J 0496

SWU Engineering Journal (2013) 8(2), 32-39

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ.2556

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน

Carbon Footprint Assessment of Pale Shade Shirt

นฤพล เดชพิชัย ธารพินิจ ครุธาพันธุ์ สิทธินันท์ ท่อแก้ว
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 63 หมู่ 7 ถนนรังสิต - นครนายก
ตำบลองครักษ์ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120
E-mail: sittinun@swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของเสื้อเฉดอ่อน โดยประเมินแบบ Business-to-Consumer (B2C) และใช้ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มที่ทำจากสิ่งทอ จากการศึกษาพบว่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์ต่ำสุดสำหรับการใช้งานโดยการซักมือและไม่มีการรีดมค่าเท่ากับ 2.42 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว และพบว่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กระบวนการการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต กระบวนการกระจายสินค้า กระบวนการใช้งาน และกระบวนการกำจัดซาก มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 0.94 0.11 0.07 0.77 และ 0.53 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ในขณะที่ค่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์สูงสุดสำหรับการใช้งานโดยการซักเครื่องและมีการรีดเท่ากับ 3.56 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว และขั้นตอนการใช้งานมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1.91 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ: ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์ บีทูซี พอลิเอสเทอร์รีไซเคิล เสื้อเฉดอ่อน

ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate Carbon Footprint value of pale shade shirt in term of Business-to-Consumer (B2C) with guideline for PCR "Apparel made from textile". The results showed that minimum Carbon Footprint value for hand-washing and non-ironing was 2.42 $kgCO_2eq$ per shirt. It was found that the carbon footprint values from the processes of preparing raw material, producing, distribution, using and disposal were 0.94, 0.11, 0.77, 0.07 and 0.53 $kgCO_2eq$ per shirt, respectively. In addition, the maximum Carbon Footprint value for machine washing process and ironing process was 3.56 $kgCO_2eq$ per shirt and the carbon footprint value from the process of using was 1.91 $kgCO_2eq$ per shirt.

Keywords : Carbon Footprint, B2C, polyester recycle, Pale shade shirt

1. บทนำ

การส่งออกสินค้าไปยังทวีปยุโรปมีข้อบังคับในการนำเข้าสินค้า โดยผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์และมีการติดฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นต์กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งบริษัทใดไม่มีการติดฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นต์จะต้องเสียภาษีในการวางขายสินค้าชิ้นนั้น จึงทำให้หลายบริษัทที่ผลิตสินค้าส่งออกต่างประเทศมีความสนใจในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ [1]

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีประเภทของผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท โดยสามารถแยกประเภทตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้ 3 ประเภท คือ อุตสาหกรรมต้นน้ำ อุตสาหกรรมกลางน้ำ และอุตสาหกรรมปลายน้ำ ซึ่งอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเป็นอันดับต้น ๆ [2] สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มที่ทำจากสิ่งทอได้มีการกำหนดเฉดสีออกเป็น 4 เฉด คือ เฉดอ่อน เฉดกลาง เฉดเข้ม และเฉดเข้มมาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก [3] โดยทั่วไปพบว่าผลิตภัณฑ์เสื้อที่เป็นเฉดสีอ่อนจะมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีเฉดสีเข้ม ทั้งนี้เนื่องจากค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์เฉดสีอ่อนที่มีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์เฉดสีอื่น

