การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียวโดยใช้การประเมินคาร์บ์อนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

Determining for Evaluation Carbon Footprint of Products from Tungsten Carbide Insert (16ER60) Thread Turning Production Using Carbon Footprint of Product by Organization Management of Greenhouse Gases plc. Guidelines

จิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม

Jirayut Piamkhum

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียวโดยใช้การประเมินคาร์บ์อนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

Determining for Evaluation Carbon Footprint of Products from Tungsten Carbide Insert (16ER60) Thread Turning Production Using Carbon Footprint of Product by Organization Management of Greenhouse Gases plc. Guidelines

จิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม

Jirayut Piamkhum

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว โดยใช้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ชื่อ นามสกุล นายจิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัณวริช พลูปราชญ์)

..... กรรมการ
(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

..... กรรมการ
(ดร.สรสุธี บัวพูล)

.....กรรมการและที่ปรึกษา
(ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

วันที่ 24 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว โดยใช้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
ชื่อ นามสกุล นายจิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 เพื่อทำการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีองค์ประกอบในการคำนวณ คือ ข้อมูลวัตถุดิบ ทรัพยากรช่วยผลิต พลังงาน และของเสียในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 มีขอบเขตในการพิจารณาในลักษณะ ธุรกิจ-สู่ธุรกิจ (Business-to-Business) ผลจากการคำนวณ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยการผลิตมีปริมาณเท่ากับ 1.1559 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Kg CO_2e) โดยแบ่งเป็น ขั้นการได้มาของวัตถุดิบเท่ากับ 0.0118 Kg CO_2e และขั้นการผลิตเท่ากับ 1.1441 Kg CO_2e จากการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าเครื่องอบผนึก และการลดใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตดังกล่าว สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 0.3249 Kg CO_2e หรือลดลงร้อยละ 71.88

คำสำคัญ : แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์, คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์, ปริมาณก๊าซเรือนกระจก, ธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ

Independent Study Title Determining for evaluated carbon footprint of products form Tungsten Carbide insert (16ER60) thread turning production using carbon footprint of product by organization management of greenhouse gases plc. guidelines

Author Jirayut Piamkhum

Degree Master of Engineering

Major Program Sustainable Industrial Management Engineering (Graduate School)

Academic Year 2019

ABSTRACT

The purpose of research is to study the carbon footprint evaluation of products for thread turned Tungsten Carbide 16ER60 of production. To assess amount of greenhouse gas emissions that affect the environment. The key component in the calculation include raw material, production material, energy and waste January 2018 and March 2019. The scope of the study is the assessment of Business-to-Business (B2B). From the assessment of the carbon footprint it was total of greenhouse gas was about 1.1559 Kg CO_2e which was divided from raw material about 0.0118 Kg CO_2e and production process about 1.1441 Kg CO_2e. From the improvement reducing electricity of sintering furnaces machine and lighting system was reduce greenhouse gas emissions about 0.3249 Kg CO_2e or decrease percent 71.88

Keywords : Thread turned Tungsten Carbide Insert, Carbon Footprint for Product, Greenhouse Gas, Business-to-Business

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งและการให้คำแนะนำจาก ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักการค้นคว้าอิสระ และอาจารย์สุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กัณวริช พลูปราชญ์ ที่สละเวลามาเป็นประธาน ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล และดร.สรสุธี บัวพูล ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสรายุทธ จงเทพ กรรมการผู้จัดการบริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ฌ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	6
1.5 สมมติฐานการวิจัย	7
บทที่ 2 การศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม	8
2.1 การศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	8
2.2 ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide)	10
2.3 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ สำหรับงานกลึงเกลียว (Tungsten carbide for Thread turning)	12
2.4 อุตสาหกรรมที่ใช้ทังสเตนคาร์ไบด์	14
2.5 ปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ในอุตสาหกรรม	15
2.6 อุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry)	16
2.7 ระดับอุตสาหกรรมสีเขียว	16
2.8 โอกาสในการพัฒนาให้อุตสาหกรรมผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ได้รับมาตรฐานโรงงานสีเขียว	17
2.9 คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint for Product, CFP)	18
2.10 เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศต่าง ๆ	21
2.11 การทบทวนวรรณกรรม	23
บทที่ 3 แนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา	26
3.1 การกำหนดกรอบการดำเนินการวิจัย	26
3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตทังสเตนคาร์ไบด์	27
3.3 ศึกษาเครื่องจักรอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 รายละเอียดกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา	31
3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตและพลังงาน	48
3.6 ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิต	48
3.7 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา	55
3.8 การสมดุล (Mass Balance) ของการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา	56
3.9 ตารางการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา	58
3.10 ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิตสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์	68
3.11 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบและทรัพยากรในการกระบวนผลิต	69
บทที่ 4 ผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	71
4.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิต	71
4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	73
4.3 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต และการประยุกต์ใช้เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	75
บทที่ 5 อภิปรายผล	78
5.1 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60	78
5.2 การกำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60	78
5.3 ผลการกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Sintering Process)	78
5.4 ผลการเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์	79
5.5 ผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หลังจากการปรับปรุง	80
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	82
6.1 สรุปผลการศึกษา	82
6.2 ข้อเสนอแนะ	83
บทที่ 7 การนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์	85
7.1 รูปแบบดำเนินการทางธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือทังสเตนคาร์ไบด์	85
7.2 ผลิตภัณฑ์การให้บริการ (Service)	86
7.3 ต้นทุนการดำเนินธุรกิจ	87
7.4 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน (Financial Analysis)	89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก ข้อกำหนดเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Product Category Rules for Tungsten Carbide Insert)	93
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยตีพิมพ์	101
ภาคผนวก ค เอกสารการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Verification Sheet) ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว	108
ภาคผนวก ง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 ตารางแสดงค่า Emission Factor เดือน กุมภาพันธ์ 2562	114
เอกสารอ้างอิง	122
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	124

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1.1 ปริมาณสำรองและการผลิตแร่งทังสเตนของโลก 3
1.2 ขอบเขตศึกษากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ตามแนวทาง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยองค์การบริหารจัดการ ก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 6
2.1 ก๊าซเรือนกระจก และศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน 20
3.1 การขนส่งวัตถุดิบ ยานพาหนะ และระยะทาง ของการผลิตแผ่นมีด ทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 32
3.2 ปริมาณการใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 49
3.3 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการลำเลียงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ เข้าเตาอบผนึก (Transfer) 49
3.4 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการให้ความร้อน (Sintering Process) 50
3.5 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการเจียระไนแผ่นมีดมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Grinding Process) 50
3.6 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการล้างแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ด้วยเครื่องล้างอัลตร้าโซนิค 51
3.7 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอน การเคลือบผิวแผนมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไทเทเนียมไนไตร (TiN Coating) 51
3.8 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ (Packing) 51
3.9 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต 52
3.10 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต (ส่วนที่หนึ่ง) 52
3.11 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต (ส่วนที่สอง) 53
3.12 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต (ส่วนที่สาม) 53
3.13 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษา 54
3.14 การสมดุลมวลของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 57
3.15 ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการได้มาของวัตถุดิบ 68
3.16 ข้อมูลวัตถุดิบหรือทรัพยากรของช่วงการผลิต 69
3.17 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบและทรัพยากรของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ 70
3.18 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการผลิต 70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

4.1 ปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต 71
4.2 ปริมาณ และสัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 72
4.3 ปริมาณ และสัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิต 73
4.4 ปริมาณ สัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทรัพยากรช่วยในการผลิตและการกำจัดของเสีย 74
4.5 สรุปผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ กรณีศึกษา 75
4.6 เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุง สัดส่วนการผลิตแผ่นมีทังสเตนคาร์ไบด์ในกรณีกำหนดจำนวนในการผลิตขั้นต่ำ (Minimum Lot Size) 76
4.7 เปรียบเทียบก่อน และหลังการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าส่องสว่าง 77
4.8 เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุง การลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่องสว่าง 77
5.1 ผลรวมคาร์บอนฟุตพริ้นท์เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุงของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 81
7.1 ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 89
7.2 การพยากรณ์รายจ่าย 89
7.3 การพยากรณ์กำไรสุทธิ 90
7.4 รายจ่าย ยอดขาย และกำไรสุทธิ 90

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1.1 การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซ CO_2 และการใช้พลังงานของไทยช่วงปี พ.ศ.2541 – 2560 1

1.2 การปล่อยก๊าซ CO_2 ภาคอุตสาหกรรม ช่วงปี 2558-2560 2

2.1 จำนวนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ และการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆที่ขอขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 8

2.2 สมบัติทางกายภาพของแร่ทังสเตน 10

2.3 ช่วงการนำไปใช้งานตามขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์และปริมาณร้อยละของโคบอลต์ 11

2.4 ขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์ 12

2.5 การทำงานในการกลึงเกลียวของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 13

2.6 แนวโน้มการผลิตและการสำรองทังสเตนคาร์ไบด์จากประเทศทั่วโลก 14

2.7 ยอดขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ ในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม 15

2.8 รายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลก 16

2.9 การพิจารณาขอบเขตการคำนวณจากวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ใน 5 ระยะ 19

2.10 เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ของประเทศต่างๆ 21

3.1 กรอบการดำเนินการ 26

3.2 กระบวนการผลิตของทังสเตนคาร์ไบด์ 27

3.3 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 27

3.4 แบบวาดโดยละเอียด (Drawing) ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 28

3.5 แม่พิมพ์และแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก 28

3.6 บรรจุภัณฑ์ผงทังสเตนคาร์ไบด์ 33

3.7 ลักษณะทังสเตนคาร์ไบด์ในรูปผง (RTP : Ready To Press) 33

3.8 เอกสารรับรองผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 34

3.9 โปรแกรมเขียนแบบแสดงมวลสารของผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา 36

3.10 ลักษณะการติดตั้งแม่พิมพ์แผ่นมีดกรณีศึกษา 37

3.11 การเติมผงทังสเตนคาร์ไบด์เข้าเบ้ากลางแม่พิมพ์ 38

3.12 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูป 38

3.13 การตรวจสอบขนาดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 38

3.14 การลำเลียงจัดวางแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เข้าห้องเตาอบผนึก 39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

