ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตเก้าอี้สำนักงาน

Carbon Footprint of the Wastes from the Improving the Production Process in the Office Chair Manufacturing

ภาณุพงศ์ ทองประสิทธิ์[1*] บัณฑิตา ผาจวง[2]

Panupong Thongprasit[1*] Bunthita Phajuang[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยสยาม

[1,2] Department of Industrial Engineering, Siam University

[*] Corresponding author, E-mail: thong.panupong@gmail.com

Received 16 May 2021 Revised 10 June 2021 Accepted 18 June 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเก้าอี้สำนักงานก่อนปรับปรุง การผลิตและหลังปรับปรุงการผลิต เพื่อให้สามารถทำการผลิตได้เพียงพอ ลดค่าใช้จ่ายของของเสียที่เกิดจากการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้สอดคล้องกับแผน BCG in Action ของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ทำให้เกิดขยะเหลือศูนย์ (Zero Waste) ผลการประเมินค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์พบว่า ก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตมีของเสียมีปริมาณคาร์บอนฟุต พริ้นท์เท่ากับ 189.08 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หลังปรับปรุงกระบวนการผลิตของเสียมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 9.13 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า กล่าวอีกนัยหนึ่งปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียหลังกระบวนการผลิตลดลง 95.17% ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต นอกจากนี้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียในช่วงก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต และหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตมีปริมาณลดลงเท่ากับ 1.93% และ 0.097% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตเก้าอี้สำนักงาน ข้อมูลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการ

ปรับปรุงกระบวนการผลิตเมื่อมี การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco-design of Products: ECD) เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 นำมา ซึ่งประโยชน์ในการเติบโตของธุรกิจโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ให้สามารถผลิตสินค้าส่งออกต่างประเทศในอนาคตต่อไปได้

คำสำคัญ: การปรับปรุงกระบวนการผลิต, เก้าอี้สำนักงาน, การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, คาร์บอนฟุตพริ้นท์

Abstract

The aim of studies is the carbon footprint of the office chair manufacturing process both before production improvement and after production improvement to producing sufficient, reduce the cost of production waste and the environmental impact. Additionally, This complies with the BCG in the action plan of driving the bio-economy, Circular economy, and green economy for sustainable development. The carbon footprint results found that before improving the production process, wastes of the production process have 189.08 kilograms carbon dioxide equivalent. After improving the production process, wastes of the production process have 9.13 kilograms carbon dioxide equivalent. In the same way, The carbon footprint of wastes after the production process improvement has decreased among 95.17% of wastes in the improving the production process before. In addition, the carbon footprint of the wastes before and after the Improving production process was reduced to 1.93% and 0.097% respectively when compared with the carbon footprint content of the office chair production process. This study can be used to improve manufacturing processes propose to design and develop environmentally friendly products (Eco Design) responding to customers. It also is used as a guideline for assessing the carbon footprint to create type 3 environmental labels, which will benefit the growth of the business especially the product to the global market in the future.

Keywords: process improvement, office chairs, eco-design of products: ECD, carbon footprint

1. บทนำ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมียุทธศาสตร์เชื่อมโยงกับแผนงาน BCG in Action เพื่อส่งเสริมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนการจัดการขยะอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อเนื่อง ทำให้เกิด Zero Waste และ Waste to Wealth นอกจากขยะที่เหลือทิ้งแล้วยังรวมถึงขยะหรือของเสียจากการผลิตสินค้า และบริการทางอุตสาหกรรม [1,2]

อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เก้าอี้สำนักงานเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่เกิดปัญหาของของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตเก้าอี้สำนักงานส่วนใหญ่เป็นเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้เพื่อความสวยงามและสะดวกสะบายในการนั่งทำงาน ดังนั้นการออกแบบต้องใช้วัสดุสังเคราะห์เพื่อการใช้งานตามความเหมาะสม วัสดุสังเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่ผ่านกระบวนการผลิตหลากหลายรูปแบบก่อนที่โรงงานจะนำมาใช้ ในการประกอบเมื่อวัสดุที่ได้มาเกิดความเสียหายหรือโรงงานไม่สามารถจัดการวัสดุเพื่อใช้ในการผลิต ทำให้เกิดความเสียหายต่อตัววัสดุ ส่งผลให้ชิ้นงานต้องถูกนำมาแก้ไขและวัสดุที่เสียหายไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ นอกจากไม่สามารถทำการผลิตได้ตามความต้องการและเกิดของเสียจากกระบวนการผลิต ส่งผลต่อการสูญเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็นและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจำเป็นที่ต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่เพื่อให้เกิดความผิดพลาดจากการผลิตน้อยที่สุด ส่งผลให้เกิดของเสียน้อยที่สุด ของเสียเหล่านี้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหาโลกร้อน การประมาณค่าผลกระทบด้านปัญหาโลกร้อนนิยมวัดจากปริมาณคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ที่ปล่อยออกมาจากการผลิตของวัสดุ แต่ละชนิด ดังนั้นจำเป็นต้องทราบถึงชนิดวัสดุและกระบวนการผลิตเพื่อนำค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ปัญหา หรือใช้ปรับปรุงการผลิตได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco-design of Products: ECD) โดยพิจารณาตั้งแต่ การได้มาของวัสดุการขนส่ง จัดเก็บ การผลิต การส่งออกสู่ลูกค้า การใช้งาน และการ

กำจัดซาก รวมถึงการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติตามแผนงาน BCG in Action ของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยวิธีการนี้เป็นวิธีการเชิงปริมาณ ที่ใช้วิเคราะห์การใช้ทรัพยากร ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น และผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อระบบนิเวศของโลก ตลอดวงจรผลิตภัณฑ์ โดยมาตรฐานสากลที่นำมาใช้อ้างอิงเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตามหลักการ ISO 14040 (2006) และ ISO 14044 (2006) [3,4]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาการปลดปล่อยปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเก้าอี้สำนักงานรุ่น Series SL ก่อนปรับปรุงการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาแนวทาง ของการออกแบบเก้าอี้สำนักงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. เลือกใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตและของเสีย ที่เกิดก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตของเก้าอี้สำนักงานรุ่น Series SL เนื่องจากเป็นเก้าอี้ชนิดที่มีการผลิตมากที่สุด อ้างอิงข้อมูลปริมาณการผลิตและของเสียจากรายงานวิจัย เรื่อง การลดเวลาการผลิตและลดของเสียในกระบวนการผลิตเก้าอี้ กรณีศึกษา : บริษัทโมเดอร์นฟอร์มกรุ๊ป จำกัด (มหาชน) [5]

2. ดำเนินการตามหลักการ ISO 14040 (2006) และ ISO 14044 (2006) [3,4,6] ได้กำหนดขั้นตอนของการวิเคราะห์ LCA ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน

1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope Definition) เพื่อให้เกิดความชัดเจนในวัตถุประสงค์การศึกษา และกำหนดระบบที่ใช้ศึกษาให้ตรงตามความต้องการ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจปรับปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตในอนาคต

2) การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis : LCI) เก็บรวบรวมข้อมูลของทรัพยากรเกี่ยวข้องกับ

สิ่งแวดล้อมจากกระบวนการต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขต

3) การประเมินผลกระทบ (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการทางสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในหน่วยน้ำหนัก ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$) ซึ่งเป็นการศึกษาประเภทของสภาวะโลกร้อน (Global Warming) เนื่องจากสารแต่ละตัวมีศักยภาพการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน จึงต้องนำมาเทียบอ้างอิงกับสารพื้นฐาน โดยดูค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบ (Potential Environmental Impact) คูณกับค่าแฟคเตอร์ Characterization Factor) เพื่อเปลี่ยนปริมาณน้ำหนักเป็นค่าบ่งชี้ของผลกระทบและทำการรวมค่าทั้งหมดตามสมการ [6]

$$Ep_j = (Q_i \times EF_{ij}) \quad (1)$$

Ep_j (Environmental Impact Potential) คือศักยภาพการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมประเภท j ใด ๆ (kg substance equivalent) Q_i (Quantity of Substance) คือ ปริมาณมลภาวะสาร i ที่ปล่อยออกมา (kg substance j) EF_{ij} (Equivalency Factor) คือ ค่าเทียบเท่าสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j (kg substance j)