Business for Social Responsibility [4] ได้ศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมสิ่งทอในเรื่องการปลดปล่อยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากวัฏจักรชีวิตของเสื้อผ้า ตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบจนถึงการกำจัดซาก โดยสรุปผลการทดลองได้ว่าขั้นตอนการใช้งานก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากที่สุด รองลงมาคือขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ โดยการเกิดคาร์บอนพบว่าอายุการใช้งานของเสื้อผ้ายิ่งใช้มากครั้งยิ่งเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก Herva และคณะ [5] ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการใช้ค่ารอยเท้านิเวศ (Ecological Footprint) เป็นตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลสรุปพบว่า ค่ารอยเท้านิเวศมีค่าเพิ่มขึ้นทุกปี บ่งบอกถึงปริมาณการใช้ทรัพยากร พลังงานและของเสียที่มากขึ้นของการได้มาของผลิตภัณฑ์ Larsen [6] ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าของ Stormberg ที่ผลิตจากเส้นใยผ้าฝ้ายและเส้นใยพอลิเอสเทอร์พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 6.5 และ 5.0 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตผ้าฝ้ายมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 5.30 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ในขณะที่การผลิตผ้าพอลิเอสเทอร์มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 3.80 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ส่วน Cartwright และคณะ [7] ได้รายงานการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตเสื้อจากเส้นใยพอลิเอสเทอร์ผสมเส้นใยฝ้ายในสัดส่วน 65 ต่อ 35 เปอร์เซ็นต์ จากการประเมินพบว่าเสื้อ 1 ตัว น้ำหนัก 227 กรัม จำนวนการใช้งาน 52 ครั้ง และกำจัดซากโดยวิธีการฝังกลบพบว่ามีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 5.7 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ส่วนงานวิจัย Stefanie [8] ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์เสื้อจากเส้นใยฝ้าย ซึ่งพบว่าการได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิตมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.575 และ 4.77 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ เมื่อทำการเปลี่ยนกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินเป็นพลังงานลมพบว่าค่าการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ลดลงเหลือ 0.074 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า Steinberger และคณะ [9] ได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของเสื้อผ้าที่ผลิตจากเส้นใยฝ้ายและเส้นใยพอลิเอสเทอร์ สำหรับผ้าฝ้ายได้แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ตัวอย่าง กำหนดการใช้งาน 50 ครั้ง เปลี่ยนอุณหภูมิของการซักและจำนวนการรีด ซึ่งเสื้อที่ซักด้วยอุณหภูมิสูงจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 12.9 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ส่วนเสื้อที่มีการใช้อุณหภูมิต่ำก็มีค่าการปลดปล่อยน้อยลง

งานวิจัยนี้จึงสนใจการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อนซึ่งผลิตจากเส้นใยพอลิเอสเทอร์รีไซเคิล และเปรียบเทียบผลการประเมินการ

ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์เสื้อในท้องตลาด

2. วิธีการทดลอง

2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

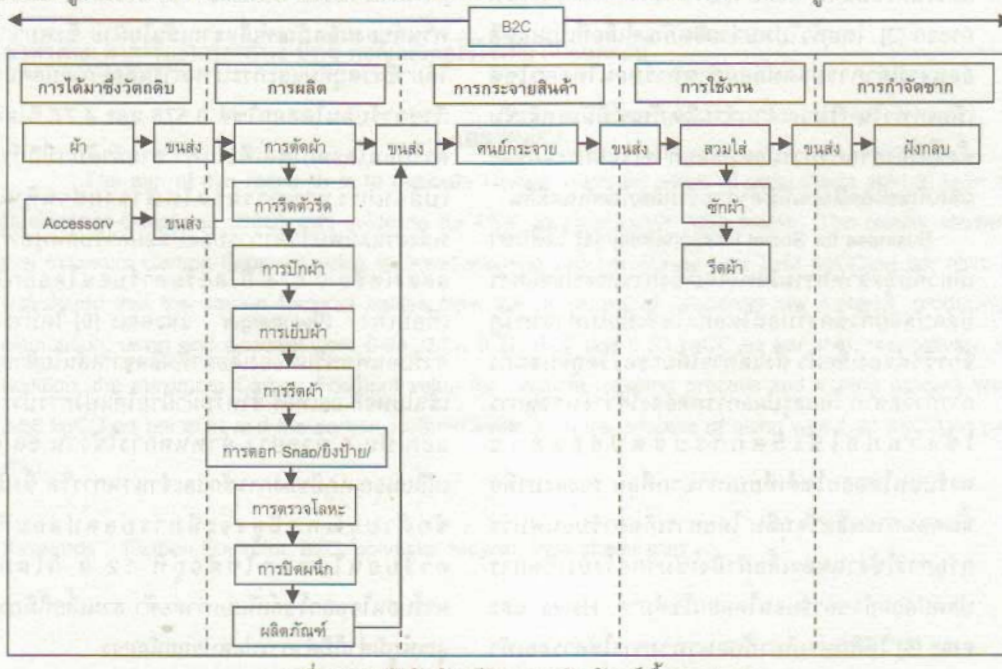
การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ประเมินแบบ Business-to-Consumer (B2C) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซาก กำหนดผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน 1 ตัว น้ำหนัก 181 กรัม