3.15 เครื่องเตาอบผนึก (Sintering Furnance) 40
3.16 ลำดับการให้ความร้อน 40
3.17 กราฟแสดงช่วงการเริ่มให้ความร้อน การให้ความร้อน และการให้ความเย็น ของการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 42
3.18 การตรวจสอบคุณภาพแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอบผนึก 43
3.19 การเจียระไนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ของเครื่องเจียระไน 2 หน้า 44
3.20 การตรวจสอบขนาดแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไมโครมิเตอร์และเครื่องวัดขนาดชิ้นงานชนิดแสงเงา 44
3.21 เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค 45
3.22 เครื่องเคลือบผิวโลหะ (Coating Machine) 46
3.23 เครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ 47
3.24 บรรจุภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 47
3.25 ฉลากแสดงรหัสสินค้า 47
3.26 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิต และพลังงาน 48
3.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตและปริมาณไฟฟ้า 53
3.28 ขอบเขตการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 55
3.29 รูปแบบการสมดุลมวล 56
3.30 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 58
3.31 ขอบเขตการพิจารณาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตแผ่นมีด ทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 59
3.32 การสมดุลมวลระหว่างสารขาเข้า และสารขาออกของกระบวนการผลิต แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 60
3.33 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการผลิต 61
3.34 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรช่วยผลิต 62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

3.35 สรุปผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา 63
5.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงกำหนดการผลิตขั้นต่ำ 79
5.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 80
7.1 ขั้นตอนการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ 86
7.2 โครงสร้างองค์กรของธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ 88
7.3 จุดคุ้มทุน (Break Even Point) 91

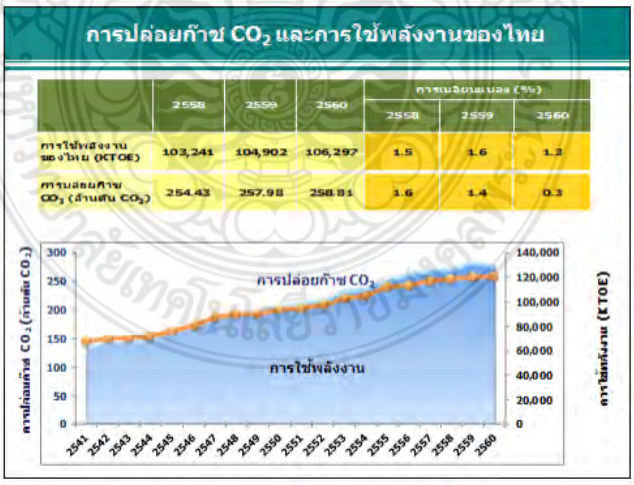
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) จากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์อย่างต่อเนื่องทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่นๆ เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งผลกระทบต่อวิธีการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น การดำเนินงานเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการใช้พลังงานและการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยมีอัตราสูงขึ้นของทุกปี เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรและมีการเติบโตของประเทศอย่างรวดเร็ว มีการอุปโภคบริโภคที่มากขึ้นตามสัดส่วน โดยเพิ่มมากขึ้นจากหลายภาคส่วน ในปี 2559 มีการใช้พลังงาน 104,902 KTOE (พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า) และค่าการปล่อยก๊าซ CO_2 เท่ากับ 257.98 Million Tons-CO_2 (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์) ในปี 2560 มีการใช้พลังงาน 106,297 KTOE เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3 และค่าการปล่อยก๊าซ CO_2 เท่ากับ 258.81 Million Tons-CO_2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.3 ดังนั้นจึงทำให้เห็นว่าปริมาณจากการใช้พลังงานและการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยมีอัตราสูงขึ้นในทุกปี ดังภาพ 1.1

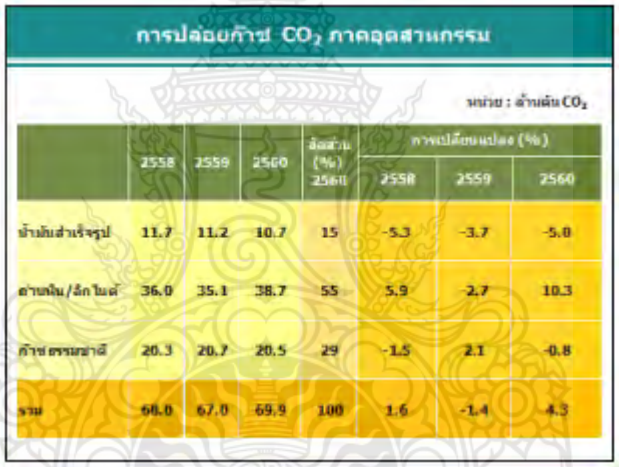


ภาพ 1.1 การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซ CO_2 และการใช้พลังงานของไทย ช่วงปี พ.ศ.2541 - 2560

ที่มา : ศูนย์พยากรณ์ และสารสนเทศพลังงาน;สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน; กระทรวงพลังงาน (2561)

จากภาพ 1.1 แสดงการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซ CO_2 พบว่าในภาคการผลิตไฟฟ้า ภาคการขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคเศรษฐกิจอื่นๆ มีการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซ CO_2 มากขึ้นตามลำดับ สำหรับภาคอุตสาหกรรม เชื้อเพลิงหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซ CO_2 ได้แก่ ถ่านหินลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันสำเร็จรูป ตามลำดับ ในปี 2560 มีการปล่อยก๊าซ CO_2 รวมทั้งสิ้น 69.9 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ4.3 ตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ การใช้ ถ่านหิน ลิกไนต์ มีการปล่อย CO_2 เพิ่มขึ้นในระดับ 38.7 ล้านตัน CO_2 เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 10.3 ก๊าซธรรมชาติมีการปล่อยก๊าซ CO_2 ลดลงร้อยละ 0.8 อยู่ที่ 20.5 ล้านตัน CO_2 และน้ำมันสำเร็จรูป (น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันก๊าด และ LPG) อยู่ที่ 10.7 ล้านตัน CO_2 ลดลงจากปี 2559 ร้อยละ0.5

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ที่มีในประเทศส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจก โดยทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ที่ส่งผลกระทบต่อแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด ดังภาพ 1.2



การปล่อยก๊าซ CO_2 ภาคอุตสาหกรรม

หน่วย : ล้านตัน CO_2

	2558	2559	2560	สัดส่วน (%) 2560	การเปลี่ยนแปลง (%) 2558	2559	2560
น้ำมันสำเร็จรูป	11.7	11.2	10.7	15	-5.3	-3.7	-5.0
ถ่านหิน/ลิกไนต์	36.0	35.1	38.7	55	5.9	2.7	10.3
ก๊าซธรรมชาติ	20.3	20.7	20.5	29	-1.5	2.1	-0.8
รวม	68.0	67.0	69.9	100	1.6	-1.4	4.3

ภาพ 1.2 การปล่อยก๊าซ CO_2 ภาคอุตสาหกรรม ช่วงปี 2558-2560
ที่มา : ศูนย์พยากรณ์ และสารสนเทศพลังงาน;สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2561)

จากภาพ 1.2 แสดงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคอุตสาหกรรม โดยอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันสำเร็จรูป ในปี 2560 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 10.7 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสัดส่วนร้อยละ 15 อุตสาหกรรมการผลิตถ่านหิน/ลิกไนต์ ในปี 2560 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 38.7 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสัดส่วนร้อยละ 55 และอุตสาหกรรมการผลิตก๊าซธรรมชาติ ในปี 2560 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 20.5 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสัดส่วนร้อยละ 29 โดยอุตสาหกรรมการผลิตถ่านหิน/ลิกไนต์ มีสัดส่วนร้อยละในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด

สถานการณ์ทังสเตนของโลก จีนเป็นประเทศที่มีการผลิตและสำรองแร่ทังสเตนมากที่สุดของโลก โดยในปี 2557 มีปริมาณการผลิตทังสเตนประมาณ 68,000 ตันทังสเตน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 86 ของผลการผลิตของโลก และปริมาณสำรองแร่ทังสเตนประมาณ 1.9 ล้านตันทังสเตน หรือประมาณร้อยละ 58 ของปริมาณการสำรองทังสเตนทั่วโลก แสดงดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 ปริมาณสำรองและการผลิตแร่งทังสเตนของโลก

หน่วย: Tons of tungsten content

ประเทศ	ปีการผลิต		ปริมาณสำรอง
	2556	2557	
จีน	68,000	68,000	1,900,000
รัสเซีย	3,600	3,600	250,000
แคนาดา	2,130	2,200	290,000
เวียดนาม	1,660	2,000	87,000
โบลิเวีย	1,250	1,300	53,000
อื่นๆ	4,760	5,300	720,000
รวม	**81,400**	**82,400**	**3,300,000**

ที่มา : USGS (2015)

การใช้ทังสเตนในอุตสาหกรรมกลางน้ำ (Midstream) คือ กระบวนการ การจัดการ และแปรรูปภายในโรงงานแปรรูป เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ตามต้องการ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Carbide) หรือโลหะแข็ง เกิดจากการผสมผสานระหว่างทังสเตนคาร์ไบด์กับโลหะอื่นๆ เช่น โคบอลต์ ไทเทเนียม แทนทาลัม และไนโอเบียม เป็นต้น ซึ่งจะถูกใช้ในงานตัด งานกัด และงานเจาะ การผลิต นอกจากนี้ ทังสเตนยังถูกใช้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงาน (Mill product) หลายรูปแบบ เช่นทังสเตนคาร์ไบด์ในรูป แท่ง แผ่น ลวด และส่วนประกอบในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
เป็นต้น

การใช้ทังสเตนในอุตสาหกรรมปลายน้ำ พบว่าปริมาณการใช้ทังสเตนสูงที่สุดคือ สาขาวิศวกรรม รองลงมาได้แก่ พลังงาน การขนส่ง การขุดเจาะทรัพยากรธรรมชาติ อากาศยานและการป้องกันประเทศ ตามลำดับ วิเคราะห์แนวโน้มความต้องการใช้ทังสเตนในอุตสาหกรรมที่สำคัญดังต่อไปนี้

1.1.1 อุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ทังสเตนเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตดอกสว่านที่ใช้ในการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

1.1.2 อุตสาหกรรมยานยนต์ ทังสเตนเป็นวัตถุดิบสำคัญหลายประการเช่น ปั๊มน้ำ หัวฉีด รางวาล์ว คอมเพรสเซอร์ และเทอร์โบชาร์จเจอร์ เป็นต้น

1.1.3 อุตสาหกรรมการบิน ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นของทังสเตน ทำให้ทังสเตนถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์การบิน เช่นโครงสร้างและใบพัดของเครื่องๆบิน เฮลิคอปเตอร์ เป็นต้น

นอกจากความสำคัญของทังสเตนคาร์ไบด์ในอุตสาหกรรมต่างๆแล้ว จากการศึกษายังพบว่าบริษัทผู้ผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ระดับโลกก็ได้ให้ความสำคัญ ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อส่งแวดล้อมมากขึ้น เช่น บริษัท SANDVIK ประเทศสวีเดน ที่มีแผนการในการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพแทนการใช้น้ำมันในกระบวนการให้ความร้อน ที่คาดว่าจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานได้ถึง 1,850 Ton Co_2e หรือเทียบเท่าปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในบ้านเดี่ยวเฉลี่ย 230 ครอบครัว เป็นประจำทุกปี (SANDVIK Annual Report,2018) เป็นต้น รวมถึงเริ่มมีงานวิจัยทางด้าน Green House Gas (GHG) calculation ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องมือตัดมากขึ้น เช่น Narita et al. (2008) ที่ทำการศึกษา Life cycle assessment (LCA) ของกระบวนการ Machining หรืองานวิจัยของ Sun and Zhang (2012) ที่ทำการศึกษาค่า Carbon Footprint Analysis ในกระบวนการผลิต Metal Cutting เป็นต้น