4) การแปลผลการศึกษา (Life Cycle Interpretation) เป็นการนำผลจากการประเมินผลกระทบมารวมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป ข้อเสนอแนะตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษาที่ระบุไว้

4. ผลการศึกษา

ปริมาณของเสียที่เกิดจากขั้นตอนการผลิตก่อนปรับปรุงการผลิต ประกอบด้วยของเสียเดือนกันยายน – พฤศจิกายน 2562 และของเสียที่เกิดจากขั้นตอนการผลิตหลังปรับปรุงการผลิต ประกอบด้วยของเสียเดือนมกราคม – มีนาคม 2563 แสดงดังตารางที่ 1 ข้อมูลของเสียที่เกิดจากขั้นตอนงานหุ้มและขั้นตอนการประกอบทั้งก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตอ้างอิงข้อมูลปริมาณการผลิตและของเสียจากรายงานวิจัย เรื่อง การลดเวลาการผลิตและลดของเสียในกระบวนการผลิตเก้าอี้ กรณีศึกษา: บริษัท โมเดอร์นฟอร์มกรุ๊ป จำกัด (มหาชน) [5] นำมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของเสียที่เกิดจากขั้นตอนงานหุ้มและขั้นตอนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงการผลิตเก้าอี้รุ่น Series LS

ปัญหาของเสีย	จำนวนของเสียก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสียหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต (ชิ้น)
ผ้าหุ้มเบาะ*	45	2
ฟองน้ำ ชนิด Polyurethane	32	0
กาวร้อน Epoxy resin	15	4
ลวดเย็บบอร์ด	15	4

* ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์แบบ CVC จากกระบวนการฟอกย้อม และตกแต่งสำเร็จ

สำหรับกรอบการดำเนินงานทำตามวิธีการ LCA ประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope Definition) สำหรับงานวิจัยนี้ศึกษาเป้าหมายเพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียจากกระบวนการผลิต ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการผลิตและขอบเขตของของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเก้าอี้สำนักงานชนิด Series LS

2) การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis : LCI) รวบรวมข้อมูลการบริโภคทรัพยากร ทรัพยากรที่เกิดเป็นของเสียจากกระบวน การผลิต คือ ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์แบบ CVC จากกระบวนการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จฟองน้ำชนิด Polyurethane กาวร้อนชนิด Epoxy Resin และลวดเย็บบอร์ด

3) การประเมินผลกระทบ (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) ข้อมูลของทรัพยากรจาก การวิเคราะห์บัญชีรายการมาใช้คำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของของเสียจากกิจกรรมของกระบวนการผลิตตามสมการที่ 1 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ (Emission Factor: EF) ใช้ค่าอ้างอิงเอกสาร Update Emission Factor CFP มีนาคม 2564 ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) : TGO) [7] มีค่าดังนี้ ผ้าถัก

จากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลี เอสเตอร์แบบ CVC จากกระบวนการฟอกย้อม และตกแต่งสำเร็จ มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 9.20 กิโลกรัม (ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากThai National LCI Database, TIIS-MTEC-NSTDA (with TGO electricity 2016-2018) ฟองน้ำชนิด Polyurethane มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเท่ากับ 4.32 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ใช้ข้อมูลอ้างอิงจาก Eco invent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a) กาวร้อนชนิด Epoxy Resin มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเท่ากับ 6.69 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ใช้ข้อมูลอ้างอิง จาก Industry Data) และลวดเย็บบอร์ด ไม่มีค่าอ้างอิงของสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ จึงใช้ค่าประมาณการของกระบวนการผลิตลวดเย็บเครื่องยิงบอร์ดจากกระบวนการดึงโลหะหล่อ (ไม่รวมกระบวนการปั๊มขึ้นรูปตัวแม็กซ์) มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเท่ากับ 2.06 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ใช้ข้อมูลอ้างอิงจาก Eco invent 2.2) ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต ที่เกิดขึ้นจากการใช้ ทรัพยากรในกระบวนการผลิต แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต

ทรัพยากรที่เกิดของเสีย	ค่าแฟคเตอร์ ($KgCO_2eq$/หน่วย)	ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต		หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต		ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดลง ($KgCO_2eq$)
		ปริมาณ (Kg)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ($KgCO_2eq$)	ปริมาณ (Kg)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ($KgCO_2eq$)	
ผ้าหุ้มเบาะ*	9.05	19.58	177.15	0.87	8.01	169.14
ฟองน้ำ ชนิด Polyurethane	4.32	1.78	7.71	0.00	0.00	7.71
กาวร้อน Epoxy resin	6.69	0.53	3.51	0.14	0.94	2.57
ลวดเย็บบอร์ด	2.06	0.35	0.71	0.09	0.19	0.52
รวม	-	-	189.08	-	9.13	179.95

* ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์แบบ CVC จากกระบวนการฟอกย้อม และตกแต่งสำเร็จ

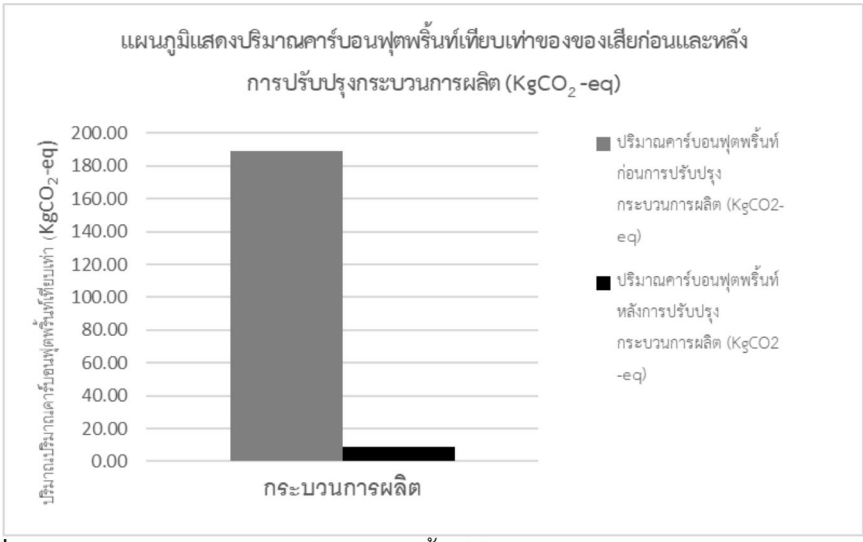
ตารางที่ 2 แสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต

ทรัพยากรที่เกิดของเสีย	ค่าแฟคเตอร์ ($KgCO_2eq$/หน่วย)	ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต		หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต		ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดลง ($KgCO_2eq$)
		ปริมาณ (Kg)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ($KgCO_2eq$)	ปริมาณ (Kg)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ($KgCO_2eq$)	
ผ้าหุ้มเบาะ*	9.05	19.58	177.15	0.87	8.01	169.14
ฟองน้ำ ชนิด Polyurethane	4.32	1.78	7.71	0.00	0.00	7.71
กาวร้อน Epoxy resin	6.69	0.53	3.51	0.14	0.94	2.57
ลวดเย็บบอร์ด	2.06	0.35	0.71	0.09	0.19	0.52
รวม	-	-	189.08	-	9.13	179.95

* ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์แบบ CVC จากกระบวนการฟอกย้อม และตกแต่งสำเร็จ

