

การประเมินผลกระทบจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณ  
กรณีศึกษา: สถานประกอบการค้าปลีกทองรูปพรรณแห่งหนึ่งในประเทศไทย  
Carbon Footprint Impact Assessment of Gold Jewelry Repair Operations:  
A Case Study of a Thai Gold Retail Enterprise

ฟาติมะฮ์ เยี่ยมนิคม<sup>1</sup>

fatimah.ynk@g.swu.ac.th

ถนัด จินตโกศล<sup>1</sup>

thanut@g.swu.ac.th

วิชชากร จารุศิริ<sup>2</sup>

witchakorn@g.swu.ac.th

<sup>1</sup>วิทยาลัยอุตสาหกรรมสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

<sup>2</sup>คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

## บทคัดย่อ

การเติบโตจากความสนใจของการลงทุนทองคำเป็นสินทรัพย์ผ่านการซื้อขายรูปแบบออนไลน์และจากสถานประกอบการค้าปลีกทองคำทำให้ยอดขายและความต้องการพุ่งสูงขึ้น ทำให้อัตราการซื้อขายแลกเปลี่ยนทองรูปพรรณมีมากขึ้นส่งผลต่อให้ปริมาณกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณที่เพิ่มขึ้นตาม การวิจัยนี้เป็นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณตามหลักการประเมินของข้อกำหนดเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์ทองคำ (PCRs) ขอบเขตการประเมินแบบ B2B การประเมินครอบคลุมการได้มาซึ่งข้อมูลวัตถุดิบ พลังงานเชื้อเพลิง สารเคมี การขนส่ง และเครื่องประดับทองรูปพรรณไปยังสถานที่ซ่อมแซมของสถานประกอบการก่อนจัดจำหน่ายไปยังร้านค้าปลีก ผลศึกษาพบว่าการปรับปรุงเครื่องประดับทองรูปพรรณ 1 กิโลกรัมปล่อยก๊าซเรือนกระจก 212.48 คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO<sub>2</sub>eq) คิดเป็น 3.22 kgCO<sub>2</sub>eq ต่อหน่วยน้ำหนักทองรูปพรรณ 1 บาท (ประมาณ 15.16 กรัม)

**คำสำคัญ:** คาร์บอนฟุตพริ้นท์, ทองรูปพรรณ, การจัดการอุตสาหกรรมยั่งยืนและเครื่องประดับ

## Abstract

The increasing interest in gold investment, particularly through online trading platforms and retail gold outlets, has significantly contributed to the rising sales and demand for gold ornaments. As a result, the frequency of gold ornament transactions has increased, resulting in a greater volume of items requiring repair and refurbishment. This study aims to assess the carbon footprint of products (CFPs) of refurbished gold ornaments in accordance with the product category rules (PCRs) for gold products under a business-to-business (B2B) assessment

scope. The evaluation includes data acquisition related to raw materials, energy and fuel consumption, chemicals, and the transportation of raw materials and gold ornaments to repair facilities prior to their distribution to retail outlets. The results indicate that the refurbishment of 1 kilogram of gold ornaments emits 212.48 kilograms of carbon dioxide equivalent (kgCO<sub>2</sub>eq). This is equivalent to a carbon footprint for a product of 3.22 kgCO<sub>2</sub>eq per baht weight of gold (approximately 15.16 grams).