2.2 ขั้นตอนการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์

ข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกจากกระบวนการต่าง ๆ ได้จากการเก็บข้อมูลโดยตรงจากโรงงาน ได้แก่ ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ ข้อมูลการใช้สาธารณูปโภค ข้อมูลการใช้วัสดุและสารเคมี ข้อมูลของเสีย และข้อมูลการขนส่ง เพื่อนำมาเขียนแผนภาพวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ แล้วทำการประเมินแต่ละกระบวนการ ในส่วนของการใช้งานและการกำจัดซากใช้ข้อมูลจากข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มที่ทำจากสิ่งทอในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในแต่ละกระบวนการ

3. ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 181 กรัม ผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นประกอบด้วยเสื้อกีฬา 1 ตัว กระดาษรองเสื้อ 3 ชิ้น และพลาสติกบรรจุ 1 ชิ้น ทำการประเมินแบบ B2C โดยมีการประเมินดังนี้ การได้มาซึ่งวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ผ้าที่ใช้คือเส้นใยพอลิเอสเทอร์รีไซเคิลและเส้นด้ายคือเส้นใยพอลิเอสเทอร์ การผลิตประกอบด้วย การออกแบบ การคำนวณพื้นที่การใช้ผ้า การตัดผ้า การรีดตัวรีด การปักผ้า การเย็บผ้า การรีดผ้า การตอก Snap/ ยิงป้าย/ บรรจุ การตรวจโลหะ และการปิดผนึกกล่อง การกระจายสินค้าขนส่งผลิตภัณฑ์ไปที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ การใช้งานโดยการซักและรีด การกำจัดซากใช้วิธีการฝังกลบ โดยแผนภาพวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดการใช้งานและค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในกระบวนการใช้งาน

กรณีศึกษา	การใช้ไฟฟ้าในการซักผ้า (กิโลวัตต์-ชม. ต่อตัว)	การใช้ไฟฟ้าในการรีดผ้า (กิโลวัตต์-ชม. ต่อตัว)	การใช้ผงซักฟอก (กรัมต่อตัว)	การใช้น้ำ (ลิตรต่อตัว)	ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$ ต่อตัว)
1.ซักมือมีการรีด	-	0.083	1.292	4	0.77
2.ซักมือไม่มีการรีด	-	-	1.292	4	1.68
3.ซักเครื่องไม่มีการรีด	0.0543	-	1.292	4	0.99
4.ซักเครื่องมีการรีด	0.0543	0.083	1.292	4	1.91

หมายเหตุ จำนวนการใช้งานผลิตภัณฑ์ 100 ครั้ง

การปันส่วนสาธารณูปโภคเพื่อใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์ ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำ การใช้เชื้อเพลิง การบำบัดน้ำเสีย เป็นการปันส่วนทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อนมีสัดส่วนคิดเป็นสัดส่วนยอดขาย 10.9 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิตในปี พ.ศ. 2555 ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ พบว่ากระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.94 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว กระบวนการผลิต 0.11 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว กระบวนการกระจายสินค้า 0.07 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว และกระบวนการกำจัดซาก 0.53 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ซึ่งรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1.65 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว แต่ในกระบวนการใช้งานพบว่า ตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มที่ทำจากสิ่งทอได้แบ่งกระบวนการใช้งานออกเป็น 4 กรณี คือ