จากความสำคัญของการใช้งานทังสเตนคาร์ไบด์ แนวโน้มในการพัฒนากระบวนการผลิตการสร้างผลิตภัณฑ์ให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนี้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ โดยประยุกต์ใช้กับการคำนวณเครื่องมือตัดของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 เป็นกรณีศึกษา ด้วยการใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เป็นแนวทางหลัก (Guideline) ซึ่งผลที่ได้จะช่วยทำทราบขั้นตอนและค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแต่ละกิจกรรม ตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การผลิต ตลอดจนการกำจัดของเสีย (วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์) ที่จะช่วยเป็นแนวทาง ฐานข้อมูลสำคัญ และทราบแหล่งการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ อันจะเป็นการส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ของประเทศไทยให้มีแนวทางในการพัฒนาธุรกิจให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเพิ่มข้อมูลสนับสนุนการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมนี้ของไทย ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของโลกต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

1.2.2 เพื่อนำผลจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

1.3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาแนวทางการปรับปรุงการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ด้วยวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ โดยอ้างอิงรูปแบบการคำนวณจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

1.3.2 กำหนดหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Function Unit) คือ แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 จำนวน 1 แผ่นมีด

1.3.3 กำหนดขนาดของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษา คือ มีความยาวมุมฉากเท่ากับ 16 มิลลิเมตร ขนาดเส้นรอบวงในเท่ากับ 9.525 มิลลิเมตร ความสูงเท่ากับ 3.62 มิลลิเมตร รัศมีมุมคมกัดเท่ากับ 60 องศา และขนาดรูในเท่ากับ 3.92 มิลลิเมตร

1.3.4 ขอบเขตการพิจารณาคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ (Business-to-Business, B2B)

1.3.5 แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกและผ่านกระบวนการอบผนึก (Sintering Process)

1.3.6 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม 2561 และ เดือน มีนาคม 2562 ของโรงงานผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ตัวอย่าง

1.3.7 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา มาจากผู้ส่งมอบภายในประเทศไทย

1.3.8 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ ใช้ตารางค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ฉบับที่ 6

1.3.9 การประเมินค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากกิจกรรมของวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ 3 ขั้นตอน ของผลิตภัณฑ์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) ดังตาราง 1.2

ตารางที่ 1.2 ขอบเขตศึกษากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ขอบเขต	กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่าง
ประเภทที่1	ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ	วัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในขั้นการผลิต ตั้งแต่การถลุง สกัด สินแร่จากธรรมชาติ การแปรรูปวัตถุดิบและการขนส่งมายังสู่ขั้นกระบวนการบริการ
ประเภทที่2	ขั้นตอนการผลิต	พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ตลอดจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป
ประเภทที่3	ขั้นตอนการจัดการของเสีย	พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รวมถึงการจัดการมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้วัตถุดิบเหล่านั้น

จากตาราง 1.2 แสดงขอบเขตศึกษากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยแบ่งเป็นขอบเขต 3 ประเภท 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต และขั้นตอนการจัดการของเสีย ตามลำดับ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ทราบถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ต่อหนึ่งหน่วยการผลิต

1.4.2 ทราบถึงกิจกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

1.4.3 สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า

1.4.4 ส่งเสริมให้บริษัทที่มีการผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีการใช้ทังสเตนคาร์ไบด์ในการผลิตใช้เทคโนโลยีหรือวิธีการที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม

1.4.5 เป็นทางเลือกของผู้ใช้หรือบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมีส่วนร่วมในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน ผู้บริโภคสามารถนำข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์

1.4.6 ได้องค์ความรู้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ และประยุกต์ใช้ในการคำนวณผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ต้องการตระหนักถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป

1.4.7 ได้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ในด้านการเก็บข้อมูล การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และการเสนอแนวทางการ

ปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กลึงเกลียว 16ER60 และสามารถนำไปประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้

1.5 สมมติฐานการวิจัย

การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)ไม่ทำให้คุ้มทุนภายในระยะเวลา 5 ปี นับจากวันที่เริ่มประเมิน

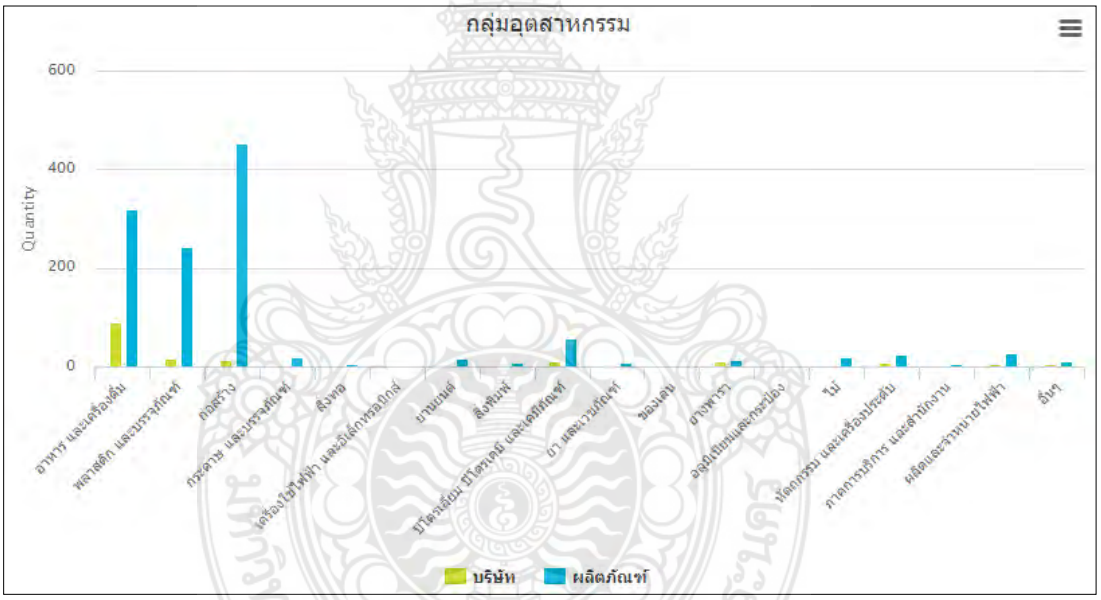
บทที่ 2

การศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม

2.1 การศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.1 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco Products)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่ทำการขึ้นทะเบียนกับทางองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) จำนวน 3,009 ผลิตภัณฑ์ และจำนวนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่ทำการขึ้นทะเบียนเท่ากับ 556 บริษัท สามารถแสดงได้ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 จำนวนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ และการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆที่ขอขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2562)

จากภาพ 2.1 แสดงจำนวนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมงานก่อสร้างมีจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 453 ผลิตภัณฑ์ และจำนวนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่มมีจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 90 บริษัท

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint Label)

เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือฉลากลดคาร์บอนรีดักชัน เป็นฉลากคาร์บอนประเภทหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงโดยใช้กระบวนการผลิตเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เพื่อกระตุ้นให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคตระหนักถึงการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แสดงให้ทราบถึงตลอดชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนถึงการกำจัดของเสีย โดยเป็นการส่งเสริมการใช้ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์ จะเป็นประโยชน์ต่อการค้าระหว่างประเทศและการแข่งขันในตลาดโลก ทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้ผลิตเปิดเผยข้อมูลและแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคได้เลือกซื้อสินค้า บริษัทที่มีการได้รับเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 13 บริษัทแรกมี ดังนี้

2.1.2.1 อาหารบริการลูกค้าสายการบิน (แกงเขียวหวาน และ มัสมั่นไก่) บริษัท การบินไทยมหาชน จำกัด

2.1.2.2 บรรจุภัณฑ์ปลอดเชื้อสำหรับอาหารเหลวและเครื่องดื่ม บริษัท เอส ไอ จี คอมบิบล็อก จำกัด

2.1.2.3 อาหารไก่เนื้อ บริษัท เบทาโก จำกัด (มหาชน)

2.1.2.4 กระเบื้องเซรามิค บริษัท เซรามิคอุตสาหกรรมไทย จำกัด

2.1.2.5 ไก่ย่างเทอริยากิ บริษัท ซีพีเอฟ ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด

2.1.2.6 เนื้อไก่สด บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)

2.1.2.7 มาม่าเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส บริษัท เพรสซิเดนท์ไรซ์โปรดัก จำกัด

2.1.2.8 น้ำสับปะรดเข้มข้น บริษัท ทิปโก้ฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน

2.1.2.9 ข้าวหอมมะลิ 100 % ใหม่ต้นฤดู บริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด

2.1.2.10 แกงเขียวหวานทูนาบรรจุกระป๋อง บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด

2.1.2.11 เส้นด้ายยืดไนล่อน บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน)

2.1.2.12 เครื่องดื่มโคคา-โคลาชนิดบรรจุกระป๋องบรรจุ 325 cc บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด

2.1.2.13 พรมปูพื้น (Axminster Carpet) บริษัท คาร์เปทอินเตอร์แนชั่นแนล ไทยแลนด์ จำกัด (มหาชน)

ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ใช้ฉลากคาร์บอนแสดงให้เห็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความตระหนักของผู้ผลิตที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมให้ผู้บริโภคเห็นถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน

2.2 ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide)

2.2.1 ทังสเตน (Woulfe, W)

แร่ทังสเตนได้ค้นพบ ในปี ค.ศ.1779 โดย Peter Woulfe ใช้ชื่อเรียกว่า แร่วุลแฟรไมต์ (Wolframite) เป็นโลหะทนอุณหภูมิสูง มีความหนาแน่นสูง สัญลักษณ์ทางเคมีของธาตุทังสเตนคือ W มีเลขอะตอมเท่ากับ 74 และมีคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญ ดังภาพ 2.2