**Keywords:** Carbon footprint, gold jewelry, gems and jewelry industry management

## บทนำ

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความเข้มแข็งและมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศมาอย่างต่อเนื่อง โดยจัดเป็นภาคธุรกิจที่มีมูลค่าการที่ทำได้การส่งออกสูงเป็นอันดับสามของสินค้าส่งออกทั้งหมดของไทยในปี พ.ศ. 2567 (รายงานการค้าระหว่างประเทศของไทย กระทรวงพาณิชย์, 2567) โดยสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกมากกว่า 640,000 ล้านบาท ถูกขับเคลื่อนโดยกลุ่มผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ซึ่งมีบทบาทตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงการจัดจำหน่าย โดยมีจำนวนผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมนี้มากกว่า 13,000 ราย และในจำนวนนี้มากกว่า 97% เป็นผู้ประกอบการ SMEs ทั้งสิ้น สอดคล้องกับการเติบโตของความต้องการทองคำสูงสุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้ว่าในอาเซียนจะมีแนวโน้มชะลอตัวลงก็ตาม แต่ในประเทศไทยมีความต้องการเพิ่มขึ้นถึง 20% เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน (World Gold Council, 2567) ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมคือแรงจูงใจด้านการลงทุนในทองคำ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้ตลาดเครื่องประดับทองคำมีความคึกคักยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในบริบทที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจของทองคำในฐานะสินทรัพย์เพื่อการลงทุน ส่งผลให้อุปสงค์ในตลาดเครื่องประดับทองคำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นำมาซึ่งการแข่งขันเชิงกลยุทธ์ระหว่างผู้ประกอบการ ไม่ว่าจะเป็นด้านการให้บริการหลังการขาย การสร้างความเชื่อมั่นต่อแบรนด์ รวมถึงการปรับตัวตามแนวโน้มธุรกิจยุคใหม่ที่สำคัญต่อแนวคิดเรื่องความยั่งยืน ปัจจัยนี้มีส่วนช่วยเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมอัญมณี

จากแนวโน้มการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระดับโลก ประเทศไทยได้มีการปรับนโยบายด้านอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยมีการกำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลักดันให้อุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับต้องปรับตัวให้สอดคล้องมากขึ้น (พงษ์พันธ์ โคตรประทุม และคณะ, 2564) ผู้ประกอบการเริ่มตระหนักถึงบทบาทของตนในห่วงโซ่การผลิตที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และให้ความสำคัญกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานสะอาด การลดปริมาณสารเคมีตั้งต้น การจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ และการเลือกใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ถือเป็นการเตรียมความพร้อมในการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (สิริรัตน์ สิริอร่ามสกุล และคณะ, 2568) ทั้งมาตรการด้านภาษีคาร์บอน การรายงานด้านสิ่งแวดล้อมในรูปแบบ ESG รวมถึงข้อกำหนดทางกฎหมายที่จะถูกนำมาใช้ และเพิ่มโอกาสการเข้าถึงตลาดสากลที่ให้ความสำคัญด้านความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจต่อการศึกษาระบบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณแบบ business-to-business (B2B) เพื่อเป็นแนวทางที่ช่วยเสริมสร้างความตระหนักรู้ให้แก่

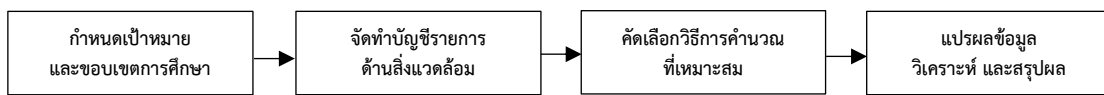
ผู้ประกอบการถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งส่งเสริมให้เกิดแรงกระตุ้นในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนภายใต้โครงการเครือข่ายการอุดมศึกษาเพื่ออุตสาหกรรม (Hi-FI Consortium) และทุนอุดหนุนการศึกษาจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณ เพื่อเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสถานประกอบการที่ดำเนินธุรกิจลักษณะเดียวกัน

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 1 ขั้นตอนสำหรับวิธีดำเนินการวิจัย

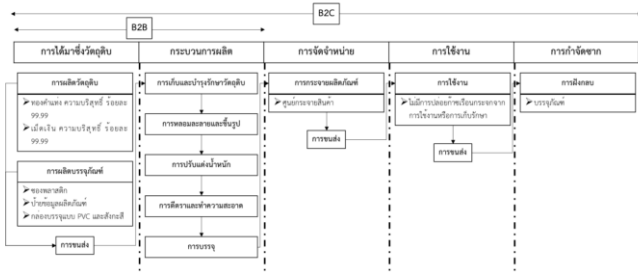
#### 2. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลโดยกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (B2B) ดังภาพที่ 2 ครอบคลุมขั้นตอนดังต่อไปนี้

