลิตต่างๆนั้นให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน โดยทำให้อยู่ในหน่วยของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ (ตันผลิตภัณฑ์) เช่น ผ้าร่ม (TAFFETA) 7.05 ล้านหลา สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในหน่วยของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ได้เท่ากับ 6,512 ตันผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งใช้ค่าการเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่ทำการสำรวจ ดังแสดงตารางที่ ข-3 โดยวิธีการคำนวณค่าดัชนีคาร์บอน ดังแสดงสมการที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

$$CI_v = \frac{Emission_{eq}}{Value\ \ Added} \tag{4}$$

$$CI_{p,i} = \frac{Emission_{eq}}{P_i} \tag{5}$$

เมื่อ CI_v คือ ค่าดัชนีคาร์บอนเชิงมูลค่า บนพื้นฐานมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ

$CI_{p,i}$ คือ ค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพของอุตสาหกรรมสิ่งทอจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์ในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์

Value Added คือ มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 ในหน่วยมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ

P_i คือ ปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์ในหน่วยตันผลิตภัณฑ์

3.5 การเปรียบเทียบข้อมูล

การเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีคาร์บอนจากการคำนวณในข้างต้น สามารถนำข้อมูลที่คำนวณได้มาพิจารณา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการเปรียบเทียบ ได้ดังต่อไปนี้

3.5.1 การเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

การเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลในเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของปริมาณการผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ (tCO_2eq/ton products) โดยจะทำการจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย เพื่อให้สะท้อนค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมากที่สุด โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทและปริมาณการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550

3.5.2 การเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศ

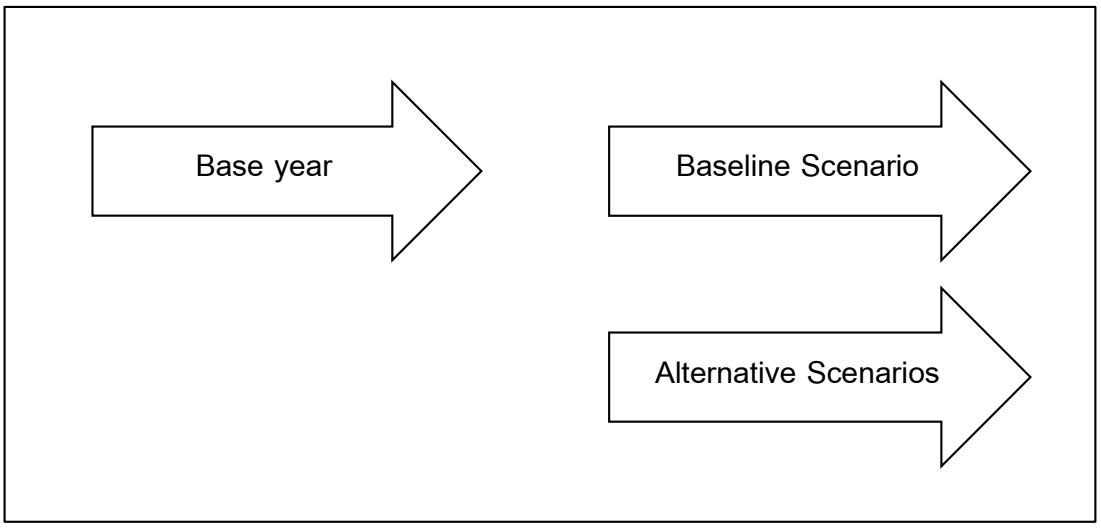
การเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศ จะทำการเปรียบเทียบเชิงมูลค่า ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ ($kgCO_2eq$/USD) และการเปรียบเทียบเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานปริมาณการผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ (tCO_2eq/ton products) โดยจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศเพียงบางประเทศที่มีข้อมูลเท่านั้น ซึ่งจะนำเสนอเป็นภาพรวมของอุตสาหกรรมสิ่งทอแต่ละประเทศ เนื่องจากกระบวนการผลิตและชนิดผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในแต่ละประเทศมีความหลากหลายและแตกต่างกันมาก โดยงานวิจัยนี้จะพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอของแต่ละประเทศ ซึ่งอยู่ในปีเดียวกัน (พ.ศ. 2548)

3.6 แนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน

การจัดทำแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย สำหรับงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งในรูปแบบของข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง และข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานการศึกษาหรือกรณีศึกษาโครงการต่างๆ เพื่อนำมากำหนดสมมติฐานในการวิเคราะห์และประเมินศักยภาพการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

3.7 การจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต (Scenario)

การจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต เป็นการกำหนดสมมติฐานในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อนำมาศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ดังแสดงภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 หลักการจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต

3.7.1 **การจัดทำข้อมูลปีฐาน** (Base year)

การจัดทำข้อมูลปีฐาน เป็นการนำข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทที่ใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อจัดทำเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคตต่อไป โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 เป็นข้อมูลปีฐาน เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์และใหม่ล่าสุด

3.7.2 **การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน** (Baseline Scenario)

การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน เป็นการกำหนดสมมติฐานจากข้อมูลปีฐานในปัจจุบัน (พ.ศ. 2553) เพื่อกำหนดทิศทางการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยในอนาคต เช่น การคาดการณ์ว่าในอนาคตอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย จะยังคงมีการใช้เครื่องจักรและเทคโนโลยีเดิมเช่นเดียวกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็นต้น โดยการคาดการณ์ภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานในอนาคตจำเป็นต้องมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดทิศทางการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย แต่ในภาคส่วนของอุตสาหกรรมสิ่งทอเองนั้นไม่ได้มีการคาดการณ์ในระยะยาวไว้ เนื่องจากอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมีความผันผวนที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้หาแนวทางในการคาดการณ์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยพิจารณาจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross Domestic Product; GDP) ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยใช้การประมาณแนวโน้มการเติบโตทางเศรษฐกิจจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2554) ประกอบกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย โดยจะนำข้อมูลต่างๆเหล่านี้มาพิจารณาและทำการจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน เพื่อศึกษาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยในอนาคตต่อไป

3.7.3 **การกำหนดภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่าง ๆในอนาคต** (Alternative Scenarios)

ภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆในอนาคต สามารถกำหนดขึ้นมาได้ โดยใช้การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานเป็นฐานข้อมูล ซึ่งภาพเหตุการณ์ทางเลือกต่างๆในอนาคตที่ถูกกำหนดขึ้นจะต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน โดยการกำหนดภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆในอนาคตนั้น สามารถกำหนดได้จากการศึกษาข้อมูลทั้งในปัจจุบันและอดีต เพื่อนำมาพิจารณาหาแนวทางที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต เช่น สภาพเศรษฐกิจ และเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น

3.7.4 **การเปรียบเทียบภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่าง ๆในอนาคตที่กำหนดขึ้น**

งานวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์ความสอดคล้องของภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์ทางเลือกต่างๆในอนาคตที่กำหนดขึ้นได้ จึงทำให้ทราบถึงการผลกระทบที่แตกต่างกันของการเปลี่ยนแปลงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยและสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในอนาคตต่อไปได้

3.8 **สรุปผลการศึกษา**

การวิเคราะห์ผลการศึกษาทำให้สามารถสรุปผลการศึกษาได้โดยพิจารณาทางด้านการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจกจากการใช้พลังงาน เช่น ถ้ามีการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีให้สูงขึ้น จะทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานลดลง และส่งผลให้ค่าดัชนีคาร์บอนลดลง เป็นต้น เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการพัฒนาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยต่อไป

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

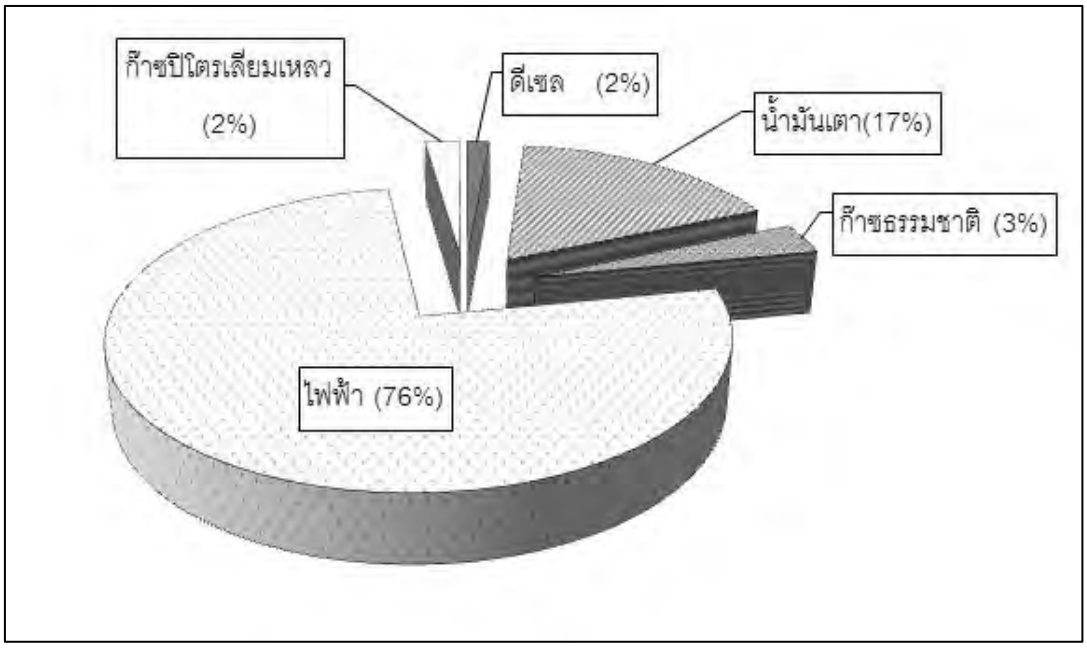
การวิจัยในครั้งนี้ศึกษาค่าดัชนีคาร์บอนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยสามารถวิเคราะห์ค่าดัชนีคาร์บอน แนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานและภาพเหตุการณ์ในอนาคตค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1 การใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

อุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยสามารถจัดประเภทตามมาตรฐานอุตสาหกรรมสากล โดยประกอบด้วย ISIC 17 ได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอต้นน้ำและอุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำ และ ISIC 18 ได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอปลายน้ำ โดยในปี พ.ศ. 2550 โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยจำนวน 4,416 โรงงาน มีการใช้พลังงานทั้งหมด 853 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) หรือคิดเป็น 36,034 เทระจูล (TJ) โดยเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตประกอบด้วย น้ำมันดีเซล (Diesel) น้ำมันเตา (Fuel Oil) ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas; NG) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid Petroleum Gas; LPG) และไฟฟ้า (Electricity) โดยพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยเท่ากับ 27,330 เทระจูล หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 76 ของพลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย ดังแสดงภาพที่ 4.1

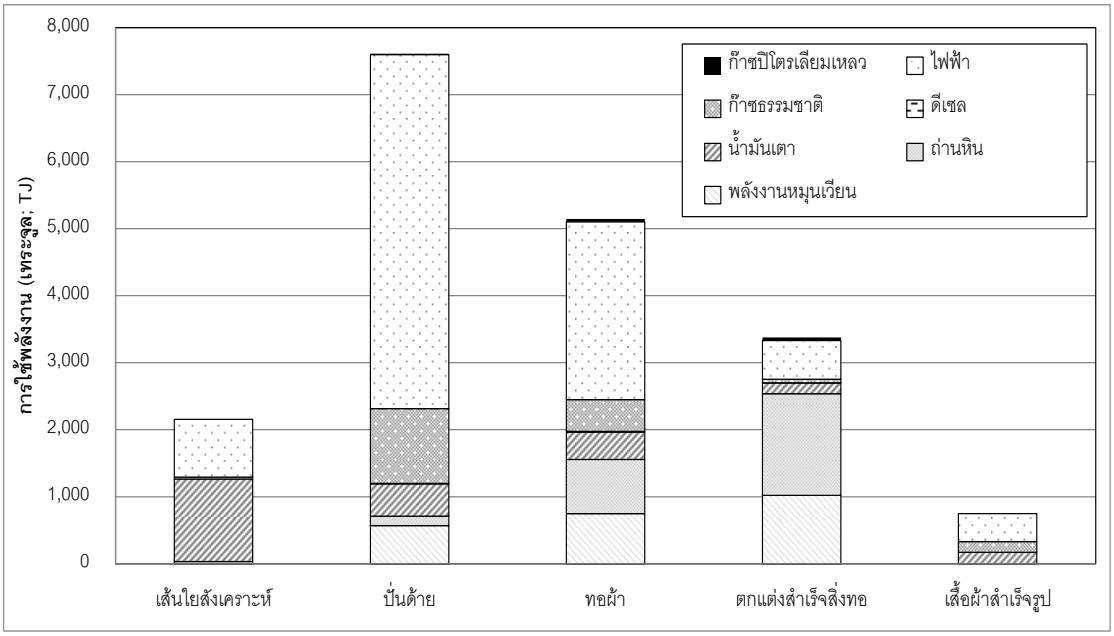
เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายพลังงานให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันมีขนาดตั้งแต่ 10,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 200 ล้านเมกะจูลขึ้นไป (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553) ซึ่งถือได้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในเกณฑ์สูง พบว่า โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมดจำนวน 114 โรงงาน มีสัดส่วนการใช้พลังงานคิดเป็นประมาณร้อยละ 51 ของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยสามารถจำแนกกลุ่มตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักและการใช้พลังงานตาม

ประเภทเชื้อเพลิงของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังแสดงภาพที่ 4.2 โดยกลุ่มโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำเป็นกลุ่มที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด ได้แก่ อุตสาหกรรมการปั่นด้าย ทอผ้า และตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ ตามลำดับ และพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต



ภาพที่ 4.1 การใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2550

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2555)



ภาพที่ 4.2 การใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550

4.2 ค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

งานวิจัยนี้สามารถพิจารณาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ได้ดังต่อไปนี้ แสดงดังตารางที่ 4.1