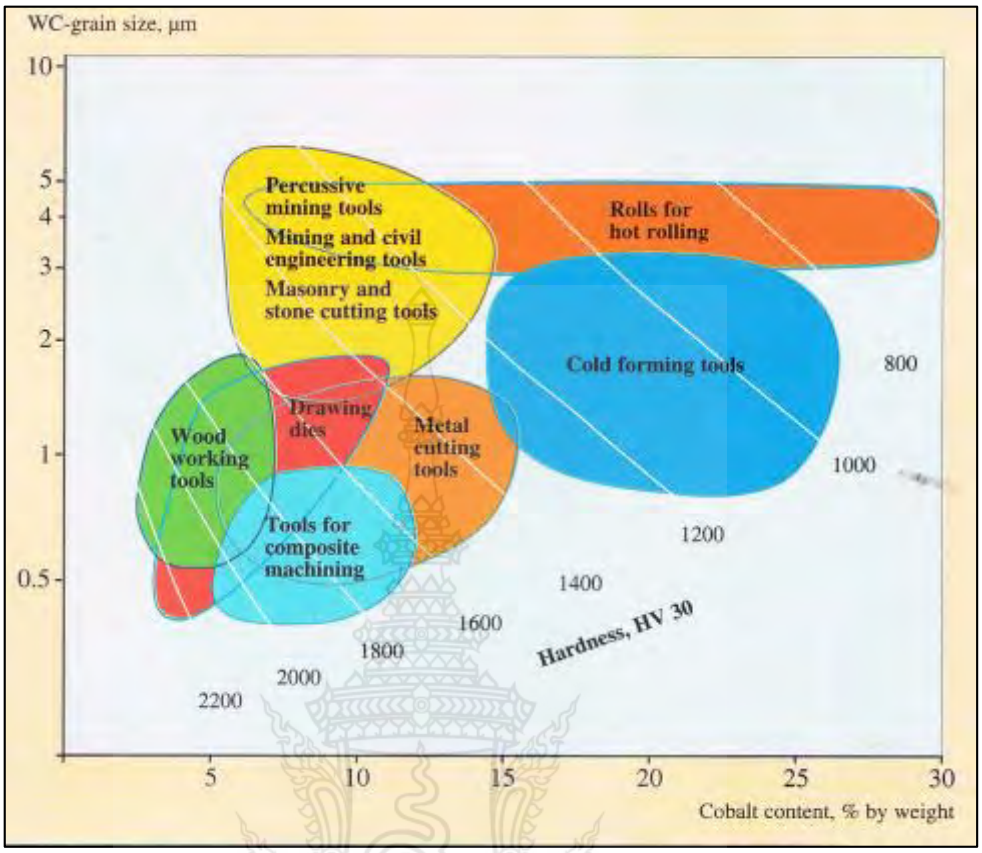
สมบัติ	ธาตุ
Atomic weight	183.86
Density @ 20˚C (gm/cc)	19.3
Density @ 20˚C (lb/cu.in.)	0.697
Melting point˚C	3410
Boiling point ˚C	5530
Termal conductivity @20˚C (cal/cm/˚C/sec)	0.40
Specific heat @20˚C (cal/gram/˚C)	0.032
Tensile strength @ Room temp (psi)	100,000 - 500,000

ภาพ 2.2 สมบัติทางกายภาพของแร่ทังสเตน
ที่มา : www.researchgate.net (2019)

จากภาพ 2.2 แสดงสมบัติทางกายของแร่ทังสเตนคาร์ไบด์ โดยมีน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 183.86 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เท่ากับ 19.3 จุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส มีจุดเดือดที่ 5,530 องศาเซลเซียส

2.2.2 ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide)(WC)

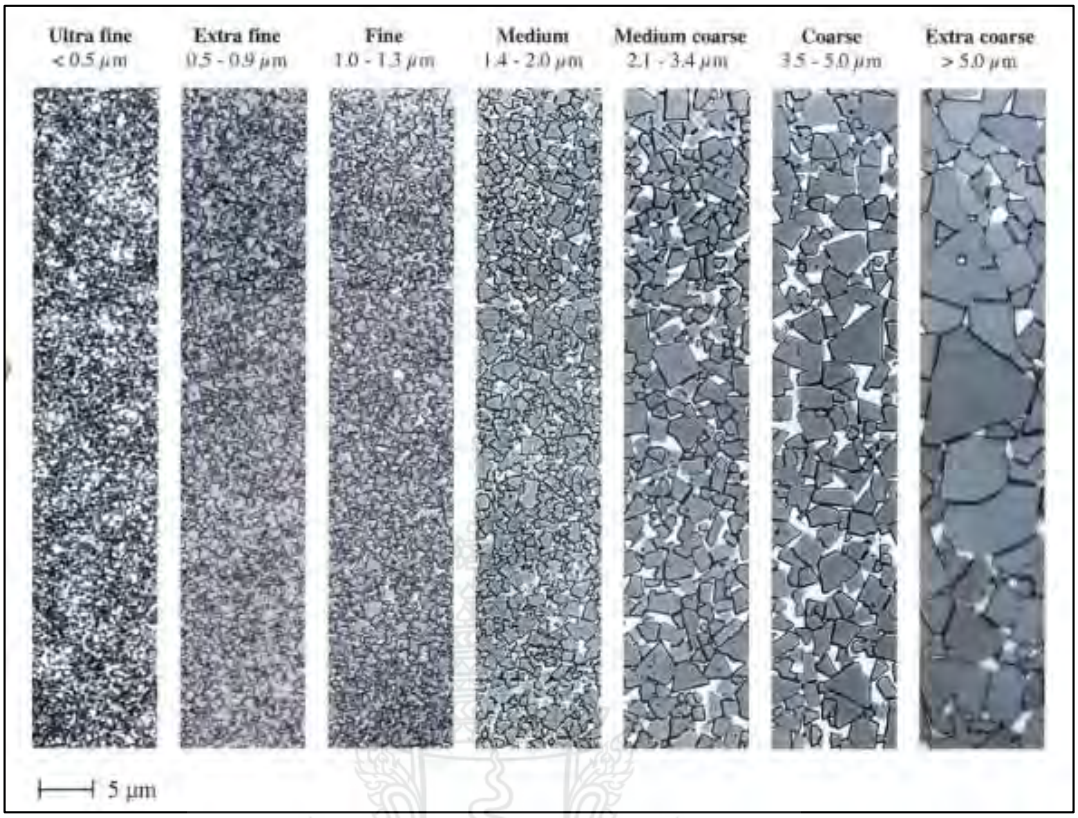
ทังสเตนคาร์ไบด์เกิดจากการผสมระหว่าง ทังสเตน (W) กับ โคบอลต์ (Co) ด้วยกรรมวิธีการผสม ตามสัดส่วนส่วนผสมหลัก โดยอาจมีธาตุอื่นผสมด้วยเช่น ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC) แทนทาลั่มคาร์ไบด์ (TaC) นาโอเบียมคาร์ไบด์ (NbC) เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ที่สามารถรวมตัวกับธาตุหลัก ทังสเตน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการใช้งาน การนำไปใช้งานของเครื่องมือหรือชิ้นส่วนที่ผลิตจากทังสเตนคาร์ไบด์ ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาค (Grain Size) ของทังสเตน และปริมาณร้อยละของโคบอลต์ ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.3 ช่วงการนำไปใช้งานตามขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์และปริมาณร้อยละของโคบอลต์

ที่มา : Sandvik Hard Material (2019)

จากภาพ 2.3 แสดงช่วงการนำไปใช้งานตามขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์และปริมาณร้อยละของ โคบอลต์ ตัวอย่างเช่น ที่ขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 0.5 ไมครอน และปริมาณร้อยละของโคบอลต์เท่ากับ 5 สามารถนำไปใช้งานเกี่ยวกับแม่พิมพ์รีดลวด (Drawing Dies) ขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 1 ไมครอน และปริมาณร้อยละของโคบอลต์เท่ากับ 10 สามารถนำไปใช้งานเกี่ยวกับแม่พิมพ์รีดลวด (Drawing Dies) เครื่องมือตัด (Tools for Composite Machine) เครื่องมือสำหรับงานไม้ (Wood Working Tools) แม่พิมพ์รีดลวด (Drawing Dies) เครื่องมือตัดโลหะ (Metal Cutting Tools) เป็นต้น การเลือกใช้เกรดทังสเตนคาร์ไบด์ตามลักษณะการใช้งานจะต้องพิจารณาตามช่วงการนำไปใช้ตามเกรดของทังสเตนคาร์ไบด์แล้วต้องพิจารณาถึงขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์ด้วย ซึ่งจะมีผลต่อการนำไปใช้งาน ดังภาพ 2.4



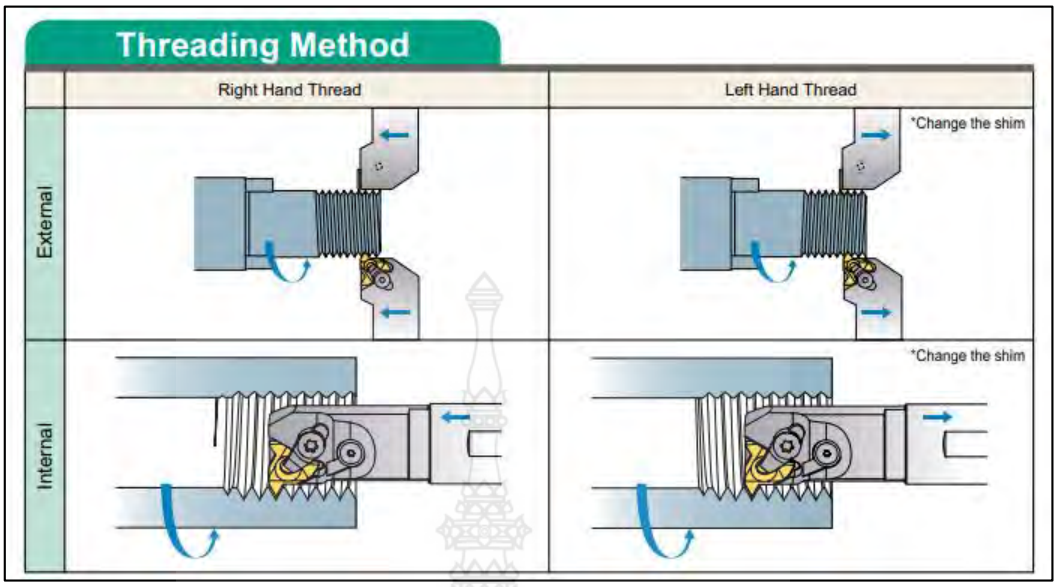
ภาพ 2.4 ขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์
ที่มา : Sandvik Hard Material (2019)

จากภาพ 2.4 แสดงขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์ โดยการเลือกขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์จะสอดคล้องกับการนำไปใช้งาน เช่น ลักษณะงานที่ต้องการทนการเสียดสีมาก ต้องเลือกใช้ขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีขนาดเล็ก ระหว่าง 0.5 ถึง 0.9 ไมครอน หรือหากต้องการเลือกใช้งานในลักษณะงานที่ต้องการทนการกระแทกสูง ต้องเลือกใช้ขนาดอนุภาคของทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีขนาดใหญ่ ระหว่าง 3.5 ถึง 5.0 ไมครอน

2.3 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ สำหรับงานกลึงเกลียว (Tungsten Carbide for Thread Turning)

2.3.1 ประแภทของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ สำหรับงานกลึงเกลียว

แผ่นมีดที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปแบ่งออกเป็นหลายชนิด ซึ่งแผ่นมีดแต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะการปลอกหรือกลึงผิวชิ้นงาน แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ สำหรับกลึงเกลียวสองลักษณะใหญ่ คือ แผ่นมีดกลึงเกลียวนอก และแผ่นมีดกลึงเกลียวใน มีลักษณะย่อยลงมา คือ เกลียวหน่วยมิลลิเมตร (Millimeter Unit) เกลียวหน่วยนิ้ว (Inch Unit) และเกลียวหมุนซ้าย หมุนขวา เป็นต้น สามารถแสดงได้ ดังภาพ 2.5