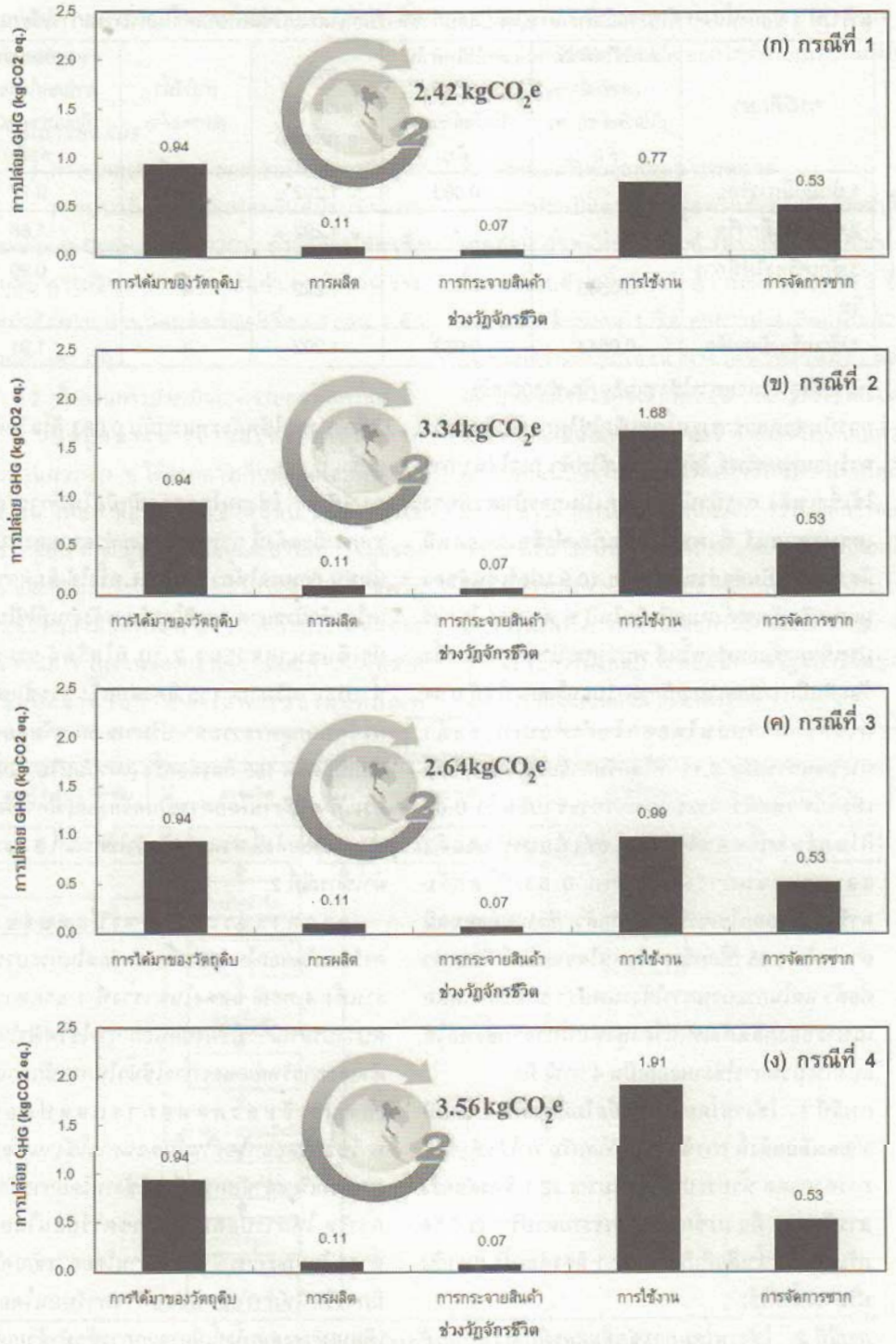
กรณีที่ 1 ใช้งานโดยการซักมือไม่มีการรีด โดยมีรายละเอียดดังนี้ การซักผ้า 1 กิโลกรัม ทำให้แห้งด้วยการตากแดด น้ำประปาที่ใช้ปริมาณ 22.1 ลิตรต่อครั้ง สารซักฟอก คือ ผงซักฟอกสูตรธรรมดาปริมาณ 7.14 กรัมต่อครั้ง น้ำเสียที่เกิดขึ้น 22.1 ลิตรต่อครั้ง (เท่ากับปริมาณน้ำที่ใช้)