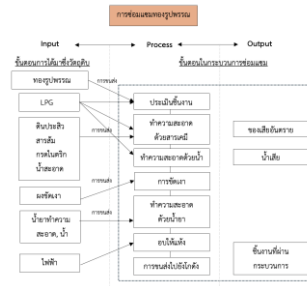
**ข้อมูลปฐมภูมิ** คือ ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลและจัดทำเป็นบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณการใช้สารเคมี (กิโลกรัม, kg), ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง, kWh), ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) (กิโลกรัม, kg), และข้อมูลการขนส่ง (กิโลเมตร, km)

**ข้อมูลทุติยภูมิ** คือ ข้อมูลจากการดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือตามประกาศขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (Thailand Green House Gas Organization, TGO) (ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พิงษ์รัมย์, 2560) ใช้ในการแปลงข้อมูลกิจกรรมให้เป็นปริมาณการปล่อย GHG การคัดเลือก Emission Factor (EF) เป็นไปตามลำดับดังนี้ (1) ข้อมูลจำเพาะของประเทศใช้ค่า EF ที่เผยแพร่อย่างเป็นทางการโดย TGO (2) ข้อมูลจำเพาะของกระบวนการจากฐานข้อมูลสากล สำหรับวัตถุดิบหรือสารเคมีที่ไม่มีค่า EF ภายในประเทศไทยจะเลือกใช้ค่าจากฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory: LCI) ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล (3) ข้อมูลที่มีการให้เหตุผลสนับสนุน ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่า EF ที่จำเพาะเจาะจงได้ จะเลือกใช้ค่าตัวแทนจากฐานข้อมูลสากลสำหรับผลิตภัณฑ์ในหมวดหมู่ที่ใกล้เคียงที่สุด

ทองคำรูปพรรณในการศึกษานี้มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 96.50 การประเมินวิเคราะห์จากปริมาณทองคำรูปพรรณที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมแซมในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 12 เดือน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 2 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ทองคำตามขอบเขต การประเมินแบบ (B2B) และแบบ(B2C)



ภาพที่ 3 กระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณ

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่รวบรวมจากกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณที่ใช้ในการประเมิน

รายการ	ข้อมูลกิจกรรม	หน่วย	ค่า EF kgCO <sub>2</sub> eq/ หน่วย	ที่มา
<b>วัตถุดิบหลัก</b>				
ทองรูปพรรณ	4,954	kg	190.0000	TGO CFP EF (ก.ค. 2568): ข้อกำหนดเฉพาะของ (กลุ่ม) ผลิตภัณฑ์ทองคำ Product Category Rule for “Gold”
<b>สารเคมี และวัตถุดิบอื่นๆ</b>				
ดินประสิว	1890	kg	0.1010	คู่มือการจัดการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรตาม ISO14064-1 DIW หน้า 37
สารส้ม	390	kg	2.660	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007(Ammonium sulphate)
กรดไนตริก	210	kg	0.3230	Converted data from JEMAI Pro using Thai Electricity Grid
น้ำยาล้างจาน	412.8	kg	52.8000	TGO CFP FY25-098-0809 (ก.ค. 2568): ผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจาน 3.8 ลิตร
ผงซักฟอง	189	kg	408.0000	TGO CFP FY23-158-1212 (ก.ค. 2568): ผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน
<b>ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้</b>				
LPG	2,832	kg	0.8582	TGO CFP EF (ก.ค. 2568): Liquefied Petroleum Gas, LPG Mixed (ก๊าซหุงต้มแบบผสม)
<b>ปริมาณทรัพยากร</b>				
ไฟฟ้า	11,457	kWh	0.5986	TGO CFP EF (ก.ค. 2568): ไฟฟ้าแบบ grid mix ปี 2016-2018; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03
น้ำดิบ	185	m <sup>3</sup>	0.7948	TGO CFP EF (ก.ค. 2568): ผลิตโดยใช้น้ำผิวดิน; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03

หมายเหตุ: ชุดข้อมูลจากกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณตามกิจกรรมและขั้นตอนเฉพาะของสถานประกอบการ

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนการได้มาซึ่งวัตถุดิบและส่วนกระบวนการซ่อมแซม (2) ส่วนของทรัพยากรที่ใช้ และ (3) การขนส่ง หลักสำคัญของการประเมิน CFP คือการจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตามปัจจัยการนำเข้าและผลลัพธ์ทั้งหมดของการซ่อมแซมของรูปพรรณ และใช้สมการคำนวณหาศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) นำมาประเมินหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

$$\text{GHG Emissions (kgCO}_2\text{eq)} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor}$$