ภาพ 2.5 การทำงานในการกลึงเกลียวของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์
ที่มา : Mitsubishi Tools News 2019

จากภาพ 2.5 แสดงการทำงานในการกลึงเกลียวของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ในการกลึงเกลียวนอก กลึงเกลียวใน กลึงเกลียวหมุนซ้าย และกลึงเกลียวหมุนขวา ซึ่งแผ่นมีดในการกลึงเกลียวนอก และกลึงเกลียวใน แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์จะแตกต่างกัน แต่ในการกลึงเกลียวหมุนซ้าย หรือหมุนขวา จะเกิดจากการเดินทิศทางการกลึงของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์

2.3.2 แนวโน้มการผลิตและการสำรองทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลก

การผลิตทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลกมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเพื่อผลิตชิ้นส่วน อุปกรณ์ที่มีการนำวัสดุทังสเตนคาร์ไบด์มาใช้ทดแทนวัสดุอื่นที่ต้องการความคงทนมากกว่า เพื่อลดการสึกหรอของชิ้นส่วน และการนำไปผลิตเครื่องมือตัดสำหรับการขึ้นรูปโลหะเพื่อนำไปผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ สำหรับการผลิตชิ้นส่วน อุปกรณ์ แนวโน้มการผลิตและการสำรองทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลก จากปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ.2018 ดังภาพ 2.6

	Mine production 2017	Mine production 2018	Reserves
United States	—	—	NA
Austria	975	980	10,000
Bolivia	994	1,000	NA
China	67,000	67,000	1,900,000
Portugal	724	770	3,100
Russia	2,090	2,100	240,000
Rwanda	720	830	NA
Spain	564	750	54,000
United Kingdom	1,090	900	43,000
Vietnam	6,600	6,000	95,000
Other countries	1,300	1,400	1,000,000
World total (rounded)	82,100	82,000	3,300,000

ภาพ 2.6 แนวโน้มการผลิตและการสำรองทังสเตนคาร์ไบด์จากประเทศทั่วโลก
ที่มา : United States Geological Survey Mineral Resources Program (2019)

จากภาพ 2.6 แสดงแนวโน้มและการสำรองทังสเตนคาร์ไบด์จากประเทศทั่วโลก ระหว่างปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ.2018 พบว่า บางประเทศมีการผลิตเพิ่มขึ้น เช่น ประเทศออสเตเลีย ในปี ค.ศ. 2017 มีการผลิตอยู่ที่ 975 เมตริกตัน ในปี ค.ศ.2018 มีการผลิตอยู่ที่ 980 เมตริกตัน เพิ่มขึ้น 5 เมตริกตัน เป็นต้น การผลิตทั้งหมดรวมในปี ค.ศ.2017 เท่ากับ 82,100 เมตริกตัน ในปี ค.ศ.2018 เท่ากับ 82,000 มีปริมาณลดลง 100 เมตริกตัน และปริมาณสำหรองทังสเตนคาร์ไบด์รวมเท่ากับ 3,300,000 เมตริกตัน

2.4 อุตสาหกรรมที่ใช้ทังสเตนคาร์ไบด์

2.4.1 อุตสาหกรรมการผลิตโลหะ (Metal Manufacturing)

อุตสาหกรรมการผลิตโลหะ เป็นผู้ผลิตสินค้าเพื่อการใช้หรือขายโดยมีเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการสร้างหรือผลิตชิ้นส่วนที่ทำจากโลหะ เช่น แม่พิมพ์ฉีดฝาขวด สกรู น๊อต เป็นต้น ดังนั้น อุตสาหกรรมที่มีการใช้แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์สำหรับงานกลึงเกลียว เป็นเครื่องมือในการตัดแต่งโลหะและไม่เป็นโลหะ เป็นกระบวนการตกแต่ง หรือขึ้นรูปชิ้นงาน (Machining Process) ให้มีรูปร่างตามต้องการ

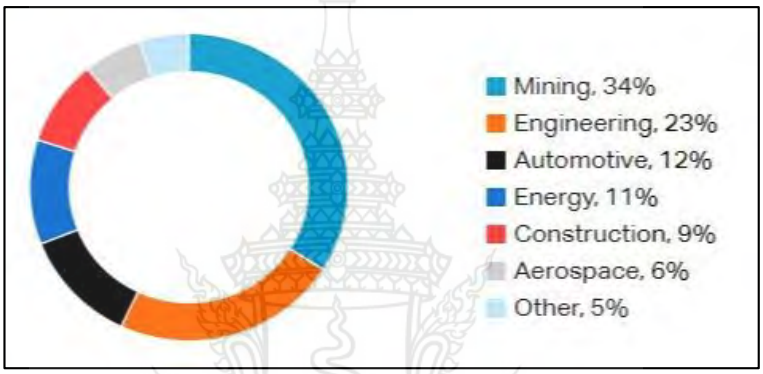
2.4.2 อุตสาหกรรมการผลิตอโลหะ (Non Metal Manufacturing)

อุตสาหกรรมการผลิตอโลหะ คือ อุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าที่ไม่ใช่โลหะ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก ไม้ เป็นต้น อุตสาหกรรมดังกล่าวมีส่วนที่ต้องใช้แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ในการผลิตชิ้นส่วน เช่น แท่งเกลียวพลาสติก และเสาเกลียวไม้ เป็นต้น

2.5 ปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ในอุตสาหกรรม

2.5.1 อุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์

อุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ เพื่อการใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการผลิตขึ้นรูป ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในหลายประเภทอุตสาหกรรมการผลิตจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการ Machine ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีเครื่องมือ (Tooling) ที่เป็นทังสเตนคาร์ไบด์ได้แก่ Drill Endmill Insert หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ต้องการความแข็ง ทนต่อการเสียดสี ขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยแต่ละประเภทอุตสาหกรรมที่มีการใช้ทังสเตนคาร์ไบด์สำหรับใช้เป็นเครื่องมือ ที่มีการจัดลำดับการใช้งานสูงสุด สามารถแยกประเภทของอุตสาหกรรมได้ ดังภาพ 2.7

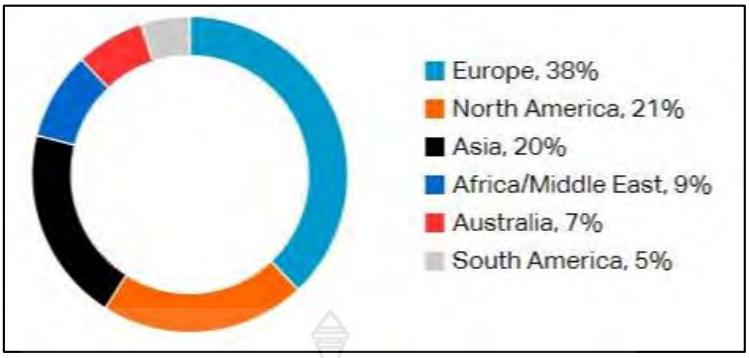


ภาพ 2.7 ยอดขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ ในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม
ที่มา : SANDVIK Annual Report 2018 (2019)

จากภาพ 2.7 แสดงยอดขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ ในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม โดยมีสัดส่วนอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ร้อยละ 34 อุตสาหกรรมด้านวิศวกรรม ร้อยละ 23 อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ร้อยละ 12 ด้านพลังงาน ร้อยละ 11 อุตสาหกรรมการก่อสร้าง ร้อยละ 9 อุตสาหกรรมการบินการอวกาศ ร้อยละ 6 และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ร้อยละ 5 การนำผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีความจำเป็นที่ต้องการเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ต้องการด้านความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน

2.5.2 ทวีปที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์

พื้นที่ของโลกหรือทวีปที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ ในการนำไปใช้เชิงอุตสาหกรรมการผลิตมีหลายประเทศทั่วโลกที่มีการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ต้องทำการขึ้นรูป (Machine) สามารถแสดงการใช้งานสูงสุดตามลำดับทวีป ดังภาพ 2.8



ภาพ 2.8 รายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลก
ที่มา : SANDVIK Anaual Report 2018 (2019)

จากภาพ 2.8 แสดงรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลก การผลิตและใช้งานผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์มีความต้องการจากผู้ใช้งานในส่วนของการผลิตเครื่องมือ อุปกรณ์ ตามพื้นทั่วโลกที่ที่มีการใช้งานและสั่งซื้อ ทวีปยุโรป ร้อยละ 38 ทวีปอเมริกาเหนือ ร้อยละ 21 ทวีปเอเชีย ร้อยละ 20 ทวีปแอฟริกา / ตะวันออกกลาง ร้อยละ 9 ออสเตรเลีย ร้อยละ 7 และทวีปอเมริกาใต้ ร้อยละ 5 รายได้จากการขายผลิตภัณฑ์จากทั่วโลกที่ต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพิ่มขึ้น

2.6 อุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry)

อุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry) เป็นการจัดการอุตสาหกรรมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ มีการหมุนเวียนของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Waste Recovery) ในกระบวนการผลิต การป้องกันปัญหามลพิษโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) รวมทั้งการผลิตสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco Product) มีการแลกเปลี่ยนของเสียที่จะกลายเป็นวัตถุดิบให้กับโรงงานอื่นๆ (Industrial Symbiosis) โดยเน้นของเหลือใช้ และของเสียกลับมาใช้ใหม่ตามหลักการ 3R ได้แก่ การลดของเสีย (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำวัสดุเหลือใช้หรือของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycle) (Environment, 2557)

2.7 ระดับอุตสาหกรรมสีเขียว

อุตสาหกรรมสีเขียวประกอบด้วย 5 ระดับ ได้แก่

2.7.1 ระดับที่ 1 ความมุ่งมั่นสีเขียว (Green Commitment)

ความมุ่งมั่นสีเขียว คือ ความมุ่งมั่นที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการสื่อสารภายในองค์กรให้ทราบโดยทั่วกัน

2.7.2 ระดับที่ 2 ปฏิบัติการสีเขียว (Green Activities)

ปฏิบัติการสีเขียว คือ การดำเนินกิจกรรมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้สำเร็จตามความมุ่งมั่นที่ตั้งไว้

2.7.3 ระดับที่ 3 ระบบสีเขียว (Green System)

ระบบสีเขียว คือ การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ มีการติดตามประเมินผล และทบทวนเพื่อพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงได้รับรางวัลด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับ และการรับรองมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ

2.7.4 ระดับที่ 4 วัฒนธรรมสีเขียว (Green Culture)

วัฒนธรรมสีเขียว คือ การที่ทุกคนในองค์กรให้ความร่วมมือร่วมใจดำเนินงานอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในทุกด้านของประกอบกิจการจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมขององค์กร

2.7.5 ระดับที่ 5 เครือข่ายสีเขียว (Green Network)

เครือข่ายสีเขียว คือ การแสดงถึงการขยายเครือข่ายตลอดห่วงโซ่อุปทานสีเขียว โดยสนับสนุนให้คู่ค้า และพันธมิตรเข้าสู่กระบวนการรับรองอุตสาหกรรมสีเขียว (สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม, มปป.)