4) การแปลผลการศึกษา (Life Cycle Interpretation) กระบวนการผลิตเดิมมีปัญหาของ วัสดุหุ้มขาด ฟองน้ำชำรุด และ ประกอบไม่ได้ ส่งผลให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิต คือผ้าหุ้มเบาะ และฟองน้ำชนิด Polyurethane เมื่อเกิดความผิดพลาดจากการผลิตแล้ว วัสดุชิ้นนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก ต้องทิ้งและไม่สามารถนำมาปรับปรุงเพื่อใช้งานใหม่ได้อีก หลังจากการปรับปรุง 3 เดือนหลัง พบว่าสามารถลดปัญหาวัสดุหุ้มขาด ฟองน้ำชำรุด และประกอบไม่ได้ จำนวนมาก ส่งผลให้สามารถลดทรัพยากรและค่าใช้จ่ายได้ อีกทั้งยังลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตของกระบวนการผลิตที่ผลิตได้ทั้งหมดมีค่าประมาณการปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 9,774.10 และ 9,436.20 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ สำหรับค่าปริมาณคาร์บอนฟุต พริ้นท์ของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าผ้าหุ้มเบาะมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียมากที่สุดเท่ากับ 177.15 และ 8.01 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากกระบวนการผลิตทั้งก่อนและ

หลังปรับปรุงกระบวนการผลิต ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซที่มีปริมาณมากกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นๆ เนื่องจากผ้าหุ้มเบาะที่ใช้เป็นผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ ซึ่งเป็นฝ้ายจากกระบวนการทางธรรมชาติที่มีสัดส่วนมากกว่า โพลีเอสเตอร์ (อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย 60% และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 40%) อีกทั้งยังผ่านกระบวนการฟอกย้อมมาแล้ว และยังเป็นส่วนสำคัญสำหรับการผลิตเก้าอี้ เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของการตกแต่งเก้าอี้ เพื่อความสวยงามและใช้ปริมาณมากที่สุดในการผลิตเก้าอี้แต่ละตัว ดังนั้นถ้าเกิดปัญหาจากการขั้นตอน การหุ้มเบาะที่ไม่ได้มาตรฐานหรือปัญหาของการฉีดขาดของวัสดุก่อนนำมาใช้งานหรือระหว่างการใช้งาน จะทำให้ผ้าที่หุ้มเบาะเป็นของเสียปริมาณมากและ มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากตามไปด้วย ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รองมาเป็นฟองน้ำชนิด Polyurethane มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียเท่ากับ 7.71 และ0.00 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากกระบวนการผลิต ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต ตามลำดับ เนื่องจากหลังปรับปรุงการผลิตไม่มีปริมาณฟองน้ำเป็นของเสีย สำหรับกาวร้อนชนิด Epoxy Resin ถึงแม้ว่า ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซมากกว่าฟองน้ำชนิด Polyurethane แต่เนื่องจากฟองน้ำเป็นส่วนสำคัญในการผลิตเก้าอี้ จึงมีปริมาณฟองน้ำมากกว่ากาวร้อนชนิด Epoxy Resin ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของฟองน้ำชนิด Polyurethane มีมากกว่ากาวร้อนชนิด Epoxy Resin อีกทั้งกาวร้อนชนิด Epoxy Resin เป็นเพียงสารเชื่อมในการยึดติดวัสดุเท่านั้น สำหรับลวดเย็บบอร์ดมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียเทียบเท่าน้อยที่สุดจนถือได้ว่าไม่มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์เลย



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงประมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต ($KgCO_2$ -eq)

จากภาพที่ 1 แสดงแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียทั้งหมดที่เกิด จากกระบวนการผลิตทั้งก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต พบว่าก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตมีของเสียมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 189.08 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตของเสียมีปริมาณ คาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 9.13 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียก่อนและหลังประบปรุงกระบวนการผลิตเทียบกับค่าประมาณการของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตที่ผลิตได้ทั้งหมดพบว่าลดลงเท่ากับ 1.93 และ 0.097% ตามลำดับ