1) ข้อมูลภาพรวมของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย สามารถคำนวณหาค่าดัชนีคาร์บอนเชิงมูลค่า ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ (The World Bank, 2010) ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ ($kgCO_2eq/USD$) และค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของปริมาณการผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ (tCO_2eq/ton products) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอของต่างประเทศที่เป็นอัตราส่วนแบบเดียวกัน

2) ข้อมูลโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย สามารถคำนวณหาค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานปริมาณการผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ (tCO_2eq/ton products) โดยจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานควบคุมเพื่อให้สามารถสะท้อนค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมากที่สุด

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยปี พ.ศ. 2550

พารามิเตอร์	หน่วย	ข้อมูลภาพรวมประเทศไทย	ข้อมูลโรงงานควบคุม	
			17	18
		ตัวอย่างผลิตภัณฑ์		
		สิ่งทอและเสื้อผ้าสำเร็จรูป	ปั่นด้ายทอผ้า	เสื้อผ้าสำเร็จรูป
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	5.25	2.35	0.09
มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมสิ่งทอ	ล้านเหรียญสหรัฐฯ (มูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548)	19,338	-	-
ปริมาณการผลิต	ล้านตันผลิตภัณฑ์	2.98	0.79*	0.03*
ค่าดัชนีคาร์บอน	กิโลกรัมคาร์บอน ไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ ($kgCO_2eq/USD$)	0.27	-	-
	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ($tCO_2eq/ton\ products$)	1.76	2.98	2.84

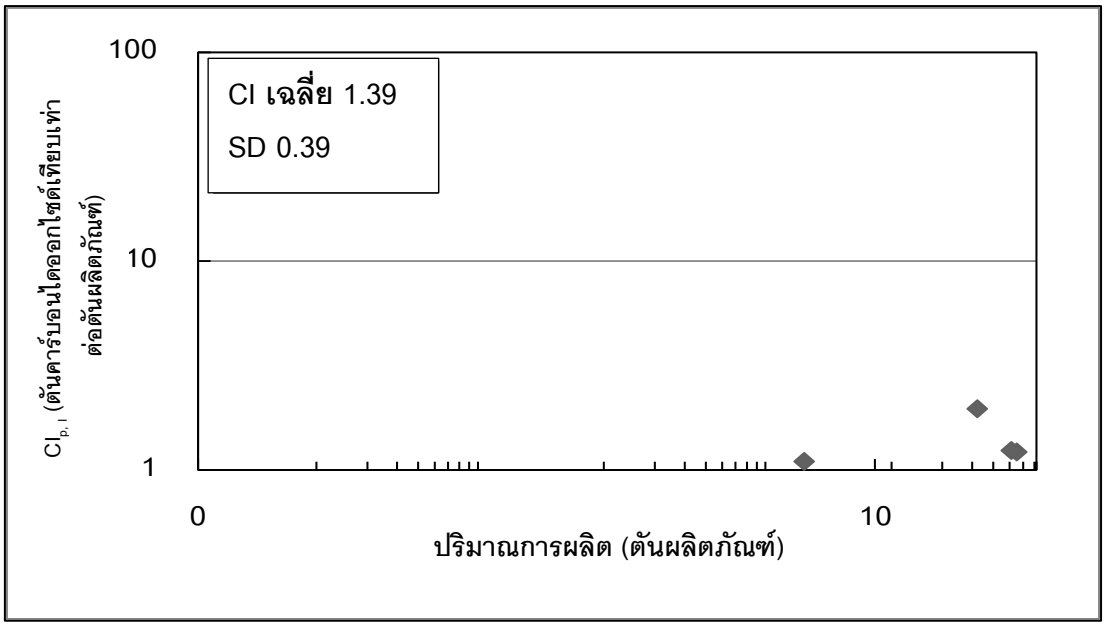
หมายเหตุ: * ใช้ค่าการเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักให้อยู่ในหน่วยของตันผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่ทำการสำรวจ ดังแสดงตารางที่ ข-3

จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลผลการคำนวณภาพรวมค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 พบว่า ภาพรวมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 5.25 ล้านตัน

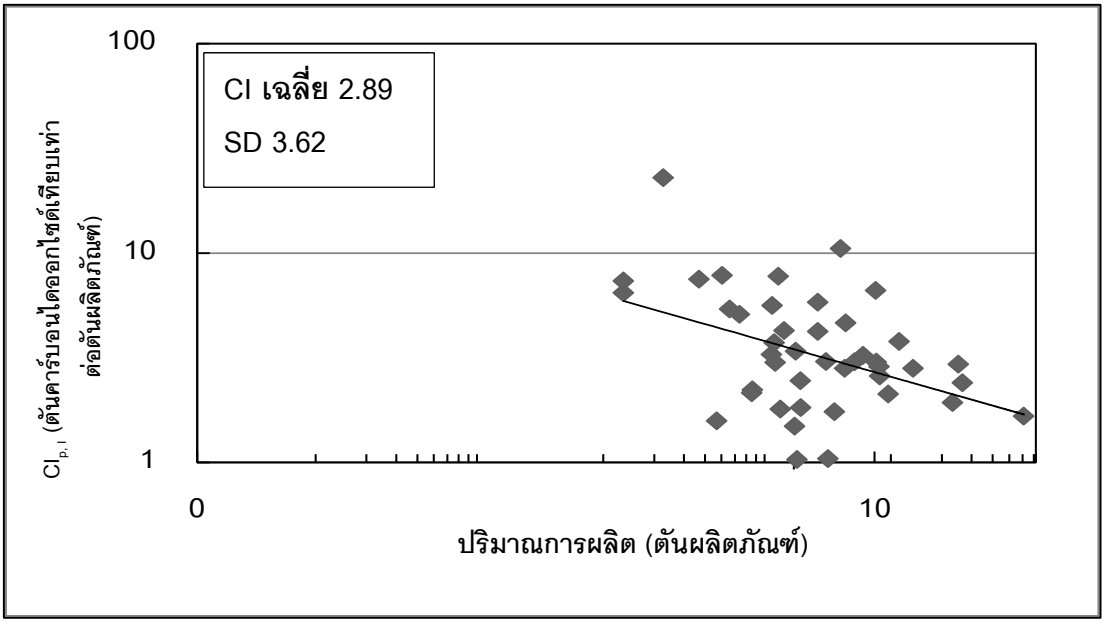
คาร์บอน ไดออกไซด์เทียบเท่า สามารถนำมาคำนวณค่าดัชนีคาร์บอนเชิงมูลค่า และค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพได้เท่ากับ 0.27 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ และ 1.76 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าดัชนีคาร์บอน ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของปริมาณการผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยจำแนกตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมสากล พบว่า โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ ISIC 17 ประกอบด้วยอุตสาหกรรมต้นน้ำและกลางน้ำ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 2.35 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มีปริมาณการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 0.79 ล้านตันผลิตภัณฑ์ และมีค่าดัชนีคาร์บอนเท่ากับ 2.98 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ และหมวด ISIC 18 ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 0.09 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มีปริมาณการผลิตเท่ากับ 0.03 ล้านตันผลิตภัณฑ์ และมีค่าดัชนีคาร์บอน เท่ากับ 2.84 ตันคาร์บอน ไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอ ISIC 17 และ 18 มีค่าดัชนีคาร์บอนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เพื่อให้สะท้อนค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมากที่สุด งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาค่าดัชนีคาร์บอนของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักในกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำการศึกษาในขั้นต่อไป

4.3 การเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

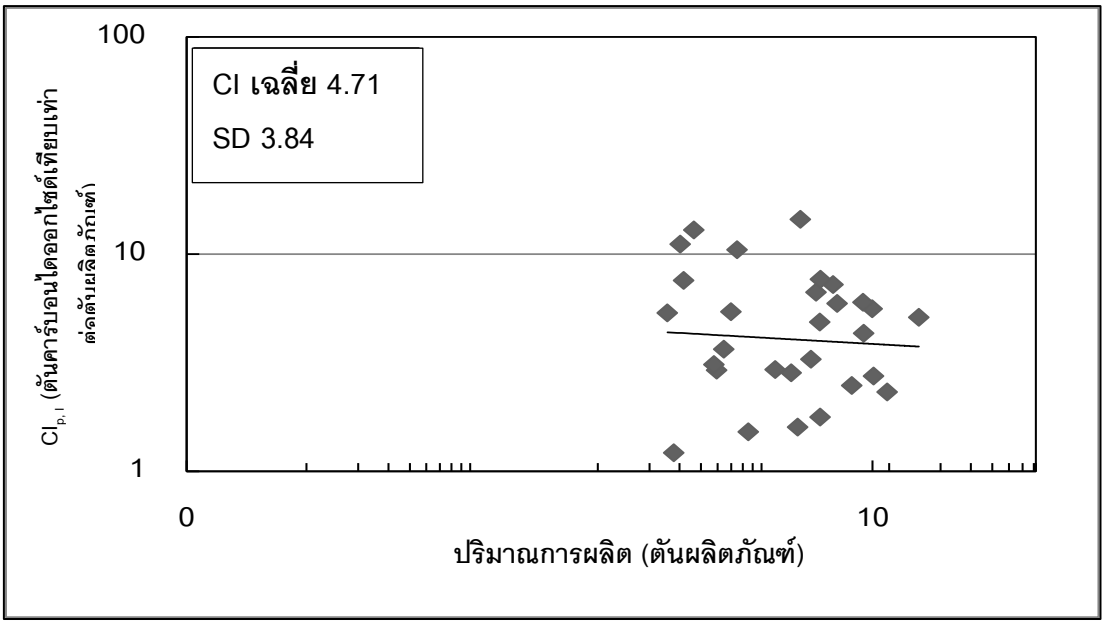
งานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบข้อมูลในเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของปริมาณการผลิต ($CI_{p,i}$) ของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย โดยจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักในกระบวนการผลิตของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในปี พ.ศ. 2550 เพื่อให้สามารถสะท้อนค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมากที่สุด ดังแสดงภาพที่ 4.3 (ก) - (จ)



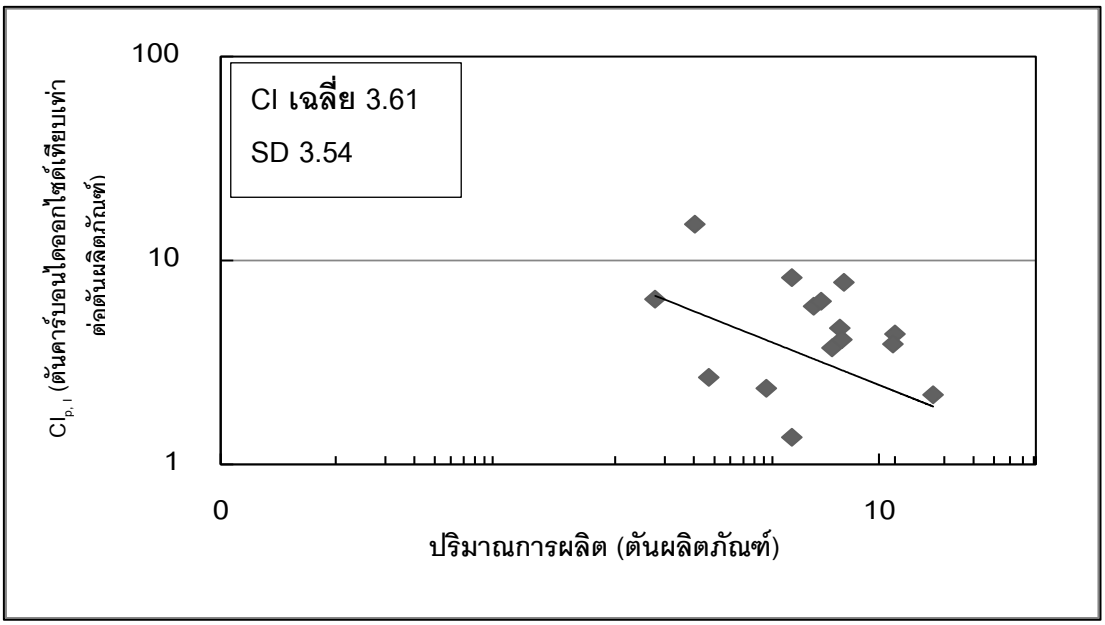
(ก) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์



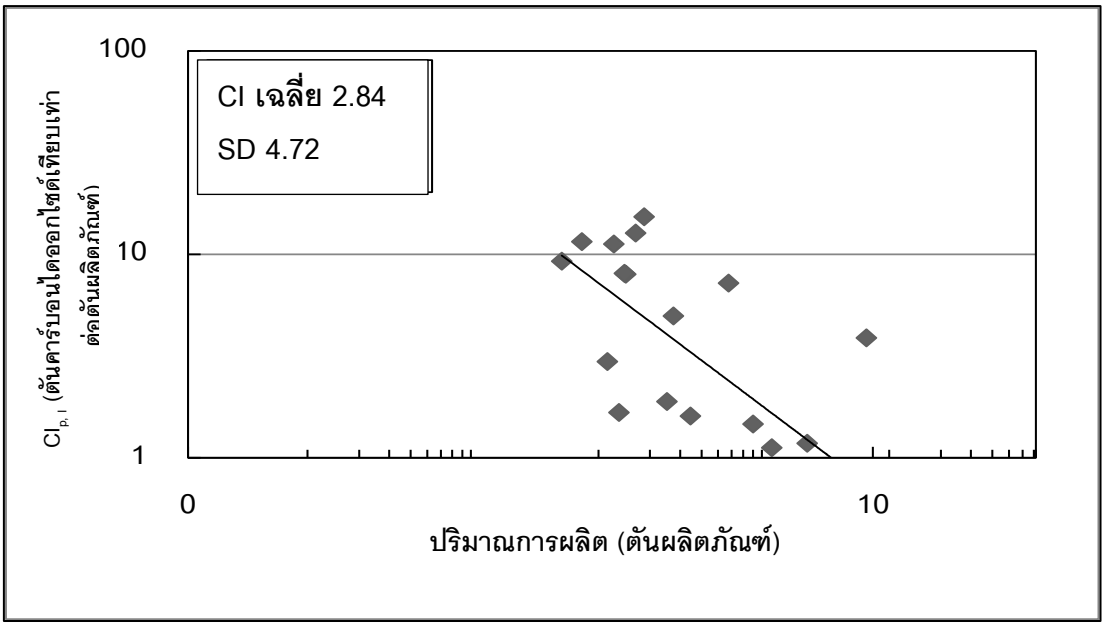
(ข) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการปั่นด้าย