2.8 โอกาสในการพัฒนาให้อุตสาหกรรมผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ได้รับมาตรฐานโรงงานสีเขียว

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมผลิตทังสเตนคาร์ไบด์นับว่าเป็นโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การได้รับมาตรฐานโรงงานสีเขียว การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ เป็นอีกหนึ่งกิจกรรมที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) ได้สนับสนุนผู้ผลิตในการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ และใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อแสดงถึงความใส่ใจในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานโรงงานสีเขียวในระดับที่ 2 ปฏิบัติการสีเขียว (Green Activities) โดยมีแนวทางการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

2.8.1 นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ เป็นนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ ที่จะดำเนินการเพื่อการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม หรือการป้องกันมลพิษ (Prevention of Pollution) พิจารณาการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Sustainable Resource Use) ลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Mitigation and Adaptation) รวมถึงการปกป้อง และฟื้นฟูธรรมชาติ (Protection and Restoration of The Natural Environment)

2.8.2 การวางแผน

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ เป็นการบ่งชี้ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต และพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ โดยในขั้นตอนการคำนวณนั้นจะต้องศึกษาถึงข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง มีการกำหนดวัตถุประสงค์ และเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่สอดคล้องกับนโยบาย มีการจัดทำแผนงาน การให้ความร่วมมือในด้านข้อมูลจากในทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีการกำหนดวิธีการ ระยะเวลาแล้วเสร็จ และมีการติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

2.8.3 การนำไปปฏิบัติ

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ จะมีการฝึกอบรม และการสร้างจิตสำนึกให้กับบุคลากรที่ทำงานให้องค์กร หรือที่ทำงานในนามองค์กรเพื่อให้เกิดความตระหนักต่อประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

โดยเมื่อเสร็จสิ้นการคำนวณจนกระทั่งได้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ ทางโรงงานอุตสาหกรรมจะมีการเผยแพร่ข้อมูลให้บุคลากรภายใน และภายนอกองค์กรทราบ

ซึ่งทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะร่วมหารือเพื่อจักทำแผนการดำเนินงานในการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ลดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อดำเนินการขึ้นทะเบียนครั้งต่อไปนับจากวันที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์อีก 2 ปี

2.8.4 การติดตามประเมินผล

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ มีการดำเนินงานในการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม และเครื่องมือที่นำมาใช้ในการตรวจวัด ซึ่งจะมีการทวนสอบ และบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม เมื่อการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเสร็จสิ้น จะสามารถทราบถึงขั้นตอนการผลิตที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยจะมีการดำเนินการจัดทำแผนการปฏิบัติแก้ไข และป้องกัน

จากแนวทางการปฏิบัติข้างต้น พบว่า การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์สอดคล้องการเกณฑ์กำหนดอุตสาหกรรมสีเขียวในระดับที่ 2 ซึ่งเป็นโอกาสในการพัฒนากระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นการส่งเสริมให้โรงงานอุตสาหกรรมได้รับมาตรฐานโรงงานสีเขียว

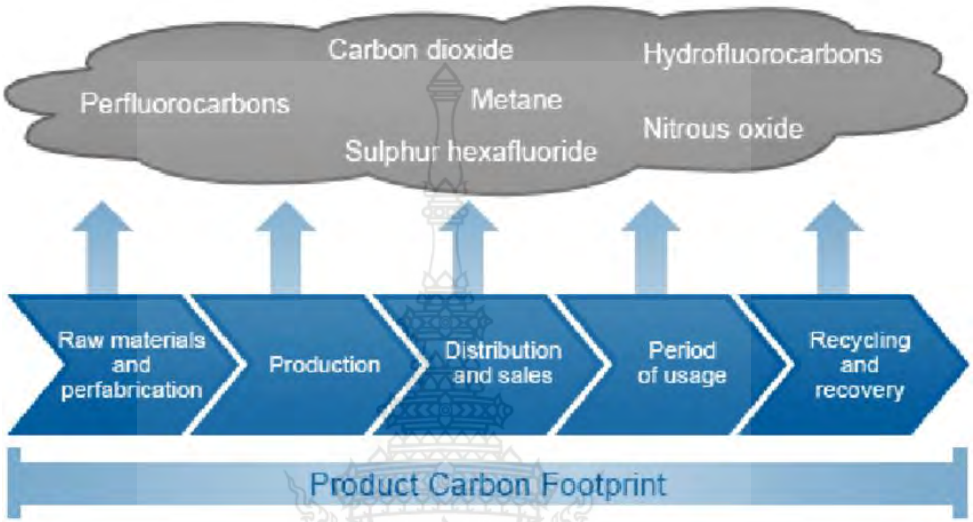
2.9 คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint for Product, CFP)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint for Product, CFP) หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การแปรรูป กระบวนการผลิต การบรรจุภัณฑ์ การกระจายสินค้า การใช้งาน หรือการบริโภค การขาย การจัดการซาก และการขนส่งในทุกขั้นตอน ซึ่งปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์แสดงเป็นหน่วยน้ำหนักของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Co_2eq) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัม (Kg Co_2eq/Kg) กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อชิ้น (Kg Co_2eq/Kg / ชิ้น) เป็นต้น

โดยวัตถุประสงค์ของการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการตั้งเป้าลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดห่วงโซ่การผลิต และเป็นการแสดงข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องหมายรับรองฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เป็นการสื่อสารไปยังผู้บริโภคเพื่อใช้ตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหนับผลิตภัณฑ์สามารถจำแนกขั้นตอน และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีนัยสำคัญ อันเป็นการสนับสนุนให้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต การใช้พลังงาน ทรัพยากร การจัดการซาก การจัดการการขนส่ง กระจายสินค้า

การจัดซื้อวัตถุดิบ และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ ตลอดจนเป็นเครื่องมือสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ
ดังภาพ 2.9



ภาพ 2.9 การพิจารณาขอบเขตการคำนวณจากวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ใน 5 ระยะ
ที่มา : www.researchgate.net (2019)

จากภาพ 2.9 แสดงการพิจารณาขอบเขตการคำนวณจากวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ใน 5 ระยะ ประกอบด้วย

2.9.1 ระยะที่ 1 การได้มาซึ่งวัตถุดิบ (Raw – Material Procurement)

คือ การพิจารณาการปล่อยมลพิษจากการผลิต การสกัด การถลุงวัตถุดิบเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการ

2.9.2 ระยะที่ 2 การผลิต (Production)

คือ การพิจารณาการปล่อยมลพิษจากการนำวัตถุดิบ และทรัพยากรซึ่งเป็นปัจจัยในการผลิตมาแปรสภาพโดยผ่านกระบวนการผลิตตามลำดับขั้นตอน

2.9.3 ระยะที่ 3 การจัดจำหน่าย หรือการกระจายสินค้า (Distribution/Sales)

คือ การพิจารณาการปล่อยมลพิษจากกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้า และ การจัดจำหน่ายจากผู้ขายไปสู่ผู้บริโภค

2.9.4 ระยะที่ 4 การใช้งาน และการบำรุงรักษา (Usage/Maintenance)

คือ การพิจารณาการปล่อยมลพิษจากการใช้งานสินค้า และการบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งาน

2.9.5 ระยะที่ 5 การจัดการซาก และ การรีไซเคิล (Disposal/recycling)

คือ การพิจารณาการปล่อยมลพิษจากซากสินค้าเมื่อหมดอายุการใช้ และการนำสินค้าที่หมดอายุการใช้งานแล้วกลับมาแปรสภาพเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตอีกครั้ง

คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ มีวิธีการคำนวณตามการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment, LCA) ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ในระยะเวลา 100 ปี เป็นกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมหนึ่งที่ประเมินใน *LCA* เป็นมาตรฐานการจัดการสิงแวดล้อมในอนุกรม ISO 14040 : 2006 และ ISO 14044 : 2006 โดยคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ ไม่ได้หมายถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น แต่หมายถึงก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 6 ชนิดได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s) เปอร์โรฟลูออโรคาร์บอน (PCF_s) และซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6)

ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศต่างกันอย่างมาก นักวิจัยจึงได้ใช้หน่วยการวัดที่เรียกว่า ความสามารถในการกักกับความร้อน (Global Warming Potential) ซึ่งจะวัดผลต่อการเกิดภาวะเรือนกระจก และระยะเวลาการคงตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศโดยเปรียบเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ ดังตาราง 2.1

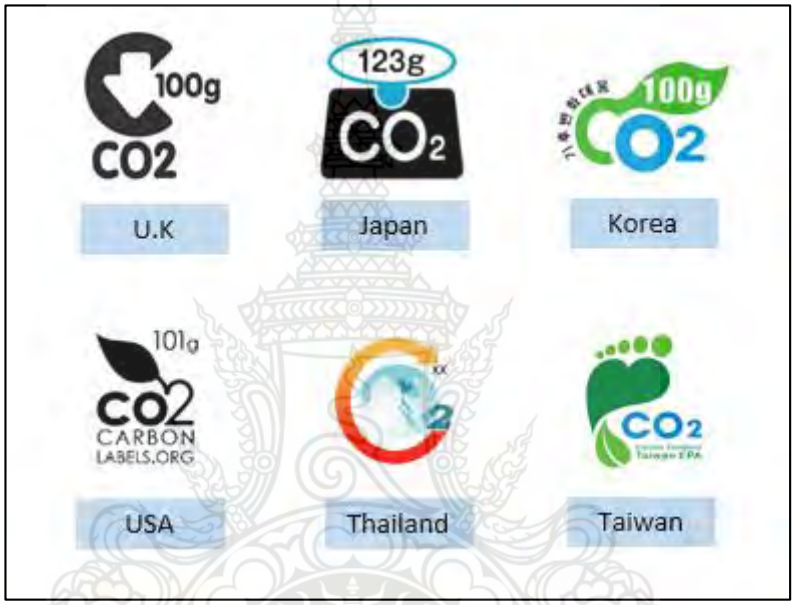
ตาราง 2.1 ก๊าซเรือนกระจก และศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน

ก๊าซ	ผลต่อการเกิดภาวะเรือนกระจก	ความสามารถในการกักเก็บความร้อน (Co_2eq)	ระยะเวลาที่คงอยู่ในบรรยากาศ (ปี)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	53%	1	50 - 200
มีเทน (CH_4)	17%	23 - 25	10
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	5%	200	150
โอโซนระดับพื้นผิว (O_3)	13%	2,000	ประมาณสัปดาห์
ฮาโลคาร์บอน (CFC_s)	12%	มากกว่า 10,000	60 - 100