Activity Data คือ ข้อมูลกิจกรรมการใช้ สารเคมี พลังงาน ทรัพยากรอื่นๆ ในกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณ

หมายเหตุ: Emission Factor คือ ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก หน่วยเป็น kgCO<sub>2</sub>eq

#### ผลการวิจัย

##### 1. ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณ

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ากระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณมีการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และพลังงาน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่สิ่งแวดล้อม การประเมินรวบรวมข้อมูลตลอดปี พ.ศ. 2567 โดยใช้ข้อมูลฐานการคำนวณในตารางที่ 1 และสรุปผลการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ ปี 2567	ค่า LCI		ค่า EF (kgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)	ค่าการปล่อย GHG (kgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)	
		หน่วย	ปริมาณ ปริมาณ FU			
วัตถุดิบ	ทองรูปพรรณ	kg	4,954	4.954	190	9.41E+05
	ดินประสี	kg	1890	1.89	0.1010	1.91E+02
	สารส้ม	kg	390	0.39	2.66	1.04E+03
	กรดไนตริก	kg	210	0.21	0.3230	6.78E+01
	น้ำยาล้างจาน	kg	412.8	0.4128	52.8	2.18E+04
	ผงขัดเงา	kg	189	0.189	408	7.71E+04
ทรัพยากร	LPG	kg	2,832	2.832	0.8582	2.43E+03
	ไฟฟ้า	kWh	11,457	11.457	0.5986	6.86E+03
	น้ำดิบ	m <sup>3</sup>	185	0.185	0.7948	1.47E+02

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่ง ขนย้ายใช้ข้อมูลจาก 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ (1) การขนส่งวัตถุดิบอื่นๆ ไป-กลับ ใช้ค่าเริ่มต้นตาม PCR ของผลิตภัณฑ์ ระยะทาง 700 กิโลเมตร แล้วคำนวณกับค่า EF ที่ระบุในกลุ่มของการขนส่งโดยรถบรรทุก และขนส่งประเภทอื่นๆ คือ รถกระบะบรรทุก กิ่งพวง 18 ล้อ ขนาด 32 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading และ 100% Loading น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 32 ตัน; ใช้ น้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03

(2) การขนส่งทางรูปพรรณไป-กลับ ระยะทาง 0.5 กิโลเมตร แล้วคำนวณกับค่า EF ที่ระบุในกลุ่มเดียวกัน คือ รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 0% Loading และ 100% Loading เลือกใช้ร่อนน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03 ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากการขนส่ง ขนย้าย

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ ปี 2567	หน่วย	ค่า EF (kgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)		ค่าการปล่อย GHG (kgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)
			0% Loading	100% Loading	
ขนส่ง	ขนส่งวัสดุดิบอื่นๆ ไป-กลับ	tkm	0.0404	0.787	1.71E+03
	ขนส่งทางรูปพรรณไป-กลับ	tkm	0.2154	0.2415	1.96E+00

## 2. สรุปผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของรูปพรรณหลังผ่านกระบวนการซ่อมแซม

หลังการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณ

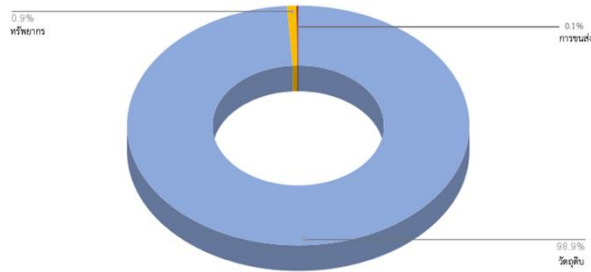
ช่วงวัฏจักรชีวิต	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (kgCO <sub>2</sub> e) ของกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณ		คิดเป็นร้อยละ
	ต่อ 1 กิโลกรัม	ต่อ 1 บาททองคำ	
การได้มาซึ่งวัสดุดิบ	2.10E+02	3.19E+00	98.94
การใช้ทรัพยากร	1.90E+00	2.89E-02	0.90
การขนส่ง	3.46E-01	5.24E-03	0.16
<b>คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์</b>	<b>2.12E+02</b>	<b>3.22E+00</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ 4 ซึ่งแสดงผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ของกระบวนการซ่อมแซมของรูปพรรณ โดยใช้แนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) ภายใต้ขอบเขตการประเมินแบบ B2B พบว่าผลิตภัณฑ์ของรูปพรรณที่ผ่านกระบวนการซ่อมแซมน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 212.48 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO<sub>2</sub>eq) และเมื่อเทียบในหน่วยน้ำหนัก 1 บาททองคำ (15.16 กรัม) พบว่ามีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 3.22 kgCO<sub>2</sub>eq/บาททองคำ