(ค) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการทอผ้า



(ง) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ



(จ) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่ม

ภาพที่ 4.3 ค่า $CI_{p,i}$ ของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550

จากภาพที่ 4.3 แนวโน้มภาพรวมของแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์จากการศึกษาค่า $CI_{p,I}$ โดยการจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งขนาดกำลังการผลิตสูงจะมีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ ที่ต่ำกว่าโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดกำลังการผลิตต่ำ แสดงให้เห็นว่า โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะมีประสิทธิภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานบนพื้นฐานปริมาณการผลิตที่สูงกว่าโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก ดังนั้นขนาดกำลังการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมจึงส่งผลต่อค่า $CI_{p,i}$ จากการใช้พลังงาน เนื่องจากการสำรวจโรงงานโดยตรง พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ดำเนินมาตรการต่างๆ และปรับปรุงพัฒนาระบบบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง หากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้น จะทำให้ค่า $CI_{p,i}$ ลดลงได้ โดยสามารถพิจารณาแนวโน้มค่า $CI_{p,I}$ ตามชนิดผลิตภัณฑ์หลักจากเส้นค่าเฉลี่ย ได้ดังต่อไปนี้

1) จากภาพที่ 4.3 (ก) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมสิ่งทอต้นน้ำ (ISIC 17) มีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ ต่ำ เท่ากับ 1.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโรงงานควบคุมทั้งหมดเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีกำลังการผลิตสูง การใช้พลังงานส่วนใหญ่มาจากการใช้น้ำมันเตา

2) จากภาพที่ 4.3 (ข)-(ง) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการปั่นด้าย ทอผ้าและตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ ซึ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำ (ISIC 17) มีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ สูง โดยค่า $CI_{p,i}$ เฉลี่ยเท่ากับ 3.43 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการทอผ้า ตกแต่งสำเร็จสิ่งทอและปั่นด้าย มีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ เท่ากับ 4.71, 3.61 และ 2.89 ตามลำดับ เนื่องจากโรงงานควบคุมกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำ ประกอบด้วยโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขนาดกำลังการผลิตที่แตกต่างกันมาก ตั้งแต่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็ก การใช้พลังงานส่วนใหญ่มาจากการใช้ไฟฟ้า ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยมีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงประเภทอื่น

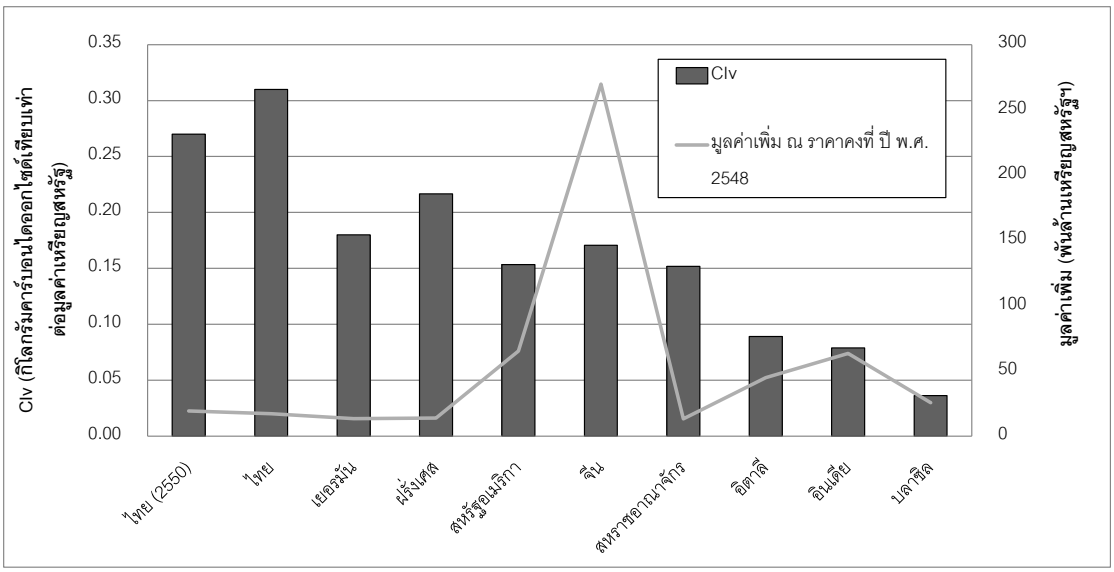
3) จากภาพที่ 4.3 (จ) โรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมสิ่งทอปลายน้ำ (ISIC 18) มีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ ไม่สูงมากนัก เท่ากับ 2.84 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโรงงานควบคุมส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มีกำลังการผลิตและการใช้พลังงานในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่มเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นปัจจัยหลักในการผลิต

จากที่กล่าวมาข้างต้นการพิจารณาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ซึ่งพิจารณาจากค่า $CI_{p,i}$ พบว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำมีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ สูงที่สุด เท่ากับ 3.43 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำของประเทศไทยมีประสิทธิภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานต่อปริมาณการผลิตที่ต่ำ โดยโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการทอผ้ามีแนวโน้มค่า $CI_{p,i}$ สูงที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอน้ำ เท่ากับ 4.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอกลางน้ำมากที่สุด เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยต่อไป

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลปริมาณการผลิตของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) พบว่า ค่า SD ของโรงงานควบคุมส่วนใหญ่มีค่าสูงมาก เนื่องจากบางโรงงานซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด จึงทำให้มีความแตกต่างของปริมาณการผลิต เมื่อพิจารณาจำแนกตามชนิดผลิตภัณฑ์หลัก ยกเว้นโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งเกือบทั้งหมดจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการผลิตเฉพาะเส้นใยสังเคราะห์และมีการผลิตในปริมาณมาก จึงทำให้มีค่า SD ต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย อาจพิจารณาได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอขนาดกลางและขนาดเล็ก เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยต่อไป

4.4 การเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศ

งานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศ โดยเปรียบเทียบข้อมูลในเชิงมูลค่า (CI_v) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ (The World, 2010) ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ ($kgCO_2eq$/ USD) และใช้ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของแต่ละประเทศในปี พ.ศ. 2548 (IEA, 2010) ซึ่งจะทำการพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยกับต่างประเทศเพียงบางประเทศที่มีข้อมูลรองรับเท่านั้น ซึ่งจะนำเสนอข้อมูลในภาพรวมของอุตสาหกรรมสิ่งทอ เนื่องจากโครงสร้างกระบวนการผลิตและชนิดผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในแต่ละประเทศมีความหลากหลายและแตกต่างกันมาก ดังแสดงภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ค่า CI_vของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยเปรียบเทียบกับต่างประเทศปี พ.ศ.2548
หมายเหตุ: ข้อมูลค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยปี พ.ศ. 2550 ใช้เปรียบเทียบเพื่อแสดงแนวโน้ม

จากภาพที่ 4.4 พบว่า ในปี พ.ศ. 2548 อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีค่า CI_v สูงกว่าประเทศอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของต่างประเทศที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้ โดยมีค่า CI_v เท่ากับ 0.31 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ ถึงแม้ในปี พ.ศ. 2550 จะมีแนวโน้มค่า CI_v ที่ลดลง เท่ากับ 0.27 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ แต่ค่า CI_vก็ยังสูงกว่าประเทศอื่นๆ และเมื่อพิจารณาค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยเปรียบเทียบกับต่างประเทศ เช่น ประเทศเยอรมัน เป็นต้น ดังแสดงตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศเยอรมัน ปี พ.ศ. 2548

พารามิเตอร์	หน่วย	ประเทศไทย	ประเทศเยอรมัน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน	ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	5.34	2.48
ปริมาณการผลิต	ล้านตันผลิตภัณฑ์	2.98	1.32
มูลค่าเพิ่ม	ล้านเหรียญสหรัฐฯ (มูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2548)	17,250	13,404
ค่าดัชนีคาร์บอน	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์	1.79	1.88
มูลค่าเพิ่มต่อปริมาณการผลิต	เหรียญสหรัฐฯต่อตันผลิตภัณฑ์	5,787	10,170

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพ บนพื้นฐานปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยมีค่าเท่ากับ1.79 ตันคาร์บอน ไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งต่ำกว่าประเทศเยอรมันที่มีค่าเท่ากับ 1.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าประเทศเยอรมันเมื่อมีปริมาณการผลิตในหน่วยน้ำหนักที่เท่ากัน (ตันผลิตภัณฑ์) แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นการผลิตอุตสาหกรรมต้นน้ำและกลางน้ำ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ ปั่นด้าย และทอผ้า เป็นต้น (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2555) ในขณะที่อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศเยอรมันเน้นการผลิตอุตสาหกรรมปลายน้ำ เช่น เสื้อผ้าสำเร็จรูป (Clothing) และวัสดุตกแต่งบ้าน (home furnishing) เป็นต้น (Martinez, 2010)

จึงทำให้มีมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกัน โดยอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยมีมูลค่าเพิ่มเท่ากับ 5,787 เหรียญสหรัฐฯต่อตันผลิตภัณฑ์ ซึ่งต่ำกว่าประเทศเยอรมันที่มีมูลค่าเพิ่มเท่ากับ 10,170 เหรียญสหรัฐฯต่อตันผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหากพิจารณาเปรียบเทียบค่าดัชนีคาร์บอนเชิงมูลค่า บนพื้นฐานมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2548 จะทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยมีค่าดัชนีคาร์บอนที่สูงกว่าประเทศเยอรมัน

4.5 แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน

งานวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติภูมิและการสำรวจจากโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยตรง สำหรับการศึกษาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยสามารถสรุปแนวทางและมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานโดยสังเขปได้ดังต่อไปนี้ ดังแสดงตารางที่ 4.3

4.5.1 การบริหารจัดการ (Management practice)

การดำเนินการด้านการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน เช่น การปรับปรุงด้านการบริหารจัดการ การบริหารบุคคลากร โครงสร้างองค์กร ตลอดจนการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในเชิงเทคนิค การลดการสูญเสียในส่วนต่างๆถือเป็นมาตรการที่สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ทำได้ง่ายด้วยต้นทุนต่ำที่สุด โรงงานอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่จะมีแรงจูงใจในการดำเนินการดังกล่าวเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดอยู่แล้ว รูปแบบที่มีการนำมาใช้โดยทั่วไปคือ การพัฒนาระบบจัดการและตรวจวัดพลังงาน (Energy audits and management system) ระบบการจัดการคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม (Environment quality management system) รวมถึงทางด้านการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะ (Benchmarking) ซึ่งจะมีการตรวจวัดและรายงานการใช้พลังงานและผลกระทบสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในประเทศไทยได้ดำเนินการด้วยระบบดังกล่าวไม่ว่าจะเป็นการดำเนินการตรวจวัดและปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงานตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 การรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามพรบ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 หรือระบบควบคุมมาตรฐานอื่นๆ เช่น มาตรฐาน ISO14000 เป็นต้น อย่างไรก็ตามการตรวจวัดและติดตามประเมินผลยังอยู่ในกรอบ

ด้านพลังงานและผลกระทบสิ่งแวดล้อมในภาพรวม โดยยังไม่มีระบบการตรวจวัดและติดตามด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานโดยตรง

4.5.2 **การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต** (Energy efficiency)

มาตรการด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิต เป็นมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งในแง่ของอุปกรณ์และเครื่องจักรในกระบวนการผลิต รวมถึงการนำเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ เช่น การนำมอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงมาใช้ เป็นต้น มาตรการดังกล่าวถือเป็นมาตรการที่ส่งผลกระทบต่อการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานค่อนข้างสูง ในขณะเดียวกันก็จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนที่สูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนใหญ่จะยังคงพึ่งพาการใช้เทคโนโลยีเดิมที่สามารถใช้งานได้และมีต้นทุนต่ำกว่า จึงทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยยังมีศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในส่วนนี้อยู่อีกไม่น้อย อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตยังจำเป็นต้องอาศัยทั้งระยะเวลาและการสนับสนุนทางด้านการเงินอย่างเพียงพอต่อการจูงใจให้เกิดการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรและกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูง

4.5.3 **การสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง** (Fuel switching)

แม้ว่าในกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนจะมีความต้องการเชื้อเพลิงเฉพาะสำหรับการใช้ในเครื่องจักรและกระบวนการผลิต แต่การใช้งานอีกหลายประเภทก็สามารถปรับเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงได้ตามความต้องการ เพื่อลดต้นทุนรวมถึงการลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นลักษณะการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงที่ใช้งานในเชิงความร้อน เช่น การเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเตาไปเป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น เพื่อลดด้านต้นทุนค่าเชื้อเพลิงและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามแนวทางดังกล่าวยังอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะขยายโครงข่ายการจัดหาก๊าซธรรมชาติทางท่อ

4.5.4 **การนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่** (Heat and power recovery)

แนวคิดของการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่มีความหมายกว้างกว่าพลังงานความร้อนเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงพลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิง หรือไอน้ำ ซึ่งถือได้ว่าเป็นตัวกลางในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทออีกด้วย เช่น การนำความร้อนของน้ำย้อมทิ้งกลับมาใช้และการผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (Combied Heat and Power; CHP) เป็นต้น

4.5.5 **การใช้พลังงานหมุนเวียน** (Renewable energy)

การใช้พลังงานหมุนเวียนของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอบางแห่งมีการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และพลังงานลม ตามศักยภาพของพื้นที่และส่วนเพิ่มอัตราการรับซื้อไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เกือบทั้งหมดจะเป็นการผลิตเพื่อขายให้การไฟฟ้าฯ และซื้อไฟฟ้าจากระบบจำหน่าย เพื่อใช้ในการกระบวนผลิตแทน เนื่องจากอัตราส่วนเพิ่มในการรับซื้อไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูง

4.5.6 **การดักเก็บและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** (Carbon Capture and Storage; CCS)

แนวคิดของการดักเก็บและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคอุตสาหกรรมเป็นเทคโนโลยีทางวิศวกรรม โดยทั่วไปจะเน้นไปที่อุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง เช่น เตาหลอมในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก เนื่องจากจำเป็นต้องมีการลงทุนสูง ทั้งยังต้องมีการพิจารณาถึงแหล่งกักเก็บในเชิงภูมิศาสตร์หรือการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บได้ไปใช้ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอีกทอดหนึ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของอุตสาหกรรมสิ่งทอในเชิงเศรษฐศาสตร์ของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ในภาคการผลิตไฟฟ้าโดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน

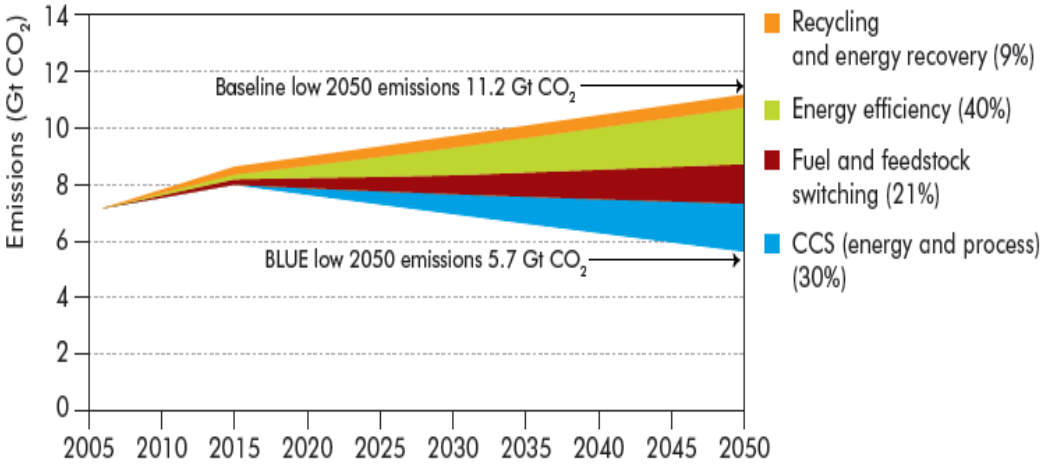
ตารางที่ 4.3 แนวทางและมาตรการในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย

แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก	**รายชื่อมาตรการ**
การบริหารจัดการ	- หุ้มฉนวนที่ วาล์ว ข้อต่อ ต่างๆ - หลีกเลี่ยงการอบแห้งมากเกินไป - ลดปริมาณอากาศระบายให้ต่ำที่สุด - การรีดน้ำออกจากผ้าก่อนการอบแห้ง
การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิต	- การเปลี่ยนแกนปั่น (Spindle) ที่มีอายุการใช้งานยาวนานและเสื่อมสภาพ - ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรหลัก เช่น มอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ และหม้อไอน้ำ เป็นต้น
การสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง	- การเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเตาและถ่านหินเป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติ
นำความร้อนกลับมาใช้ใหม่	- ใช้ความร้อนของก๊าซเสียมาอุ่นน้ำป้อนเข้าหม้อน้ำ - การนำความร้อนของน้ำย้อมทิ้งกลับมาใช้
การใช้พลังงานหมุนเวียน	- การใช้พลังงานแสงอาทิตย์

4.6 แนวการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน

จากแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและสำรวจโรงงานตัวอย่างในหัวข้อ 4.5 จะเห็นได้ว่า แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากทั้งมาตรการด้านการบริหารจัดการ การนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการใช้พลังงานหมุนเวียนได้มีกลไกการพัฒนาระบบบริหารจัดการรองรับอยู่แล้ว โดยจากการสำรวจและประเมินในเบื้องต้นของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเป็นโรงงานขนาดใหญ่ได้มีการดำเนินมาตรการต่างๆและมีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นช่องว่างสำหรับศักยภาพที่เหลือส่วนใหญ่ จึงอาจพิจารณาได้จากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กเป็นหลัก ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของ

อุตสาหกรรมทั่วโลกจากการศึกษาขององค์การพลังงานระหว่างประเทศ (IEA) ดังแสดงภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า หากไม่นับรวมเทคโนโลยีการดักเก็บและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงถือเป็นกลไกหลักสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม โดยมีสัดส่วนรวมกันมากกว่าร้อยละ 61 ของศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด



ภาพที่ 4.5 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม
ที่มา: IEA (2009)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เน้นการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานเฉพาะ 2 มาตรการ คือ 1) การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต และการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง ซึ่งถือเป็นมาตรการที่มีบทบาทต่อศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมากที่สุด ประกอบกับการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงในช่วงเวลาที่ผ่านมายังมีการลงทุนไม่มากนัก และการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง ยังอยู่ภายใต้ข้อจำกัดโครงข่ายการจัดหาก๊าซธรรมชาติทางท่อ ซึ่งแนวทางการพิจารณาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

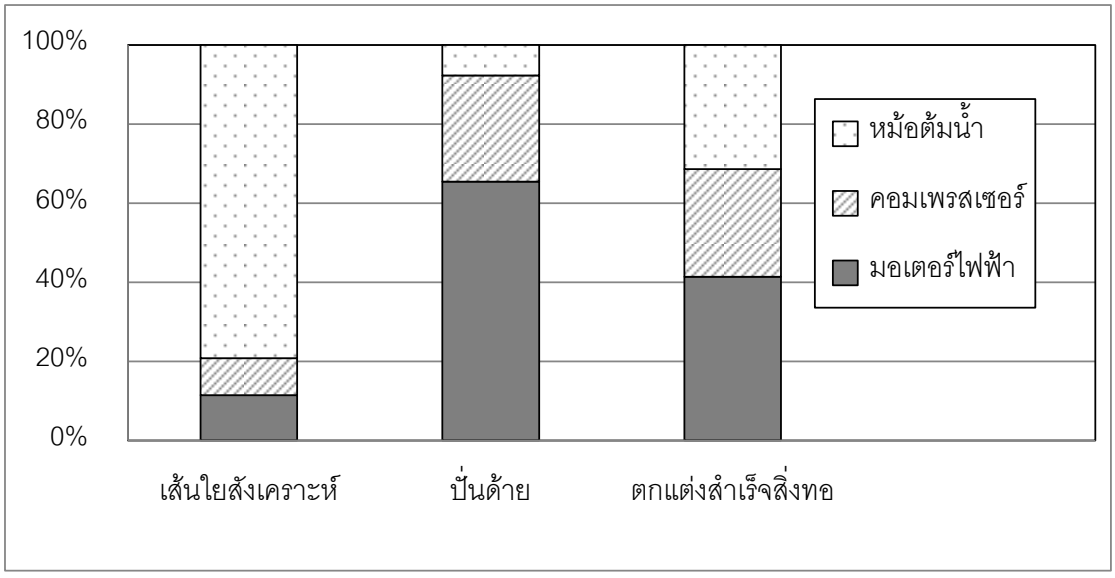
4.6.1 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิต

แนวทางการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิต จะพิจารณาจากผลการสำรวจข้อมูลเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย โดยจะพิจารณาเฉพาะเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในเกณฑ์สูง และดำเนินการคำนวณเปรียบเทียบกับข้อมูลด้านประสิทธิภาพของเครื่องจักรและเทคโนโลยีทางเลือก (Best practice) ดังแสดงภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีในกระบวนการผลิต

จากการสำรวจโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอพบว่า เครื่องจักรและเทคโนโลยีพื้นฐานที่ใช้ในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า คอมเพรสเซอร์ และหม้อต้มน้ำ โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานของเครื่องจักรและเทคโนโลยีดังต่อไปนี้

อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์มีการใช้พลังงานจากหม้อต้มน้ำประเภทน้ำมันเตามากที่สุด ในขณะที่อุตสาหกรรมปั่นด้ายและตกแต่งสำเร็จสิ่งทอมีการใช้พลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้ามากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 80, 65 และ 40 ของเครื่องจักรที่ใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 4.7 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพิจารณาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเครื่องจักรและเทคโนโลยีดังกล่าว ภายใต้สมมติฐานการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.7 สัดส่วนของเครื่องจักรและเทคโนโลยีของโรงงานที่ทำการสำรวจ

4.6.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor)

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทยโดยทั่วไป ประกอบไปด้วยการใช้งานในกระบวนต่างๆ เช่น กระบวนการปั่นด้ายและการบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น ด้วยการใช้งานในลักษณะดังกล่าวจึงทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่งเป็น

องค์ประกอบพื้นฐานของเครื่องจักรและเทคโนโลยีสำหรับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การปรับปรุงประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าจึงส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูง การปรับปรุงประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถพิจารณาได้จากปัจจัยสำคัญ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1) มาตรฐานการออกแบบ (Class) ของมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีการใช้งานโดยทั่วไป ดังแสดงตารางที่ 4.4

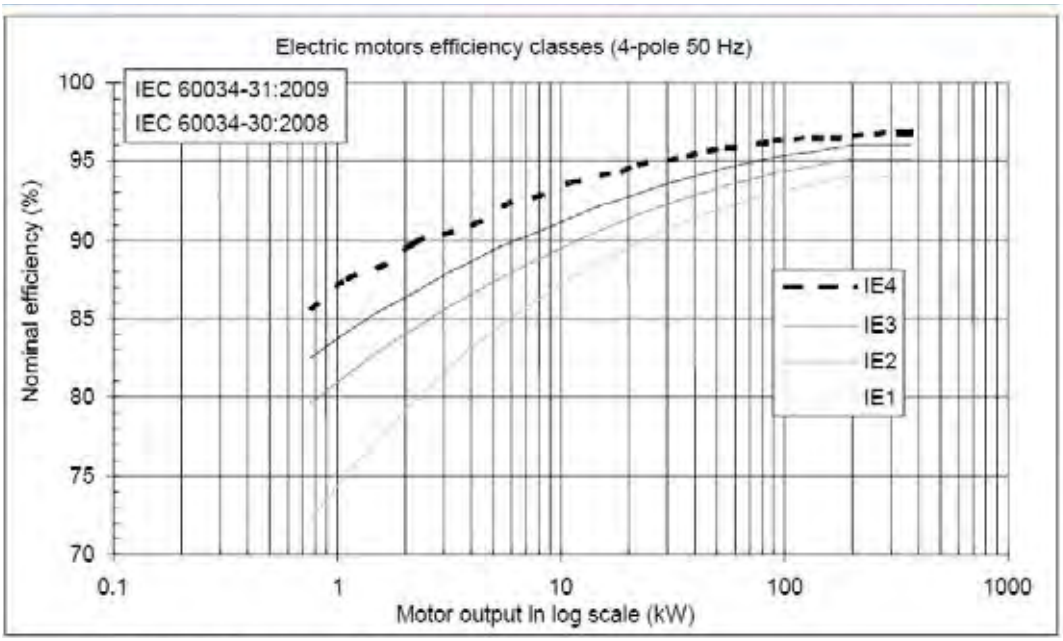
2) ขนาดและผลกระทบของมาตรฐานการออกแบบที่มีต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดแตกต่างกัน ก็จะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันตามมาตรฐานการออกแบบ ดังแสดงภาพที่ 4.8

3) โหลดการใช้งานตามพิกัดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า นอกจากขนาดและมาตรฐานการออกแบบที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า โหลดการใช้งานก็ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าเช่นกัน ดังแสดงภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.4 มาตรฐานการออกแบบ (Class) ของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไป

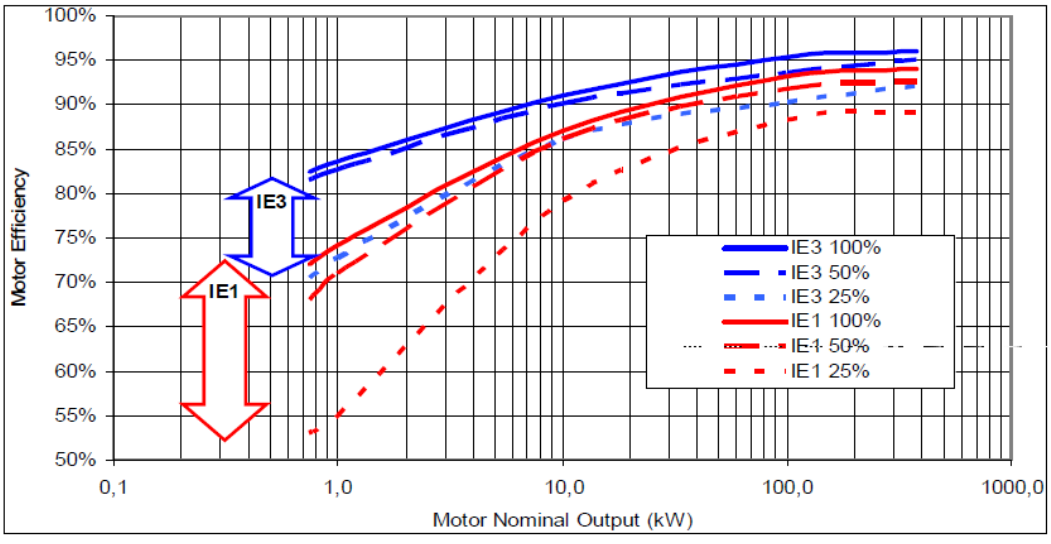
ประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า	มาตรฐานนานาชาติ	สหรัฐอเมริกา	กลุ่มสหภาพยุโรป	จีน	ออสเตรเลีย
สูงที่สุด	IE 3	NEMA Premium	IE 3	-	-
สูง	IE 2	EPAct	IE 2	Grade 1	AU2006 MEPS
มาตรฐาน	IE 1	-	IE 1	Grade 2	AU2002 MEPS