จากตาราง 2.1 แสดงก๊าซเรือนกระจก และศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน เมื่อทำการเปรียบเทียบก๊าซมีเทนกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ก๊าซมีเทนมีช่วงชีวิตสั้นกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ก๊าซมีเทนมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนมากกว่าเท่ากับ 23 – 25 เมื่อเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 ตัวเลขเหล่านี้จะถูกคูณด้วยการแพร่หลายของก๊าซแต่ละชนิดในชั้นบรรยากาศ และทำให้เป็นค่าเทียบเท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Equivalent) (TARA, 2012)

2.10 เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศต่างๆ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องมือการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งถูกนำมาใช้มากกว่า 20 ประเทศทั่วโลก เพื่อเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการขับเคลื่อนการผลิต และการบริโภคที่คำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน และบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเครื่องหมายการรับรองคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในแต่ละประเทศมีสัญลักษณ์แตกต่างกัน ดังภาพ 2.10



ภาพ 2.10 เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ของประเทศต่าง ๆ
ที่มา : TGO (PUBLIC ORGANIZATION) (2019)

จากภาพ 2.10 แสดงเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ของประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น เกาหลี สหรัฐอเมริกา ไทยแลนด์ และไต้หวัน ซึ่งแต่ละประเทศจะมีรูปแบบของสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป

2.10.1 ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศอังกฤษ

ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศอังกฤษเกิดขึ้นภายใต้การกำกับดูแลของคาร์บอนทรัส (Carbon Trust) ได้ทำการประเมินคาร์บอนของสินค้ากว่า 5,000 ผลิตภัณฑ์ ครอบคลุม 90 ตราผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2554 โดยมีเป้าหมายการติดฉลากคาร์บอนในสินค้าของบริษัทจำนวน 70,000 ผลิตภัณฑ์ เน้นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอาหารซึ่งในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2553 มีผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากแล้ว 500 ผลิตภัณฑ์

2.10.2 ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศสหรัฐอเมริกามีผู้ริเริ่มโครงการ คือ Carbon Fund เป็นองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร และเป็นผู้กำหนดเกณฑ์สำหรับผู้ผลิตที่ต้องการรับฉลากคาร์บอนในสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีข้อแตกต่างกับประเทศอังกฤษ คือ มีการแสดงผลการลดคาร์บอนของผลิตภัณฑ์หากสามารถลดลงจากเดิมในสัดส่วนร้อยละ 10 จะได้รับการยกเว้นค่าธรรมเนียมในปีถัดไป ซึ่งจากในรัฐเคลิฟอร์เนียมีการออกลากคาร์บอน 3 ประเภท คือ

2.10.2.1 ฉลากที่ไม่แสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอน (Low-Carbon Seal)

2.10.2.2 ฉลากที่แสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนติดบนผลิตภัณฑ์ (Carbon Score)

2.10.2.3 ฉลากที่ใช้สัญลักษณ์เป็นรูปดาว (Carbon Rating) จาก 1 ถึง 5 ดาว หากสินค้าใดได้จำนวนดาวมาก หมายถึง สินค้านั้นลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่าสินค้าที่มีดาวน้อยกว่า

2.10.3 ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศญี่ปุ่น

ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศญี่ปุ่นมีหน่วยงาน The Japan Environmental Management Association for Industry (JEMAI) เป็นหน่วยงานในการตรวจสอบและออกฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศญี่ปุ่น โดยผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่ผ่านการตรวจสอบและได้รับฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เช่น บริษัท ซาปโปโร บริเวอร์รี่ จำกัด บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ จำกัด และบริษัท คาโอ คอร์เปอร์เรชั่น จำกัด เป็นต้น บริษัทดังกล่าวต่างให้ความสำคัญเรื่องผลิตภัณฑ์สีเขียว (Green Products) และมีทัศนะคติเกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่สามารถนำไปสนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการผลิต และจัดการระบบการจำหน่ายสินค้าให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้

2.10.4 ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในประเทศเกาหลี

ประเทศเกาหลีมีฉลากคาร์บอน 2 ประเภท คือ ฉลาก Carbon footprint label certificate และ ฉลาก Low carbon certification โดยในประเทศเกาหลีใต้มี 10 บริษัท ที่ได้นำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เข้าตรวจสอบ และขอรับรองฉลากคาร์บอน ได้แก่

1). สายการบิน Asiana Airlines

2). ผลิตภัณฑ์ Gas boiler

3). ผลิตภัณฑ์เครื่องซักผ้าตรา LG

4). ผลิตภัณฑ์แชมพูตรา Amore Pacific Corporation

5). ผลิตภัณฑ์น้ำอัดลมตราโคคาโคลา

6). ผลิตภัณฑ์ TFT-LCD Glass substrates ยี่ห้อซัมซุง

7). ผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำตรา Woongjin Coway

8). ผลิตภัณฑ์ตู้เสื้อผ้าตรา livart

9). ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ตรา Pulmuone และ

10). ผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสำเร็จรูปตรา CJ Cheil Jedang เป็นต้น

2.10.5 ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย

แนวทางการจัดทำฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศไทย เป็นผลจากการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นการแสดงให้ผู้บริโภคได้รับทราบว่า กระบวนการผลิตสินค้าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นประมาณเท่าใด หลังจากที่ผู้ผลิตได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้ว ประเทศไทยมีองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) ทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลการคำนวณ และรับรองฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint for Product Label) ในปี 2561 พบว่ามีผลิตภัณฑ์ที่ทำการขึ้นทะเบียน จำนวน 3,009 ผลิตภัณฑ์

2.11 การทบทวนวรรณกรรม

2.11.1 สิริกานตย์ นิธิศักดิยานนท์ และ จิตรา ณุ้กิจการพานิช (2560)

ได้ทำการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโครงการสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินและอุโมงค์ทางวิ่ง โดยใช้เครื่องมือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทำการประเมิน และวิศวกรรมย้อนรอยเพื่อหาขั้นตอนการประเมิน เพื่อสร้างเป็นต้นแบบใช้กับการประเมินงานโครงการสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินและอุโมงค์ทางวิ่ง

จากผลการวิจัยโครงการสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 1.69 tCO_2e/ตารางเมตร และงานสร้างอุโมงค์ทางวิ่งมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 34,623.61 tCO_2e/กิโลเมตร

2.11.2 พรรณทิพย์ แตงอ่อน (2556)

ได้ทำการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลาจำนวน 9 โรงงาน โดยวัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ รูปแบบการประเมินเป็นแบบไม่เต็มรูปแบบ (Cradle to Gate) เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้น

จากการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นของของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลา จำนวน 9 โรงงานเท่ากับ 2.078 Kg CO_2e/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ซึ่งการได้มาของวัตถุดิบ รวมการขนส่งวัตถุดิบ เท่ากับ 1.815 Kg CO_2e/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน และจากการขนส่งผลิตภัณฑ์ 0.11 Kg CO_2e/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน จากกระบวนการผลิต เท่ากับ 0.015 Kg CO_2e/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ปรับปรุงกระบวนการโดยใช้ก๊าซชีวภาพมาแทนพลังงานไฟฟ้า มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลงเหลือเท่ากับ 1.914 Kg CO_2e ซึ่งสามารถลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้เท่ากับ 0.165 Kg CO_2e/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน

2.11.3 สุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย (2556)

ได้ทำการศึกษาแนวทางการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุภัณฑ์พลาสติกประเภทโพลีโพลีน ขนาดบรรจุ 22 ออนซ์ ด้วยวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ มีขอบเขตการพิจารณาในลักษณะ ธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ (Business-to-Business) ระหว่างเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2555จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.0275 Kg CO_2e และจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต การใช้บรรจุภัณฑ์ การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องเทอร์โมฟอร์มมิ่ง เครื่องอัดอากาศ หลอดไฟแสงสว่าง และปั้มน้ำหล่อเย็นเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลการ

ดำเนินการดังกล่าว สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ท่ากับ 0.0053 Kg CO_2e หรือสัดส่วนร้อยละ 19.27

2.11.4 อนุสรณ์ บุญปก (2560)

ได้ทำการศึกษาการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนของกล้วยกรอบแก้ว 160 กรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ตามการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก มีขอบเขตตั้งแต่ขั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์จนถึงขั้นการกำจัดของเสีย

จากการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.35 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้แก๊ส และน้ำมัน ตามลำดับ ดังนั้นผู้ผลิตจึงควรมุ่งเน้นที่ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเพื่อลดการใช้แก๊สและน้ำมันอันส่งผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

2.11.5 สุบิน พัฒนาสกุลลอย (2557)

ได้ทำการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม ภายใต้วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในขอบเขตลักษณะ ธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ (Business-to-Business)

จากการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของฝาน้ำดื่มที่มีน้ำหนัก 1.45 กรัม จะมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 8.46 g CO_2e โดยสัดส่วนระดับคาร์บอนฟุตพริ้นท์การนำเขาของวัตถุดิบเท่ากับ 7.96 8.46 g CO_2e กระบวนการผลิตเท่ากับ 0.50 8 g CO_2e

จากการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีการเสนอแนวทางการปรับปรุงโดยการปรับปรุงด้านซัพพลายเชน สามารถลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม ต่อหนึ่งหน่วยผลิตลดลงเท่ากับ 2.4 g CO_2e และได้เสนอแนวทางการจัดทำฉลากคาร์บอน เพื่อส่งเสริมกระบวนการบริหารจัดการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.11.6 ผศ.ดร.พงศ์เทพ สุวรรณวาร และคณะ (2556)

ได้ทำการศึกษาการประเมินวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดห่วงโซ่การผลิตน้ำตาลทรายขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย กำหนดพื้นที่ศึกษา จำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ประเมินในลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ (Business-to-Business)

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทรายขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 0.3429 Kg CO_2e/Kg. ในจังหวัดนครราชสีมามีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดเท่ากับ 231 MKg CO_2e/ปี รองลงมาคือจังหวัด ชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ โดยมีค่าเท่ากับ 149, 71, และ 51 MKg CO_2e/ปี ตามลำดับ ส่วนในผลรวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งสิ้นเท่ากับ 502 MKg CO_2e/ปี

2.11.7 นลินี อเนกแสน (2554)

ได้ทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุ และกระบวนการในการก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากบ้านพักอาศัยที่สร้างด้วยรูปแบบวิธี และวัสดุที่แตกต่างกัน มีการพิจารณาข้อมูลตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ และกระบวนการผลิต