## 3. การกระจายตัวของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามช่วงวัฏจักรชีวิต

นอกจากการประเมินผลกระทบรวมแล้ว ผู้วิจัยได้จำแนกสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามช่วงวัฏจักรชีวิตที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ การได้มาซึ่งวัสดุดิบ

การใช้ทรัพยากร และการขนส่ง ผลการวิเคราะห์สัดส่วนดังกล่าวจากตารางที่ 4 ชี้ให้เห็นถึงการกระจุกตัวของผลกระทบอย่างชัดเจนสัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือการได้มาซึ่งวัตถุดิบคิดเป็นร้อยละ 98.94 รองลงมา คือ การใช้ทรัพยากรที่ร้อยละ 0.90 และส่วนน้อยที่สุด คือ การขนส่ง ขนย้าย ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงสัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

### อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (CFP) จากกระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณ ภายใต้ขอบเขตการประเมินแบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (B2B) โดยอ้างอิงหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (LCA) ผลการศึกษาเชิงปริมาณพบว่ากระบวนการซ่อมแซมทองรูปพรรณ น้ำหนัก 1 กิโลกรัม มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 212.48 (kgCO<sub>2</sub>eq) ซึ่งคิดเป็น 3.22 กิโลกรัม (kgCO<sub>2</sub>eq) ต่อหน่วยน้ำหนักทองรูปพรรณที่มีน้ำหนัก 1 บาท (ประมาณ 15.16 กรัม) แม้ว่าผลการศึกษาเบื้องต้นจะชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมในกระบวนการที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด (Hotspot) คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ นับว่าเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักในกระบวนการซ่อมแซมนี้ ซึ่งแตกต่างอย่างยิ่ง กับขั้นตอนการใช้ทรัพยากรที่มีสัดส่วนเพียง 0.90% และการขนส่งที่มีสัดส่วนน้อยที่สุดที่ 0.16% การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้บ่งชี้ว่าแม้กระบวนการซ่อมจากช่างฝีมือจะมีการใช้พลังงานจากไฟฟ้าและ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) แต่ผลกระทบกลับน้อยกว่าผลกระทบแฝง (Embodied Carbon) ที่มากับวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ เช่น ผงขัดเงา น้ำยาล้างงาน และสารเคมีอื่นๆ ดังนั้นการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ควรพุ่งเป้าไปที่การจัดการห่วงโซ่อุปทานของวัตถุดิบ วางแผนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบ เช่น การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากแสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนซึ่งสามารถสืบค้นข้อมูลได้จาก TGO เพื่อเลือกผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด หรือทดลองปรับลดวัตถุดิบในกระบวนการซ่อมแซมเพื่อลดการใช้สารเคมีเช่นเดียวกับสถานประกอบการในการศึกษานี้ที่แสดงความตั้งใจในการลดการใช้สารเคมีเพื่อสร้างฐานข้อมูลในมิติด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสะท้อนถึงความพร้อมในการเข้าสู่กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน

ความสำคัญต่อบริบทของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทย จากผลการวิจัยนี้สามารถเป็นข้อมูลตั้งต้นที่สำคัญในการสร้างความตระหนักรู้ให้แก่ผู้ประกอบการถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นและใช้เป็นฐานข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อตอบสนองต่อแนวโน้มความยั่งยืน รวมถึงมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมในระดับสากล เช่น ภาษีคาร์บอน หรือข้อกำหนดด้าน ESG ซึ่งจะเชื่อมโยงและสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน การที่ผู้ประกอบการสามารถระบุ "จุดร้อน" (Hotspot) ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้นั้นจะนำไปสู่การจัดการทรัพยากรและสารเคมีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่นเดียวกับการประยุกต์ใช้