ที่มา: IEA (2011)



ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับมาตรฐานการออกแบบภายใต้มาตรฐานนานาชาติ

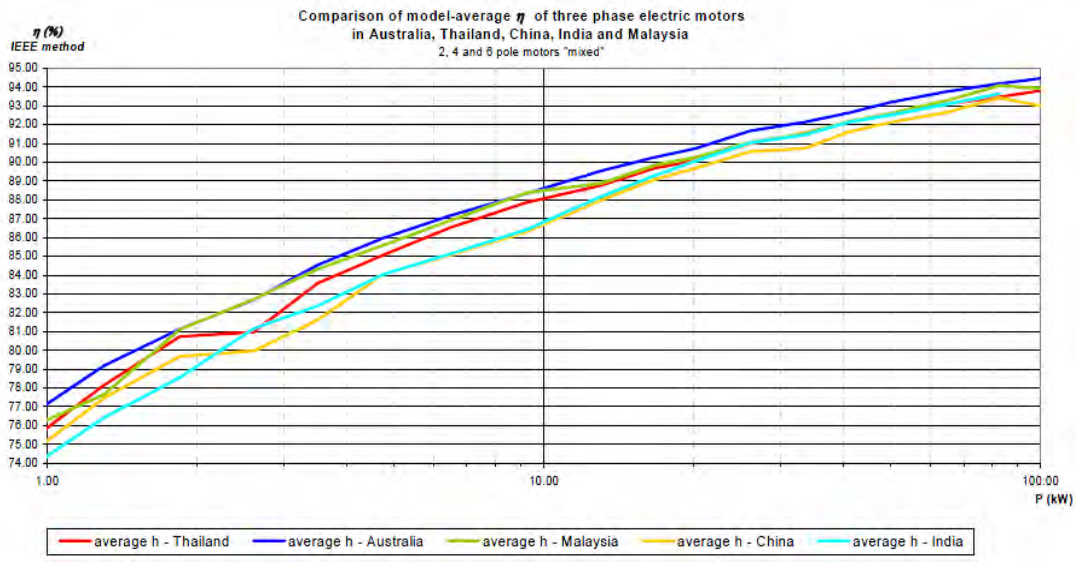
ที่มา: IEA (2011)



ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าเมื่อมีโหลดการใช้งานที่ระดับต่างๆ

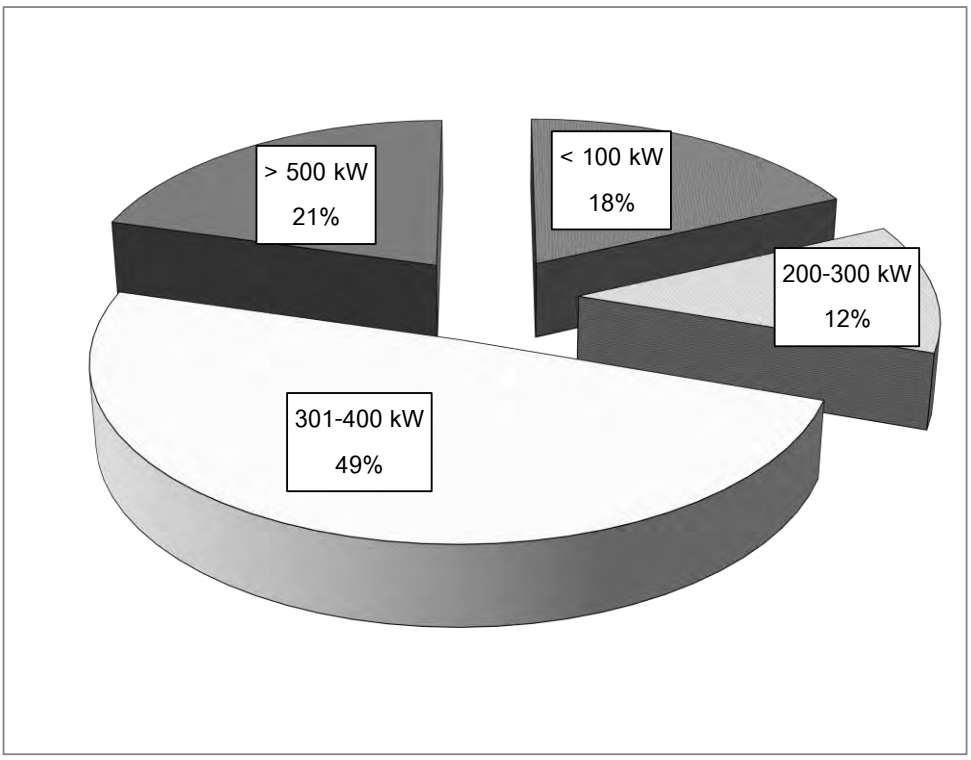
ที่มา: IEA (2011)

จากผลการศึกษาพบว่า มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานในอุตสาหกรรมของประเทศไทยและประเทศอื่นๆมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่ยังอยู่ภายใต้ระดับมาตรฐานของมาตรฐานการออกแบบนานาชาติ (Standard class: IE1) โดยมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 75-95 ดังแสดงภาพที่ 4.10 ในขณะที่มอเตอร์ประสิทธิภาพระดับสูงที่สุด (Premium class: IE3) จะมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 83-97 ตามขนาดและพิกัดการใช้งาน และจากการสำรวจโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่า ขนาด 3001-400 กิโลวัตต์ (kW) มีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ คิดเป็นร้อยละ 49 รองลงมาคือ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดสูงกว่า 500 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 21 มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดต่ำกว่า 100 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 18 และมอเตอร์ขนาด 201-300 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 12 และยังอยู่ภายใต้ระดับมาตรฐานของมาตรฐานการออกแบบนานาชาติ (Standard class: IE1) ดังแสดงภาพที่ 4.11 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า โดยพิจารณามอเตอร์ไฟฟ้าระดับสูงที่สุดของโหลดเต็มพิกัด (IE 3, 100%) ซึ่งโหลดเต็มพิกัด (Full load) คือ ค่าแรงม้า (Horse Power; HP) หรือค่ากิโลวัตต์ตามขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโหลดการใช้งาน จะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 4.10 ประสิทธิภาพเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันสำหรับประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ

ที่มา: Australian Greenhouse Office (2005)



ภาพที่ 4.11 สัดส่วนการใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจากโรงงานที่ทำการสำรวจ

4.6.1.2 หม้อต้มน้ำ (Boiler)

หม้อต้มน้ำเป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับกระบวนการผลิตไอน้ำการอบและการให้ความร้อนในรูปแบบต่างๆรวมถึงการนำไอน้ำไปใช้งานในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนร้อนชนิดต่างๆ เช่น คอนเดนเซอร์ เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีหม้อต้มน้ำที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 แบบคือแบบท่อไฟ (Fire-tube boiler) และแบบท่อน้ำ (Water-tube boiler) โดยแบบท่อไฟจะมีขนาดไม่เกิน 12 ตันต่อชั่วโมงที่ความดัน 10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะที่แบบท่อน้ำจะมีช่วงการทำงานที่กว้างกว่าคือ มีขนาดตั้งแต่ 1-1000 ตันต่อชั่วโมงที่ความดัน 10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรและยังสามารถทำงานที่ช่วงความดันสูงมากๆได้ ประสิทธิภาพของหม้อต้มน้ำเป็นตัวชี้วัดสำหรับการแปรรูปพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ใช้ไปสู่พลังงานความร้อนในรูปไอน้ำ ซึ่งจากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่า หม้อต้มน้ำที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเป็นแบบมาตรฐานใช้น้ำมันเตา และมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 85.2 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อต้มน้ำแบบมาตรฐานให้เท่ากับค่าเฉลี่ยของหม้อต้มน้ำประสิทธิภาพสูง

(Benchmark combustion efficiency) แบบใช้น้ำมันเตา ซึ่งมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 89.6 ดังแสดงตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพเฉลี่ยเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพสูงสุดของหม้อต้มน้ำ

ประสิทธิภาพ (%)	**ชนิดเชื้อเพลิง**			
	ถ่านหิน	**น้ำมันเตา**	**ก๊าซธรรมชาติ**	**ชีวมวล**
Benchmark combustion efficiency	90.3	89.6	85.7	-
Actual efficiency (Full load)	85	80	75	70
Actual efficiency (Low load)	75	72	70	60

ที่มา: IEA (2011)

4.6.1.3 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์เป็นเทคโนโลยีของส่วนประกอบในเครื่องทำความเย็นที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการทำความเย็นมากที่สุด การทำงานของคอมเพรสเซอร์อยู่บนพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นหลัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ให้เท่ากับประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าที่สูงที่สุด ซึ่งพิจารณาจากมาตรฐานการออกแบบ (Class) ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า และโหลดการใช้งานตามพิกัดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 4.6.1.1

ประสิทธิภาพการใช้งานในปัจจุบันและการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดของเครื่องจักรและเทคโนโลยีแต่ละชนิดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปโดยสังเขป ดังแสดงตารางที่ 4.6 และสามารถนำมาคำนวณและวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังแสดงตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพเฉลี่ยของเทคโนโลยีปัจจุบันและประสิทธิภาพสูงที่สุดสำหรับเครื่องจักรพื้นฐาน

เครื่องจักรพื้นฐาน	**การใช้งานปัจจุบัน**		**การปรับปรุงประสิทธิภาพ**	
	เทคโนโลยี	**ประสิทธิภาพ**	**เทคโนโลยี**	**ประสิทธิภาพ**
มอเตอร์ไฟฟ้า	แบบมาตรฐาน IE 1	ร้อยละ 85-89	แบบมาตรฐาน IE 2	ร้อยละ 93-95
			แบบมาตรฐาน IE 3	ร้อยละ 94-96
หม้อต้มน้ำ	แบบมาตรฐาน ใช้น้ำมันเตา	ร้อยละ 85.2	หม้อต้มน้ำ ประสิทธิภาพสูง	ร้อยละ 89.6

ตารางที่ 4.7 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี

สาขาอุตสาหกรรม	**ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก**	**พิจารณาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกรายเครื่องจักร**		
		มอเตอร์ไฟฟ้า (%)	**คอมเพรสเซอร์ (%)**	**หม้อต้มน้ำ (%)**
	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq)			
เส้นใยสังเคราะห์	10,849	3,580 (33%)	5,416 (49%)	1,952 (18%)
ปั่นด้าย	119,682	80,186 (67%)	33,511 (28%)	5,984 (5%)
ตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ	24,202	13,069 (54%)	8,470 (35%)	2,662 (11%)
รวม	154,733	96,836 (62.6%)	47,298 (30.6%)	10,599 (6.8%)

จากตารางที่ 4.7 พบว่า เมื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด จะสามารถทำให้มีศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน 0.15 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6.34 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย โดยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเครื่องจักรและเทคโนโลยี ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้า คอมเพรสเซอร์ และหม้อต้มน้ำ โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 62.6, 30.6 และ 6.8 ตามลำดับ เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ส่วนใหญ่ยังอยู่ภายใต้ระดับมาตรฐานของมาตรฐานการออกแบบ (Standard class: IE1) ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 85-89 ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่สุด (Premium class: IE3) จะมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 94-96 ตามขนาดและพิกัดของการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า มอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยนั้นยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่สุดอยู่มาก ส่วนหม้อต้มน้ำแบบมาตรฐานใช้น้ำมันเตาที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันของอุตสาหกรรมสิ่งทอ มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 85.2 ในขณะที่หม้อต้มน้ำแบบมาตรฐานใช้น้ำมันเตาประสิทธิภาพสูงที่สุดมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 89.2 ซึ่งถือได้ว่ามีประสิทธิภาพไม่ต่างจากหม้อต้มน้ำแบบมาตรฐานประสิทธิภาพสูงที่สุดมากนัก ดังนั้นมอเตอร์ไฟฟ้าจึงเป็นเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยมากที่สุด และเมื่อนำสัดส่วนการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอมาพิจารณากับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของภาพรวมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย จะทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 0.34 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

4.6.2 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง

แนวทางการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจะพิจารณาจากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำมันเตา เนื่องจากมีสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงประเภทพลังงานความร้อนมากที่สุด และคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 17 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 ภายใต้สมมติฐานที่กำหนดให้ทุกโรงงานที่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นพลังงานความร้อนมีการเปลี่ยนเชื้อเพลิง

มาใช้ก๊าซธรรมชาติทั้งหมด สมมติฐานดังกล่าวอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการพัฒนาโครงข่ายท่อก๊าซธรรมชาติรองรับกับความต้องการพลังงานในเชิงความร้อน และการกำหนดราคาก๊าซธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมยังอยู่ในระดับที่จูงใจให้ผู้ประกอบการนำก๊าซธรรมชาติทดแทนการใช้น้ำมันเตา ดังแสดงตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง

อุตสาหกรรมสิ่งทอ	ปริมาณการใช้น้ำมันเตา	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก*		ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก
		น้ำมันเตา	ก๊าซธรรมชาติ	
	หน่วย			
	เทระจูล (TJ)	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเทระจูล		ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
1. ภาพรวมประเทศไทย	6,168	77.65	56.15	132,585
2. โรงงานควบคุมทั้งหมด	2,457			52,825
2.1 เส้นใยสังเคราะห์	1,232			26,474
2.2 ปั่นด้าย	483			10,374
2.3 ทอผ้า	407			8,759
2.4 ตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ	164			3,526
2.5 เสื้อผ้าสำเร็จรูป	172			3,691

หมายเหตุ: ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทดังแสดงตารางที่ ข-1

จากตารางที่ 4.8 เมื่อพิจารณาโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่า การสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาไปเป็นก๊าซธรรมชาติ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 0.05 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 2.16 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโรงงานควบคุม โดยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากโรงงานควบคุมเส้นใยสังเคราะห์ได้มากที่สุดประมาณ 0.26 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50.11 เนื่องจากโรงงานควบคุมเส้นใยสังเคราะห์ส่วนใหญ่ใช้พลังงานจากน้ำมันเตาเป็นหลัก และเมื่อพิจารณาภาพรวมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย พบว่า การสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาไปเป็นก๊าซธรรมชาติ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 0.13 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