5. สรุปผลการศึกษา

การประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเก้าอี้สำนักงานชนิด Series LS จากการวิจัยพบว่า หลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้ปริมาณการเกิดของเสีย จากกระบวนการผลิตลดน้อยลงอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดของเสียของผ้าหุ้มเบาะ และฟองน้ำชนิด Polyurethane ซึ่งเป็นวัสดุหลักที่ใช้ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์เก้าอี้สำนักงาน ทำให้ลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต

เทียบกับค่าประมาณการของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตที่ผลิตได้ทั้งหมดพบว่าลดลงเท่ากับ 1.93 และ 0.097% ตามลำดับ และปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียหลังกระบวนการผลิตลดลง 95.17% ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของของเสียก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพียงระยะสั้น มีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับกรณีที่ลูกค้ามีความต้องการผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย หรือจำนวนมากขึ้น ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ จะต้องมีแผนเพื่อปรับเปลี่ยนตัววัสดุที่มีความหลากหลายมีความทนทาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต รวมทั้งต้องมีมาตรการในการควบคุมคุณภาพวัสดุที่รับมาผลิตหรือใช้วัสดุจากโรงงานผลิตที่มาตรฐานมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานที่มาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียวระดับ 2 ขึ้นไป และต้องมีมาตรการในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง

6. ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มา ของวัตถุดิบ การขนส่ง การจัดเก็บ การผลิต การส่งออก และการกำจัดซาก รวมถึงการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน และ เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด นอกจากนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อม ประเภทที่ 3 นำมาซึ่งประโยชน์ในการเติบโตของธุรกิจของผลิตภัณฑ์ให้สามารถผลิตสินค้าส่งออกต่างประเทศ

2. ควรทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์เทียบเคียงกับสินค้าของบริษัทอื่นในตลาดหรือประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการปรับเปรียบวัสดุของผลิตภัณฑ์ เช่น ผ้าหุ้มเบาะ หรือปรับเปลี่ยนชนิดของฟองน้ำ และทำการประเมินเพื่อบ่งชี้ถึงปัญหาของกิจกรรมหรือกระบวนการต่างๆที่ได้มา ของผลิตภัณฑ์ได้ ทำให้การผลิตมีการผลิตอย่างต่อเนื่องไม่เกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck) และส่งมอบลูกค้าได้อย่างทันเวลา เพื่อส่งผลต่อดีธุรกิจของผลิตภัณฑ์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม. เล่มยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ พ.ศ. 25660 - 2564 (เล่มรายงานหลัก). สืบค้น 11 พฤษภาคม 2564, จาก http://lowcarboneec.tgo.or.th/custom/download/file/menu/12

[2] สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. นโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2563 - 2570. สืบค้น 11 พฤษภาคม 2564, จาก https://www.mhesi.go.th/index.php/stg-policy/930-2563-2570.html

[3] ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, International Organization for Standardization.

[4] ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, International Organization for Standardization.

[5] บัณฑิตา ผาจวง. (2562). การลดเวลาการผลิต และลดของเสียในกระบวนการผลิตเก้าอี้ กรณีศึกษา : บริษัทโมเดอร์นฟอร์มกรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.

[6] ปริญญ์ บุญกนิษฐ์ และอรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์. (2542). การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจในงานอุตสาหกรรม ภายใต้โครงการพัฒนาด้านการเพิ่มผลผลิตและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเชิงบูรณาการ. กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

[7] สุบิน พัฒนสกุลลอย และ เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2557). การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ภายใต้แนวคิดกรีนซัพพลายเชน สู่การบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษาฝาน้ำดื่ม บมจ. ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน). วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.), 3(1), 51-60.

[8] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) : TGO). สืบค้น 7 พฤษภาคม 2564, จาก http://www.tgo.or.th