เทคนิคที่ช่วยให้ผู้ประกอบการเข้าใจวิธีการลดการใช้วัตถุดิบ ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว และเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมได้มากขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

จากขอบเขตและผลการวิจัยฉบับนี้ สามารถเสนอแนวทางการต่อยอดในอนาคตได้โดยการขยายการศึกษาไปยังสถานประกอบการอื่นและเปรียบเทียบเทคนิคการซ่อมแซมที่หลากหลายเพื่อจัดทำค่ากลาง (Benchmark) ของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอุตสาหกรรมซ่อมแซมทอกรูปพรรณ นอกจากนี้สำรวจความพร้อมของกลุ่ม SMEs ที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนผ่านสู่ธุรกิจสีเขียวเพื่อออกนโยบายที่นำไปสู่การตระหนักตั้งแต่การวิเคราะห์วัตถุดิบตั้งต้นและเพิ่มมิติด้านสิ่งแวดล้อมอื่นในการประเมิน CFO ซึ่งจะช่วยให้การประเมินครอบคลุมทุกกิจกรรมและเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจลงทุนในเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับ SMEs ไปจนถึงระดับอุตสาหกรรมที่มากขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- คุณัญญา ทัดเทียมพร. (2561). การศึกษาวิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษาข้าวหลามหนองมน (งานนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- ประภัสร์ ไทยประดิษฐ์, เสรีย์ ตูประกาย, มงคล รัชชะ และโกวิท สุวรรณหงษ์. (2566). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษา: กระบวนการผลิตเก้าอี้ไม้. *วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา ปีที่ 8* ฉบับที่ 3, 178-186.
- พงษ์พันธ์ โคตรประทุม, อนุชา ถายอม และทวิศักดิ์ รูปสิงห์. (2564). แนวทางการจัดการอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทยสู่การจัดการเทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยวิทยาเชิงพุทธ ปีที่ 6* ฉบับที่ 3, 194-208.
- ไพรัช อุดุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัศมี. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 22* ฉบับที่ 1, 1-12.
- ภคสมณ แจ่มสว่าง, เสรีย์ ตูประกาย, ชลธิพรณ์ ธรรมพริ้ม, ชัยวัฒน์ ภูวกรกุลชัย, ชญานิษฐ์ วิทยาภิรมย์ และมงคล รัชชะ. (2567). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษา: การก่อสร้างเกสต์เฮาส์จากไม้ไผ่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน. *วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม และสุขภาพชุมชน ปีที่ 9* ฉบับที่ 4, 749-759.
- รัตนภรณ์ จีระมะกร. (2566). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์และปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการปล่อยคาร์บอน กรณีศึกษา : บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในเมืองชลบุรี. *สมาคมวิชาชีพเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 11*, 320-326
- สถาบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2566). *ความรู้เบื้องต้นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์*. สืบค้นวันที่ 28 มิถุนายน 2568.
- สุพรรณิ มีสุข และดร.สุพรรณนิภา วัฒนนะ. (2565). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เบียร์*. การประชุมวิชาการเสวนาผลงานระดับบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 23 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2011). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์* (พิมพ์ครั้งที่ 3).

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (วันที่ 16 พฤศจิกายน 2566). *ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ทองคำ (Product Category Rule for "Gold") ฉบับแก้ไขครั้งที่ 1*.

Pongpan, K., Choodum, A., Hengpiya, N., Thongsamer, T., Inna, S., & Kaewkla, O. (2021). Guideline for Thailand gems and jewelry industry management to modern production technology management. *Journal of Industrial Research and Graduate Studies*, 17(2), 95–111.

Usapein, P., & Tongcumpou, C. (2016). Greenhouse gas emission in jewelry industry: A case study of silver flat ring. *Applied Environmental Research*, 38(1), 11–18.