4.7 การจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคต

การจำลองภาพเหตุการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน เพื่อศึกษาค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยในอนาคต สามารถจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.7.1 ภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน (Baseline Scenario)

งานวิจัยนี้ได้จัดทำภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน โดยกำหนดสมมติฐานต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การขยายตัวทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยเติบโตเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศไทย

2) สัดส่วนโครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับโครงสร้างเศรษฐกิจอุตสาหกรรมในปัจจุบัน (พ.ศ. 2553)

3) ความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2545 พิจารณาจากค่าความเข้มข้นพลังงานในปัจจุบัน

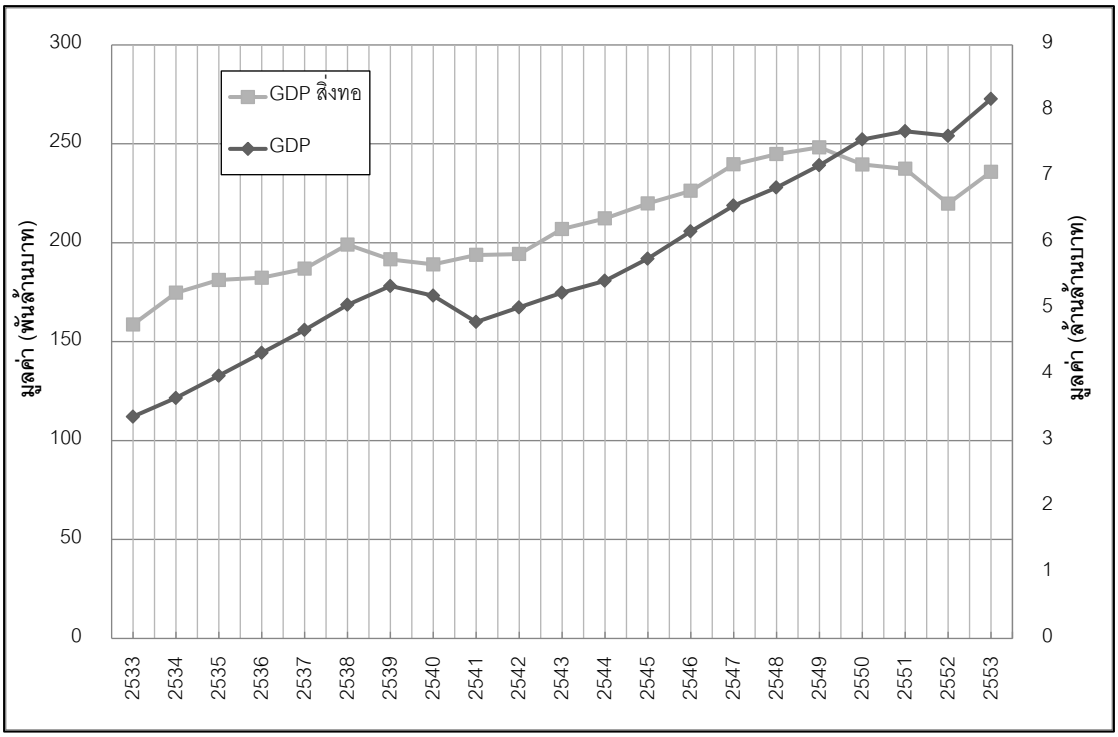
4) พิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในอนาคต โดยจะใช้สัดส่วนเดียวกับการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดในปัจจุบัน

5) เครื่องจักรและเทคโนโลยี อยู่บนพื้นฐานของเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

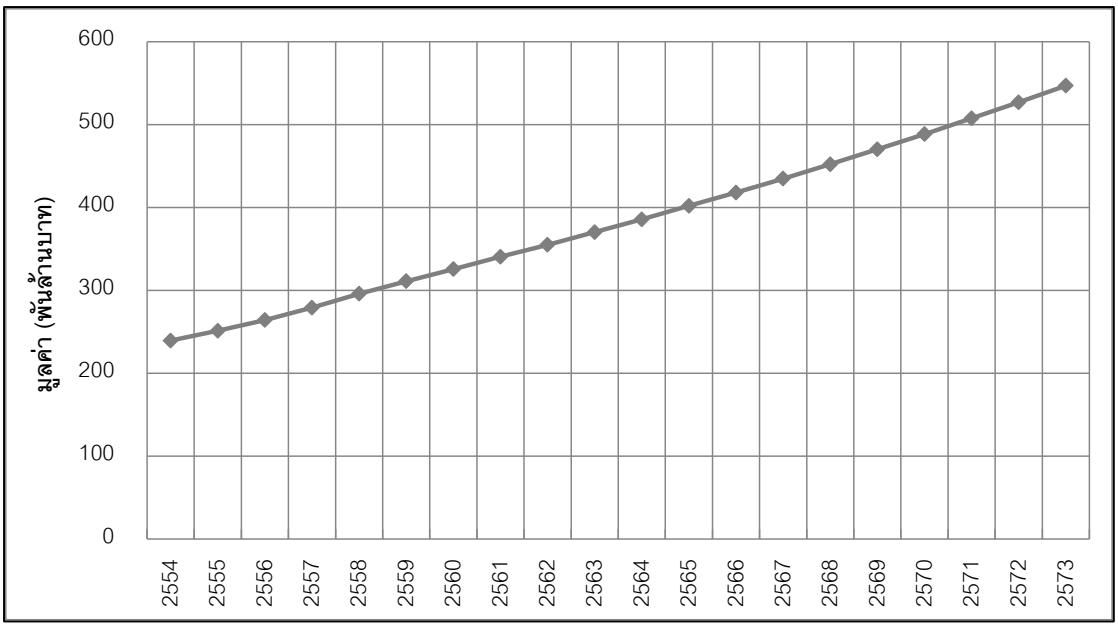
4.7.1.1 การขยายตัวทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ในการศึกษาจำเป็นต้องมีการคาดการณ์การขยายตัวของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต ซึ่งต้องมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดทิศทางการเติบโตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ แต่ในภาคส่วนของอุตสาหกรรมสิ่งทอเองไม่มีการคาดการณ์ในระยะยาว เนื่องจากอุตสาหกรรมสิ่งทอมีความผันผวนค่อนข้างสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงคาดการณ์ทิศทางดังกล่าว จากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross Domestic Product; GDP) ประกอบกับการคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในอนาคตจากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าฉบับเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ดังแสดงตารางที่ ข-4

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พบว่า ในปี พ.ศ. 2543 ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2545 ของประเทศไทย มีมูลค่า 3,363,130 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 8,180,703 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2553 และผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2545 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ในปี พ.ศ. 2543 มีค่าเท่ากับ 158,661 ล้านบาทและเพิ่มขึ้นเป็น 235,822 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2553 เมื่อนำมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2545 ของประเทศไทยและอุตสาหกรรมสิ่งทอ มาสร้างกราฟเปรียบเทียบเพื่อดูแนวโน้มของมูลค่าที่เพิ่มขึ้น พบว่ามูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่าที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเมื่อเทียบกับมูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2545 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ จะเห็นได้ว่า แนวโน้มการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยและอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกันตามสภาวะเศรษฐกิจ ดังแสดงภาพที่ 4.12 จึงกล่าวได้ว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญกับเศรษฐกิจของประเทศไทย ดังนั้นในระยะยาวจึงสามารถใช้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของประเทศไทย และมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของอุตสาหกรรมสิ่งทอเทียบกับการคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในอนาคตจากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการกำหนดสมมติฐานทิศทางการเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต ดังแสดงภาพที่ 4.13



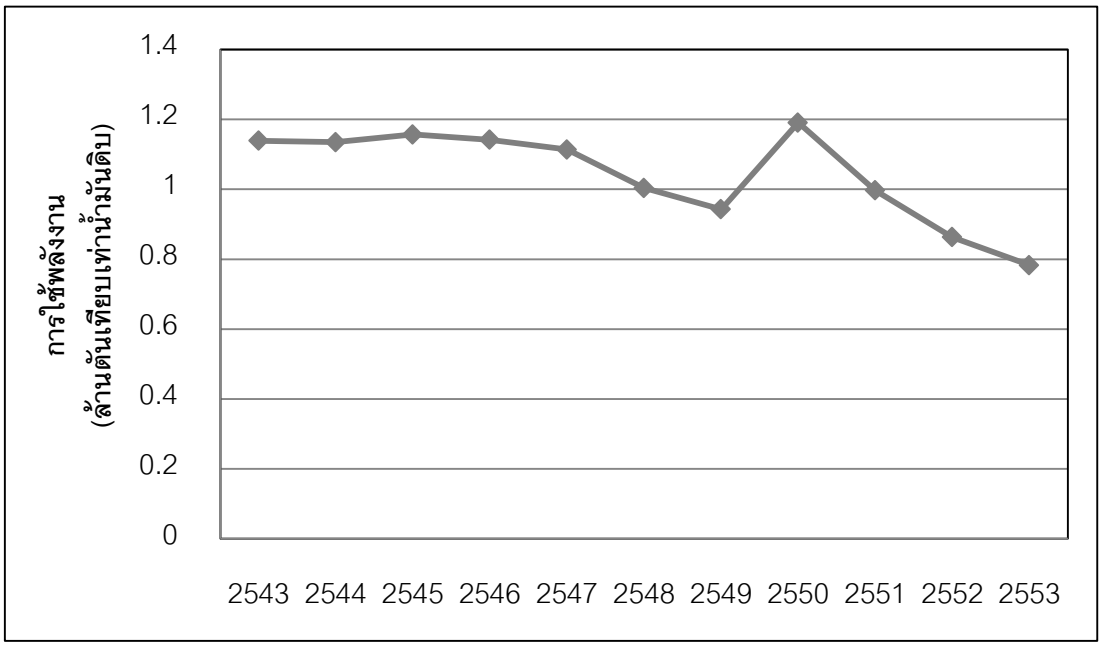
ภาพที่ 4.12 ทิศทางการเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2554)



ภาพที่ 4.13 ทิศทางแนวโน้มการเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต (ปี พ.ศ. 2554 -2573)

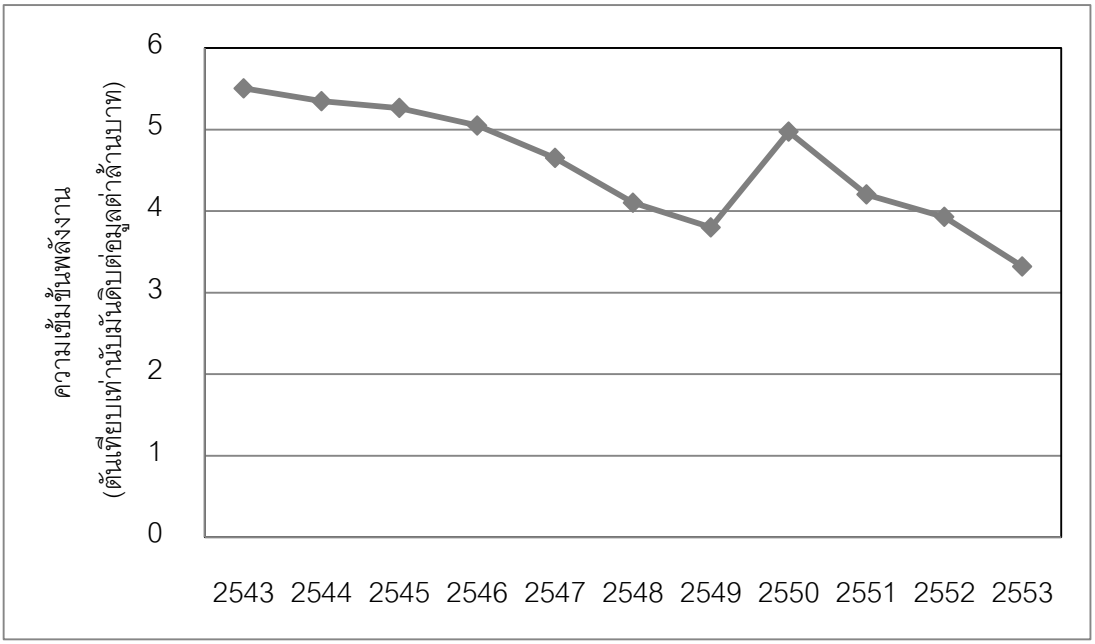
4.7.1.2 ความเข้มข้นการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Energy Intensity)

จากแนวโน้มผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ปีพ.ศ. 2545 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2543- 2553) จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแนวโน้มการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งมีแนวโน้มการใช้พลังงานที่ลดลงเล็กน้อย ดังแสดงภาพที่ 4.14 และเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาพรวมของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งแสดงในรูปของความเข้มข้นการใช้พลังงาน บนพื้นฐานผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ปีพ.ศ. 2545 ในหน่วยตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อล้านบาท (TOE/MillionTHB) ดังแสดงภาพที่ 4.15 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันไม่แตกต่างไปจากในช่วงอดีตผ่านมามากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดสมมติฐานให้ค่าความเข้มข้นพลังงานในอนาคต (พ.ศ. 2554-2573) ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ มีค่าเท่ากับ 3.32 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อล้านบาท ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นพลังงานในปัจจุบัน (พ.ศ. 2553) เพื่อให้สามารถหาปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคตต่อไปได้