กรณีที่ 2 ใช้งานโดยการซักมือและมีการรีด โดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนการซักผ้าใช้กรณีที่ 1 และการรีดเครื่องนุ่งห่มใช้พลังงานเท่ากับ 0.083 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อชิ้น

กรณีที่ 3 ใช้งานโดยการซักมือไม่มีการรีด โดยมีรายละเอียดดังนี้ การซักล้างและทำความสะอาดเครื่องนุ่งห่ม กำหนดให้การซักผ้า 1 ครั้งใช้เต็มความจุของเครื่องซักผ้าขนาด 7.0 กิโลกรัม พลังงานที่ใช้ในการซักผ้าเต็มขนาดความจุ 2.10 กิโลวัตต์-ชม.ต่อครั้ง น้ำประปาปริมาณ 155 ลิตรต่อครั้ง สารซักฟอก คือ ผงซักฟอกสูตรธรรมดา ปริมาณ 50 กรัมต่อครั้ง น้ำเสียที่เกิดขึ้น 155 ลิตรต่อครั้ง (เท่ากับปริมาณน้ำที่ใช้)

กรณีที่ 4 ใช้งานโดยการซักเครื่องและมีการรีด โดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนการซักผ้าใช้กรณีที่ 3 และการรีดผ้าใช้กรณีที่ 2

จากการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเสื้อเฉดอ่อนในกระบวนการใช้งานทั้ง 4 กรณี แสดงในตารางที่ 1 จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณการใช้ผงซักฟอก การใช้ไฟฟ้าในการซักผ้าและการรีดผ้า และการใช้น้ำในการซักผ้าและการเกิดน้ำเสียส่งผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการใช้งาน โดยพบว่าสามารถเรียงลำดับกรณีที่ 1 ใช้งานโดยการซักมือไม่มีการรีด ให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด ในขณะที่กรณีที่ 4 ใช้งานโดยการซักเครื่องและมีการรีด ให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากการซักผ้าด้วยเครื่องซักผ้าและการรีดผ้ามีการใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการใช้เมื่อ (ก) กรณีที่ 1 การใช้งานโดยการซักมือไม่มีการรีด (ข) กรณีที่ 2 การใช้งานโดยการซักมือมีการรีด (ค) กรณีที่ 3 การใช้งานโดยซักด้วยเครื่องซักผ้าไม่มีการรีดและ (ง) กรณีที่ 4 การใช้งานโดยซักด้วยเครื่องซักผ้ามีการรีด

จากการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเสื้อเฉดอ่อนในกระบวนการใช้งานทั้ง 4 กรณี แสดงในตารางที่ 1 จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณการใช้ผงซักฟอก การใช้ไฟฟ้าในการซักผ้าและการรีดผ้า และการใช้น้ำในการซักผ้าและการเกิดน้ำเสียส่งผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการใช้งาน โดยพบว่าสามารถเรียงลำดับกรณีที่ 1 ใช้งานโดยการซักมือไม่มีการรีด ให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด ในขณะที่กรณีที่ 4 ใช้งานโดยการซักเครื่องและมีการรีด ให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากการซักผ้าด้วยเครื่องซักผ้าและการรีดผ้ามีการใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการซักผ้าและการซักผ้า