ภาพที่ 4.14 แนวโน้มการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

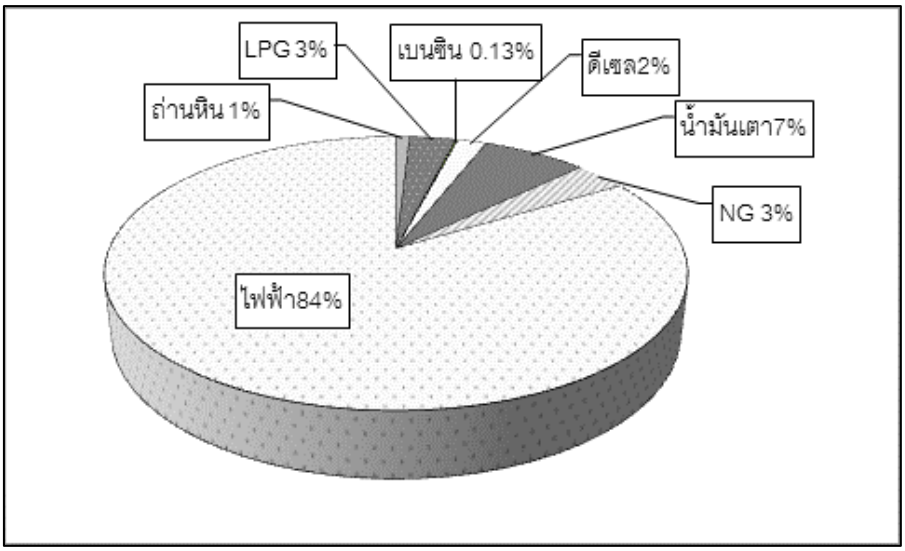
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2554)



ภาพที่ 4.15 ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2554)

4.7.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2553

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 783 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ประกอบด้วย ถ่านหิน (Coal) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid Petroleum Gas; LPG) น้ำมันเบนซิน (Benzene) น้ำมันดีเซล (Diesel) น้ำมันเตา (Fuel Oil) ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas; NG) และไฟฟ้า (Electricity) โดยพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอเท่ากับ 665 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 84 ของปริมาณการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย ดังแสดงภาพที่ 4.16 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการกำหนดสมมติฐานให้สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต (พ.ศ. 2554-2573) ให้มีสัดส่วนเดียวกับการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในปัจจุบัน (พ.ศ. 2553) เพื่อใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคตต่อไป



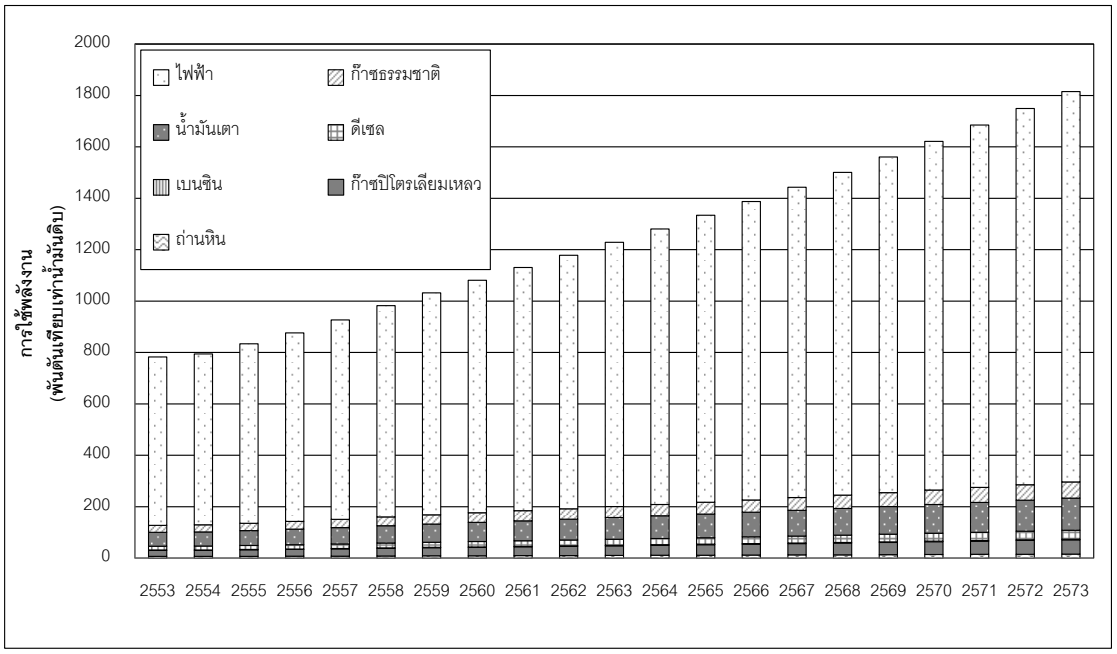
ภาพที่ 4.16 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปี พ.ศ. 2553
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2554)

4.7.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในอุตสาหกรรมสิ่งทอปี พ.ศ. 2554-2573

จากสมมติฐานต่างๆในข้างต้น สามารถนำมาจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทต่างของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต (พ.ศ. 2554-2573) ได้ดังต่อไปนี้

การใช้พลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในปี พ.ศ. 2553 มีค่าเท่ากับ 783 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบและเพิ่มขึ้นเป็น 1,816 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 655 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 1,519 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 รองลงมา คือ น้ำมันเตาเท่ากับ 55 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 125 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 การใช้เชื้อเพลิงลำดับต่อมา คือ ก๊าซธรรมชาติเท่ากับ 27 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 63 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเท่ากับ 24 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 56 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 น้ำมันดีเซลเท่ากับ 15 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี

พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 35 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 ถ่านหินเท่ากับ 7 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 16 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2573 และน้ำมันเบนซินเท่ากับ 1 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 2 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมสิ่งทอในอนาคต ปี พ.ศ. 2553-2573

4.7.2 **ภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่าง ๆในอนาคต** (Alternative Scenarios)

งานวิจัยนี้ได้จัดทำภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆ 2 กรณี ได้แก่ 1) กรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี และ 2) กรณีการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.7.2.1 ภาพเหตุการณ์กรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี (Ennergy Efficiency; EE)

การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี พิจารณาจากการศึกษาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในหัวข้อที่ 4.6 ภายใต้สมมติฐานการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอย่างเต็มศักยภาพ

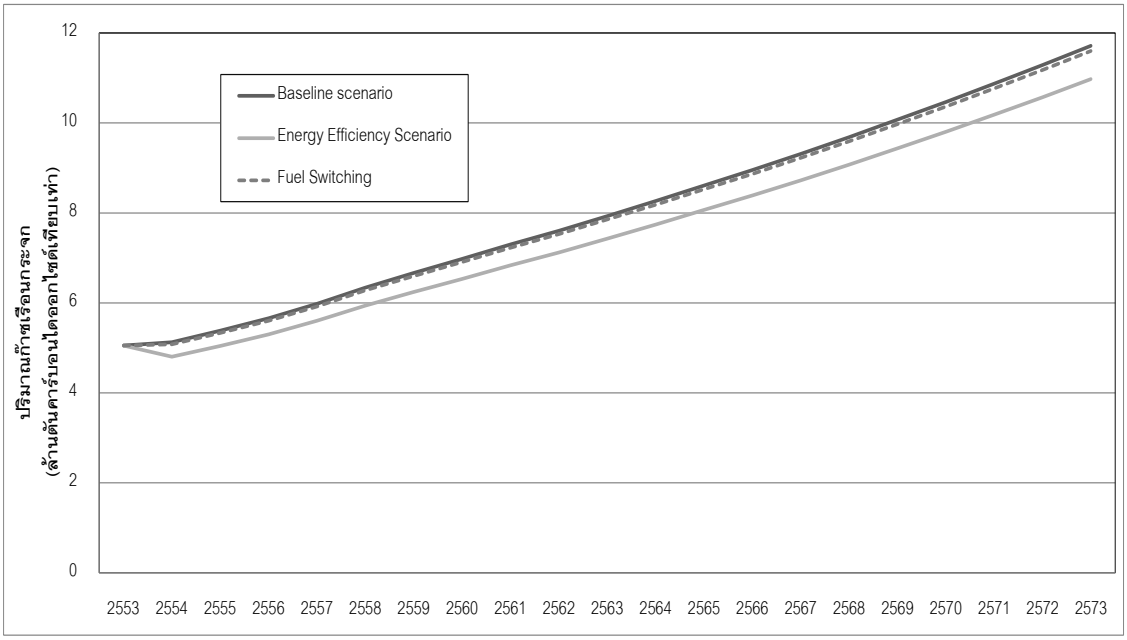
4.7.2.2 ภาพเหตุการณ์กรณีสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching; FS)

การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง พิจารณาจากข้อมูลปีฐาน (พ.ศ. 2553) ซึ่งเชื้อเพลิงที่ถูกใช้เป็นพลังงานความร้อนมากที่สุด คือ น้ำมันเตา โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 7 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย จึงทำการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาไปเป็นก๊าซธรรมชาติ ภายใต้สมมติฐานที่กำหนดให้ทุกโรงงานที่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นพลังงานความร้อนมีการเปลี่ยนเชื้อเพลิงมาใช้ก๊าซธรรมชาติทั้งหมด โดยสมมติฐานดังกล่าวอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการพัฒนาโครงข่ายท่อก๊าซธรรมชาติรองรับกับความต้องการพลังงานในเชิงความร้อน และการกำหนดราคาก๊าซธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมยังอยู่ในระดับที่จูงใจให้ผู้ประกอบการนำก๊าซธรรมชาติทดแทนการใช้น้ำมันเตา

4.7.3 การเปรียบเทียบภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่าง ๆ

การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานและภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆ สามารถนำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานแสดงดังภาพที่ 4.18 และค่าดัชนีคาร์บอนเชิงมูลค่า ซึ่งอยู่บนพื้นฐานมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ 2545 ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยจากการจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐาน พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 5.10 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มเป็น 11.72 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และค่าดัชนีคาร์บอนเท่ากับ 21.42 ตันคาร์บอนได

ออกไซด์เทียบเท่าต่อล้านบาทในปี พ.ศ. 2573 ในขณะที่จากการจำลองภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆ พบว่า ภาพเหตุการณ์กรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยี (EE) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานเท่ากับ 5.10 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มเป็น 10.97 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และค่าดัชนีคาร์บอนเท่ากับ 20.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อล้านบาทในปี พ.ศ. 2573 ส่วนภาพเหตุการณ์กรณีสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง (FS) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานเท่ากับ 5.10 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มเป็น 11.60 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าและค่าดัชนีคาร์บอนเท่ากับ 21.21 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อล้านบาทในปี พ.ศ. 2573



ภาพที่ 4.18 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ปี พ.ศ. 2553-2573

จากภาพที่ 4.18 การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีทางเลือกต่างๆทำให้ทราบถึงศักยภาพของการลดก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยในอนาคต โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีและการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทยได้ประมาณ 0.74 และ 0.11 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 6.34 และ 0.97 ตามลำดับ และหากนำ

ทั้ง 2 มาตรการมาใช้อย่างเต็มศักยภาพ จะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ทั้งหมดเท่ากับ 0.85 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และค่าดัชนีคาร์บอนสามารถลดลงได้เท่ากับ 19.86 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อล้านบาทในปี พ.ศ. 2573 ดังนั้นหากอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยทำการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีและสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงไปเป็นก๊าซธรรมชาติอย่างเต็มศักยภาพในอนาคต จะทำให้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในอนาคตได้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาดัชนีคาร์บอนและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน ตลอดจนการจำลองภาพเหตุการณ์ในอนาคตสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1) ภาพรวมค่าดัชนีคาร์บอนเชิงมูลค่า บนพื้นฐานมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2548 และเชิงกายภาพ บนพื้นฐานปริมาณการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 มีค่าเท่ากับ 0.31 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าเหรียญสหรัฐฯ และ 1.79 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีคาร์บอนเชิงกายภาพของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไทย พบว่า อุตสาหกรรมทอผ้ามีค่าดัชนีคาร์บอนสูงที่สุดเท่ากับ 4.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ อุตสาหกรรมตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ ปั่นด้าย ผลิตเครื่องนุ่งห่ม และผลิตเส้นใยสังเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 3.61, 2.89, 2.84 และ 1.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

2) การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีและการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาไปเป็นก๊าซธรรมชาติ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมสิ่งทอในปี พ.ศ. 2550 ได้เท่ากับ 0.15 และ 0.05 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ โดยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมาคือ คอมเพรสเซอร์ และหม้อต้มน้ำ คิดเป็นร้อยละ 62.6, 30.6 และ 6.8 ตามลำดับ และการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิง สามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ อุตสาหกรรมปั่นด้าย ทอผ้า ตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ และผลิตเครื่องนุ่งห่ม คิดเป็นร้อยละ 50.12, 19.64, 16.58, 6.67 และ 6.99 ตามลำดับ โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีและการสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงสามารถลดก๊าซเรือนกระจกของภาพรวมอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยได้เท่ากับ 0.34 และ 0.13 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ

3) การจำลองภาพเหตุการณ์กรณีพื้นฐานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยเท่ากับ 5.10 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2553 เพิ่มเป็น 11.72 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นค่าดัชนีคาร์บอน 21.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อล้านบาทในปี พ.ศ. 2573 ในขณะที่ภาพเหตุการณ์ทางเลือกกรณีปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีและภาพเหตุการณ์กรณีสับเปลี่ยนเชื้อเพลิงไปเป็นก๊าซธรรมชาติ มีศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 6.34 และ 0.97 ในปี พ.ศ. 2573 ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ในภาคการผลิตจะส่งผลต่อศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมสิ่งทออย่างมีนัยสำคัญ

2. ควรวิเคราะห์ความคุ้มทุนและต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการปรับปรุงเครื่องจักรและเทคโนโลยีเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

3. ควรศึกษาภาพอนาคตของการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. กระทรวงพลังงาน. 2548. คู่มือชุดความรู้ การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. กระทรวงพลังงาน. 2551. รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2550. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th [2553, สิงหาคม 5].

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. กระทรวงพลังงาน. 2554. รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2553. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th [2555, ตุลาคม 5].

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: www2.diw.go.th/ safety/pdf/คู่มืออนุรักษ์พลังงาน. [2553, ธันวาคม 5]

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมพิมพ์ผ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย: ดี เอ็ม พริ้นติ้ง.

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอ. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http:// www.diw.go.th [25 ธันวาคม 2553]

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. LCA: เครื่องมือสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีเขียว กรณีศึกษา LCA ในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ และอุตสาหกรรมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.