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อนกับผลิตภัณฑ์เสื้อในท้องตลาด ในที่นี้เลือกเปรียบเทียบกับเสื้อคอปก Polyester/cotton (65/35) ซึ่งผลิตโดย Marks & Spencer [7] และผลิตภัณฑ์เสื้อ Polyester jacket ผลิตที่ประเทศจีนและส่งออกไปยังสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี [9] ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ทั้งสองและผลิตภัณฑ์เสื้อที่ศึกษาแสดงดังตารางที่ 2 จากตารางที่ 2 พบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการได้มาซึ่งวัตถุดิบของเสื้อ ผลิตภัณฑ์เสื้อคอปก Polyester/cotton (65/35) มีค่าสูงที่สุดเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเส้นด้าย polyester/cotton (65/35) มีค่าเท่ากับ 9.96 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัม ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เสื้อคอปก Polyester jacket และเสื้อเฉดอ่อนมีค่าเท่ากับ 5.46 และ 2.39 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

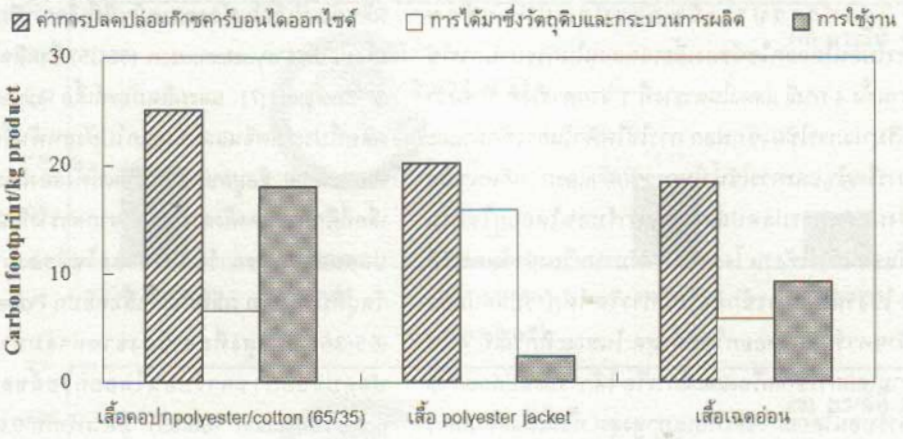
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

รายการ	เสื้อคอปก Polyester/ cotton (65/35) [7]	เสื้อ Polyester jacket [9]	ผลิตภัณฑ์เสื้อที่ศึกษา (กรณีที่ 1)
เส้นใย	Polyester/ cotton (65/35)	พอลิเอสเทอร์	พอลิเอสเทอร์ รีไซเคิล
ค่า EF (kgการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าeq ต่อกิโลกรัม)	9.96[1]	5.46[2]	2.39[3]
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	0.23	0.50	0.18
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์ ($kgCO_2eq$ ต่อตัว)	5.70	10.10	2.4
ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($kgCO_2eq$ ต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์)	25.11	20.20	18.45
ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต ($kgCO_2eq$ ต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์)	6.61	15.94	5.83
ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการใช้งาน ($kgCO_2eq$ ต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์)	18.06	2.38	9.28

หมายเหตุ [1] EF เส้นด้าย polyester/cotton (65/35) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก)

[2] EF เส้นใยพอลิเอสเทอร์(ใยยาว) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก)

[3] EF Polyester Recycle ของบริษัท ไทยแทฟฟิต้า จำกัด



รูปที่ 3 ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์เสื้อในท้องตลาด

กระบวนการใช้งานของผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์เสื้อ Polyester jacket ได้กำหนดไว้ว่ามีการซัก 6 ครั้ง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อนที่ศึกษากำหนดมีการซักและไม่รีดผ้า 100 ครั้ง และเสื้อคอปก Polyester/cotton (65/35) กำหนดมีการใช้งานมากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์มีการซัก การล้าง และการรีดเพียง 52 ครั้ง ซึ่งผลอาจมาจากการใช้ไฟฟ้าในการซักและการรีดผ้าซึ่งเสื้อคอปก Polyester/cotton (65/35) ไม่ได้กล่าวรายละเอียดสำหรับการใช้งานไว้ว่าเป็นการซักด้วยมือหรือซักด้วยเครื่องหรือมีการรีดผ้า จากน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่เยอะกว่าผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน จึงอาจส่งผลให้ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนของการใช้งานของเสื้อคอปก Polyester/cotton (65/35) สูงกว่าผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน แสดงดังรูปที่ 3

4. สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์เสื้อเฉดอ่อน คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์แบบ Business-to-Consumer น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 181 กรัม การใช้งาน 100 ครั้ง กำจัดซากโดยวิธีการฝังกลบพบว่ามีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์เท่ากับ 2.42 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยขั้นตอนที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือขั้นตอนการใช้งานคิดเป็นร้อยล่ะ 37.50 รองลงมาคือ ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การกำจัดซาก การผลิตและการกระจายสินค้า ซึ่งมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์เท่ากับ 0.94 0.53 0.11 และ 0.07 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัว ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ให้ทุนในการวิจัยในครั้งนี้ผ่านกิจกรรม "การใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอขนาดกลาง ขนาดเล็ก ในส่วนภูมิภาคเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม" ภายใต้โครงการ "การพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทออย่างครบวงจร" ประจำปีงบประมาณ 2555 (สสท 028/2555)

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้ทุนสนับสนุนโครงงานทางวิศวกรรม เนื่องในโอกาสครบรอบ 20 ปี (เลขที่ 0519.8.02/111)

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2555, สิงหาคม. 20). โครงการส่งเสริมการใช้ฉลาก

คาร์บอนสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.deqp.go.th/website/20/index.php?option=com_content&view=article&id=4924%3A2012-08-16-07-50-54&catid

[2] สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (2555, ตุลาคม. 20). สถานการณ์อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทยปี 2555, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.thaitextile.org/main/content.php?content_id=ARC0130103114526&content_type=article

[3] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2555, สิงหาคม. 20). แนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=15

[4] Business for Social Responsibility. (2012, Aug. 20). Apparel Industry Life Cycle Carbon Mapping. [Online] Available: http://www.bsr.org/reports/BSR_Apparel_Supply_Chain_Carbon_Report.pdf

[5] M. Herva., A. Franco., S. Ferreiro., A. A´lvarez., and E. Roca., "An approach for the application of the Ecological Footprint as environmental indicator in the textile sector," *Journal of Hazardous Materials.*, vol. 156, pp. 478 – 487, 2008.

[6] P. Larsen, (2012, Aug. 20). Carbon Footprint Analysis with Action Plan. [Online] Available: http://www.unep.org/climateneutral/Portals/4/Carbon20footprint20Stormberg20April200820ENG20VER_a7NIO.pdf

[7] J. Cartwright , J. Cheng, J. Hagan, C. Murphy, N. Stern and J. Williams (2013, Feb. 5). Assessing the Environmental Impacts of Industrial Laundering. [Online] Available: http://www.bren.ucsb.edu/research/documents/missionlinen_brief.pdf

[8] N. Stefanie., (2012, Aug. 20). Exploring ways to reduce greenhouse gas emissions in the textile supply chain, Industrial engineering in the faculty of engineering. [Online] Available: http://www.docstoc.com/docs/69813524/Exploring/ways/to/reduce/greenhouse/gas/emissions-in-the-textile

[9] J. Steinberger., D. Friot., O. Jolliet., and S. Erkman., (2013, Apr. 21). Location-specific global product LCI : a textile case study. [Online] Available: http://www.ruigian.org/ressources/LCM07_proceedings_TREIC_TEXTILE_JKS-0709