พิศิษฏ์ จารุมณีโรจน์. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนต้นน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูมิพัฒน์ กุลทรัพย์อรุชา. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนกลางน้ำ: การประยุกต์ดัชนีดิวีเซีย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2555. สถิติสิ่งทอไทย 2554/2555. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: อาร์ตแอนด์พาร์ท อัพเดต.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. สำนักนายกรัฐมนตรี. 2555. สถิติบัญชีประชาชาติของประเทศไทย พ.ศ. 2554. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=94. [2555, ธันวาคม 15]

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2554. แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573 (PDP 2010 rev 3). [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/power/PDP2010 /PDP2010-rev3.pdf [2555, มีนาคม 4]

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2555. สรุปสภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2555 และแนวโน้มปี 2556. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.oie.go.th [2556, มกราคม 20]

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2553. รายงานสรุปผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ประจำปี 2553. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: www.tgo.or.th [2554, ธันวาคม 25]

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2555. อภิธานคำศัพท์และคำย่อด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกปี 2555. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: www.tgo.or.th [2555, ตุลาคม 20]

ภาษาอังกฤษ

Aranda-Uson, A., Ferreira, G., Mainar-Toledo, M.D., Scarpellini, S., Sastresa, E.L. 2012. Energyconsumption analysis of Spanish food and drink, textile, chemaical and non-metallic mineralproducts sectors. Energy. 42: 477-485.

Australian Greenhouse Office. 2005. Benchmarking of Electric Motor Efficiency Levels in Five Asian Countries. Available from: http://s3.amazonaws.com/zanran_storage /www.iea.org/ContentPages/10984895.pdf. [2012, Oct 12]

Hong, G.B., Su, T.L., Lee, J.D., Hsu, T.C., Chen, H.W.. 2010. Energy conservation potential in Taiwanese textile industry. Energy Policy. 38: 7048-7053

International Energy Agency (IEA). 2009. Industry overview in Energy Technology Transitions for Industry. Paris, France, ch.1, pp. 29 – 46

International Energy Agency (IEA). 2011. Electric motor-driven system and application in Energy Efficiency Policy Opportunity for Electric MotorDriven System. Paris, France, ch.2, pp. 20 – 27

International Energy Agency (IEA), 2011. Industrial combustion boilers. Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP), France, Paris, Technology Brief, I01.

Martinez, C.I.P.. 2010. Energy use and energy efficiency development in the German and Colombian textile industries. Energy for Sustainable Development. 14: 94-103.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Stationary combustion in IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol.2. Energy, ch. 2, pp. 2.1 – 2.47.

The World Bank. 2010. Textiles and clothing (% of value added in manufacturing). Available from: http://data.worldbank.org/indicator/NV.MNF.TXTL.ZS.UN [2012, NOV 7]

United Nations. 2010. ISIC Rev.3.1 (International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Rev.3.1). Available from: http://unstats.un.org/unsd/cr/ registry/regcst.asp?Cl=17 [2012, NOV 7]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบสำรวจค่าดัชนีคาร์บอนของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

1. ข้อมูลโรงงาน

ชื่อโรงงาน/บริษัท โรงงาน ก .....
สถานที่ตั้ง .....
โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....
เว็บไซต์ .....
กรรมการผู้จัดการ/ผู้บริหาร .....
ผู้ให้ข้อมูล .....
ตำแหน่ง ..... โทรศัพท์ .....
อีเมล .....

2. ลักษณะการประกอบกิจการ

[/] บริษัทมหาชน [ ] กิจการร่วมทุนในกลุ่มคนไทย
[ ] กิจการร่วมทุนกับต่างชาติ [ ] อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

3. ลักษณะอุตสาหกรรม

[/] อุตสาหกรรมปั่นด้าย (ISIC NO.3211) [/] อื่นๆ (โปรดระบุ).....

4. ผลิตภัณฑ์ (โปรดระบุ) เส้นด้าย .....

ตารางที่ ก-1 ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์

ชนิดผลิตภัณฑ์	ปริมาณการผลิต	หน่วย
1. เส้นด้าย	3,522	ตัน
2.		
3.		
4.		

5. ระบบบริหารจัดการ

[ ] ISO 9001 [/] ISO 14001 [ ] อื่น (ระบุ).....

6. ปีของข้อมูล 2550

ตารางที่ ก-2 ชนิดของพลังงานที่ใช้รวมทั้งสถานประกอบการ

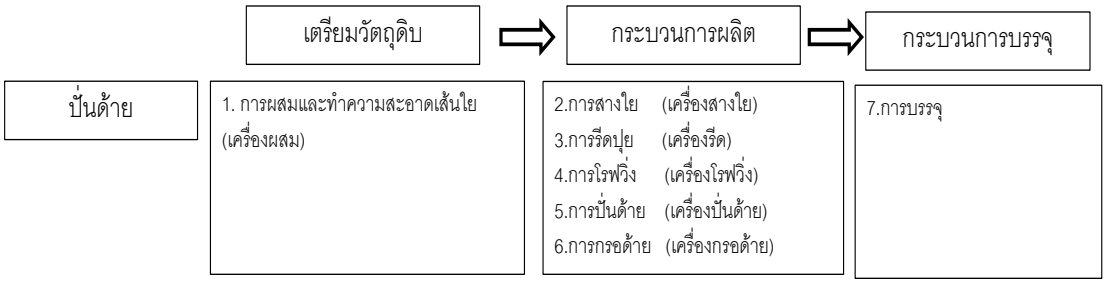
ชนิดพลังงาน	ปริมาณที่ใช้ (kWh/year)				
ไฟฟ้า	[ ] ผลิตไฟฟ้าใช้เอง				
	[ ] ผลิตไฟฟ้าออกขาย				
	[/] ซื้อไฟฟ้ามาใช้เอง 347,676,45				
ชนิดพลังงาน	การใช้พลังงาน				
	ปริมาณที่ใช้ผลิตไฟฟ้า (Unit/year)	ปริมาณที่ใช้ผลิตความร้อน (Unit/year)	ค่าความร้อนเฉลี่ย (MJ/Unit)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หมายเหตุ
[ ] น้ำมันเตา	-	138,679	-	-	ลิตร
[ ] น้ำมันดีเซล	-	-	-	-	-
[ ] ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	-	-	-	-	-
[ ] ก๊าซธรรมชาติ	-	-	-	-	-
[ ] ถ่านหิน	-	-	-	-	-

ตารางที่ ก-2 (ต่อ) ชนิดของพลังงานที่ใช้รวมทั้งสถานประกอบการ

ชนิดพลังงาน	การใช้พลังงาน				
	ปริมาณที่ใช้ผลิตไฟฟ้า (Unit/year)	ปริมาณที่ใช้ผลิตความร้อน (Unit/year)	ค่าความร้อนเฉลี่ย (MJ/Unit)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หมายเหตุ
[ ] ไอน้ำ	-	-	-	-	-
[ ] พลังงานหมุนเวียน (โปรดระบุ)	-	-	-	-	-
[ ] อื่นๆ (โปรดระบุ)	-	-	-	-	-

7. แผนผังกระบวนการผลิต

7.1 ตัวอย่างผังภาพกระบวนการผลิตทั่วไป



ภาพที่ ก-1 ตัวอย่างกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

7.2 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตและคำอธิบายของแต่ละกระบวนการผลิตของโรงงาน

8. เครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ ก-3 เครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต / เครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร /อุกรณ์	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง			
		ชนิด	ปริมาณ	หน่วย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ซื้อเครื่องจักร/อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต (ระบุรายละเอียด เช่น รุ่น กำลัง ขนาด)					
1. คอมเพรสเซอร์ขนาด 250 kW	4	ไฟฟ้า	3,638,120	kW	-
2. คอมเพรสเซอร์ขนาด 55 kW	4	ไฟฟ้า	1,034,268	kW	-
3. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 60 kW	43	ไฟฟ้า	4,854,716	kW	-
4.มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 40 kW	15	ไฟฟ้า	1951392	kW	-
5. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 25 kW	7	ไฟฟ้า	995352	kW	-
6.หม้อต้มน้ำขนาด 2 ตัน	2	น้ำมันเตา	4411966	ลิตร	-

9. เวลาทำงานปกติของโรงงาน

[ ] 8 ชั่วโมงต่อวัน [ ] 16 ชั่วโมงต่อวัน [/] 24 ชั่วโมงต่อวัน

[ ] อื่นๆ (โปรดระบุ).....

10. โรงงานดำเนินการผลิต.....วันต่อปี

11. ในกรณีที่ไม่ได้ดำเนินการผลิตต่อเนื่องตลอดทั้งปี โปรดระบุเดือนที่ทำการผลิตจริง

.....

12. สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ ก- 4 สารเคมีที่ใช้ในประบวนการผลิต

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต	ปริมาณที่ใช้ (kg/year)	ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ข้อเสนอแนะ: ทางเลือกอื่นๆ แทนการใช้สารเคมี

.....

.....

.....

14. ชนิดของเสียจากโรงงาน

ตารางที่ ก-5 ด้านมลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำ	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ($tCO_2eq/year$)	หมายเหตุ
น้ำเสียที่เกิดขึ้น		m^3/Unit		
ค่า BOD หรือค่า COD ก่อนเข้าระบบบำบัด		mg/L		
ค่า BOD หรือค่า COD หลังเข้าระบบบำบัด		mg/L		
อุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าระบบบำบัด		°C		
อุณหภูมิของน้ำหลังเข้าระบบบำบัด		°C		
ระบบบำบัดน้ำที่ใช้				

ตารางที่ ก-6 ด้านมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ
แหล่งกำเนิดอากาศเสีย……
ระบบบำบัด.....
มลพิษทางอากาศที่เกิด (เช่น SOx) ……
อัตราการไหลอากาศเสียที่เกิดขึ้น……..m^3/ hr
อุณหภูมิอากาศ…….°C

ตารางที่ ก-7 ด้านมลพิษจากกากของเสีย

ประเภทกากของเสีย	ปริมาณ (ton/Unit)	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ($tCO_2eq/year$)	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			

15. กระบวนการกำจัดกากของเสียแต่ละชนิด

16. มาตรการในการลดของเสียจากกระบวนการผลิต/รายละเอียดโครงการด้านการอนุรักษ์พลังงานและการลดก๊าซเรือนกระจก (ระบุรายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลขผลการดำเนินการ ผลประหยัด และค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก)

ภาคผนวก ข
เอกสารข้อมูลประกอบงานวิจัย

ตารางที่ ข-1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

ชนิดพลังงาน	CO_2	CH_4	N_2O
	(kg CO_2/ TJ)	(kg CH_4/TJ)	(kg N_2O/TJ)
กะลาปาล์ม	100,000	30.00	4.00
ก๊าซธรรมชาติ	56,100	1.00	0.10
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	63,100	1.00	0.10
แกลบ	100,000	30.00	4.00
ขี้เลื่อย	112,000	30.00	4.00
ซังข้าวโพด	100,000	30.00	4.00
ถ่านหินนำเข้า	94,600	10.00	1.50
น้ำมันก๊าด	71,900	3.00	0.60
น้ำมันดีเซล	74,100	3.00	0.60
น้ำมันเตา	77,400	3.00	0.60
บิทุมินัส	94,600	10.00	1.50
เบนซิน	69,300	3.00	0.60
เปลือกไม้	112,000	30.00	4.00
ฟืน	112,000	30.00	4.00
ไฟฟ้า*	168,333	2.61	1.12
ลิกไนท์ลี้	101,000	1.00	1.50
เศษไม้	112,000	30.00	4.00

ที่มา: IPCC (2006) และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2553)

หมายเหตุ: ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้า ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข-2 ค่าศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละเภท

ก๊าซเรือนกระจก		GWP	อายุคงอยู่ในชั้นบรรยากาศ (ปี)
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	1	200-450
มีเทน	CH_4	21	11
ไนตรัสออกไซด์	N_2O	310	120
ไฮโดรฟลูออโลคาร์บอน	HFCs	140-11,700	2-19
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน	PFCs	6,500-9,200	มากกว่า 1,000
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	SF_6	23,900	3,200

ที่มา: IPCC (2006)

ตารางที่ ข-3 การเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักผ้าให้อยู่ในหน่วยตันจากโรงงานที่ทำการสำรวจ

ผลิตภัณฑ์	ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนหน่วยน้ำหนักผ้า	หน่วย
ผ้าผืนสำเร็จรูป	0.00015	ตัน/หลา
ผ้าดิบ	0.00015	ตัน/หลา
เสื้อผ้าฟอก	0.00020	ตัน/ตัว
ฟอกย้อมเสื้อผ้าสำเร็จรูป	0.00020	ตัน/ตัว
ซักรีดเสื้อผ้าสำเร็จรูป	0.00020	ตัน/ตัว
ผ้ายีนส์	0.00055	ตัน/หลา
ผ้าร่ม (TAFFETA)	0.00008	ตัน/หลา
เสื้อผ้าสำเร็จรูป	0.00020	ตัน/ตัว
รับจ้างฟอกย้อมผ้า	0.00015	ตัน/หลา
ถักผ้าผืน	0.00015	ตัน/หลา
ทอผ้า (ความยาว)	0.00015	ตัน/หลา

ตารางที่ ข-4 การคาดการณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในอนาคตจากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าฉบับเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

ปีพ.ศ.	กรณีฐาน (หน่วย : ร้อยละ)	ปีพ.ศ.	กรณีฐาน (หน่วย : ร้อยละ)
2554	1.5	2564	4.2
2555	5.0	2565	4.2
2556	5.1	2566	4.0
2557	5.7	2567	4.0
2558	6.0	2568	4.0
2559	5.1	2569	4.0
2560	4.7	2570	3.9
2561	4.1	2571	3.9
2562	4.2	2572	3.8
2563	4.3	2573	3.8

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2555)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพงศ์ปิติ เดชะศิริ เกิดวันที่ 7 พฤศจิกายน 2530 ที่จังหวัดสุโขทัย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จากภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2551 หลังจากนั้นศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2555 ผลงานวิชาการได้รับการตอบรับการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติเรื่อง ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย ในวารสารวิจัยพลังงาน ฉบับที่ 1 เดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2556