จากผลงานวิจัยดังกล่าว พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของการสร้างบ้านประเภทก่ออิฐมอญจากการใช้ปูนซีเมนต์เท่ากับร้อยละ 42 อิฐมอญร้อยละ 22 และเหล็กร้อยละ 19 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุ และกระบวนการก่อสร้างบ้านคอนกรีตมวลเบาจากการใช้ปูนซีเมนต์เท่ากับร้อยละ 40 เหล็กร้อยละ 27 และคอนกรีตมวลเบาร้อยละ 19 ตามลำดับ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุ และกระบวนการก่อสร้างบ้าน Precast จากการใช้ปูนซีเมนต์เท่ากับร้อยละ 44 และเหล็กร้อยละ 36 โดยทั้งสามรูปแบบการวิเคราะห์ พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 98 มาจากวัสดุร้อยละ 2 จากกระบวนการผลิต ซึ่งการทบทวนวรรณกรรมแสดงให้ทราบถึงผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากบรรจุภัณฑ์พลาสติก มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบมากกว่าช่วงการผลิต

2.11.8 นเรศ ใหญ่วงศ์ (2554)

ได้ทำการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องด้วยการคัดกรองตัวแปร กำหนดหน่วยหน้าที่ของการศึกษษ คือ ข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องจำนวน 1 กระป๋อง ขนาด 12 ออนซ์ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 246 g CO_2e โดยขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเป็นสัดส่วนร้อยละ 94 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาเป็นแนวทางการพิจารณาขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบของผู้ส่งมอบด้วยการขนส่งทางรถบรรทุก และทางเรือ

บทที่ 3

แนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

3.1 การกำหนดกรอบการดำเนินการวิจัย

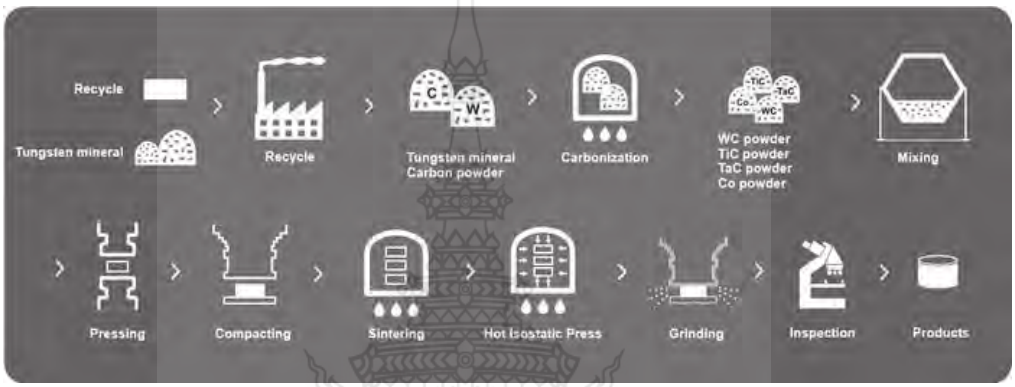
การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นการนำวิธีการคำนวณตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ซึ่งเป็นสาเหตุปัญหาในด้านการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในอนาคต

มีกระบวนการศึกษา ดังภาพ 3.1

ภาพ 3.1 กรอบการดำเนินการ

3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตทังสเตนคาร์ไบด์

ขั้นตอนการผลิตผงทังสเตนคาร์ไบด์ เริ่มจาก แร่ทังสเตน หรือ รีไซเคิลทังสเตนคาร์ไบด์ เข้าสู่กระบวนการแปรรูปและรีไซเคิล แล้วแยกคาร์บอนออกจากแร่ทังสเตนด้วยความร้อน และนำไปผสมรวมกับ ทังสเตน ไทเทเนี่ยม เทนทาลั่ม และโคบอล โดยจะมีสารอื่นๆ เพิ่มเข้าไปการในกระบวนการผสมขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละผู้ผลิต ที่พัฒนาผงทังสเตนที่ให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งส่วนผสมที่เป็นตัวประสารชั่วคราวจะเป็น Wax เพื่อช่วยในการประสารขึ้นรูปขั้นตอนการ Pressing



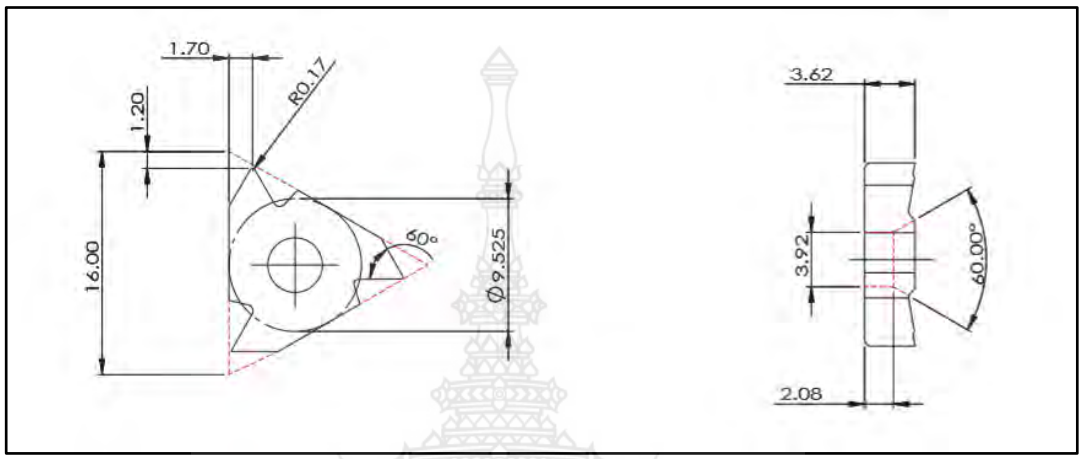
ภาพ 3.2 กระบวนการผลิตทังสเตนคาร์ไบด์
ที่มา : MITSUBISHI MATERIAL (2562)

3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ในเดือน มกราคม 2561 และเดือนมีนาคม 2562 มีปริมาณการผลิตเท่ากับ 1,800 ชิ้น จากบริษัทผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม โดยแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ รหัส16ER60 กรณีศึกษาสามารถแสดงได้ ดังภาพ 3.3

ภาพ 3.3 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

จากภาพ 3.3 แสดงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป โดยผ่านการอัดขึ้นรูปจาก RTP แล้วนำไปเผาสุญญากาศโดยการให้ความร้อน (Sintering Process) ทำการเจียระไน แล้วนำไปชุบเคลือบผิวด้วยไทเทเนียม (PVD Coating with TiN) สามารถแสดงแบบวาดโดยละเอียด (Drawing) ได้ ดังภาพ 3.4



ภาพ 3.4 แบบวาดโดยละเอียด (Drawing) ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

จากภาพ 3.4 แสดงแบบวาดโดยละเอียดของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว โดยมีความยาวมุมฉากเท่ากับ 16 มิลลิเมตร ขนาดเส้นรอบวงในเท่ากับ 9.525 มิลลิเมตร ความสูงเท่ากับ 3.62 มิลลิเมตร รัศมีมุมคมกัดเท่ากับ 60 องศา และขนาดรูในเท่ากับ 3.92 มิลลิเมตร ซึ่งแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาที่ผลิตขึ้นมาจากแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปชิ้นงาน ต่อ 1 ครั้งจะสามารถผลิตได้เท่ากับ 1 แผ่นมีด โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการอัดขึ้นรูปเท่ากับ 45 วินาที/1 แผ่นมีด สามารถแสดงได้ดัง ภาพ 3.5

ภาพ 3.5 แม่พิมพ์และแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก

จากภาพ 3.5 แสดงแม่พิมพ์ และแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูปจากผงทังสเตนคาร์ไบด์ ตามรูปทรงของแผ่นมีดคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษา โดยปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ผลิตแผ่นมีดต่อ 1 แผ่นมีด เท่ากับ 4.50 กรัม

3.3 ศึกษาเครื่องจักรอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

3.3.1 เครื่องอัดไฮดรอลิก (Hydraulic Press Machine)

เครื่องอัดไฮดรอลิก ขนาด 50 ตัน เริ่มจากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบผงทังสเตนคาร์ไบด์นำเข้าใส่แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปตามลักษณะของแผ่นมีด แล้วทำการอัดผงคาร์ไบด์ในแม่พิมพ์ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.48 กิโลวัตต์

3.3.2 เครื่องชั่งดิจิตอล (Weighing Scale)

เครื่องชั่งดิจิตอล ใช้ในการชั่งผงทังสเตนคาร์ไบด์ เพื่อควบคุมน้ำหนักของผงทังสเตนคาร์ไบด์ในการอัดขึ้นรูปแผ่นมีด ของการอัดขึ้นรูปต่อ 1 ครั้ง ต่อ 1 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.00008 กิโลวัตต์

3.3.3 เครื่องวัดความหนาแน่น (Electronic Densimeter)

เครื่องวัดความหนาแน่น ใช้ในการตรวจสอบค่าความหนาแน่นของแผ่นมีดทังสเตนที่ผ่านการอัดขึ้นรูปแล้ว นำมาทดสอบค่าความหนาแน่นตามมาตรฐาน ใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.00008 กิโลวัตต์

3.3.4 เตาอบผนึก (Sintering Furnaces)

เตาเผาสุญญากาศ ใช้สำหรับให้ความร้อนกับแผ่นมีดที่ผ่านการอัดขึ้นรูปและตรวจสอบความหนาแน่นแล้ว นำมาเผาเพื่อให้เกิดการประสานตัวของอนุภาคทังสเตน ซึ่งระบบการเผาด้วยสุญญากาศนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรดังนี้

3.3.4.1 ระบบเตาอบผนึก

ระบบเตาอบผนึกให้พลังงานความร้อนด้วยแท่งความร้อนกราไฟท์ (Graphite Bar) โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 72.33 กิโลวัตต์

3.3.4.2 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)

ปั๊มสุญญากาศ ใช้สำหรับการดูดอากาศในห้องเตาออก เพื่อให้เตาเป็นสุญญากาศ โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 3.0 กิโลวัตต์

3.3.4.3 ปั๊มเพิ่มแรงดัน (Booster Pump)

ปั๊มเพิ่มแรงดัน ใช้สำหรับเพิ่มแรงดันในการดูดอากาศในห้องเตา โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.5 กิโลวัตต์

3.3.4.4 ปั๊มน้ำร้อน (Water Pump)

ปั๊มน้ำร้อน ใช้สำหรับดูดน้ำจากท่อหล่อเย็นในผนังเตา (Water Jacket Cooling) แล้วส่งไปยังหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.5 กิโลวัตต์

3.3.4.5 ปั้มน้ำหล่อเย็น (Water Pump)

ปั้มน้ำหล่อเย็น ใช้สำหรับดูดน้ำจากหอผึงน้ำ กลับเข้าท่อหล่อเย็น โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.5 กิโลวัตต์

3.3.4.6 มอเตอร์พัดลมหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower Fan)

มอเตอร์พัดลมหอผึ่งน้ำ ใช้ในการระบายความร้อนให้น้ำร้อนที่ออกจากท่อหล่อเย็น ระบายความร้อนโดยการไหลผ่านแผ่นครีบพลาสติกและใช้มอเตอร์พัดลมดูดอากาศร้อนออก โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.75 กิโลวัตต์

3.3.4.7 เครื่องเจียระไน 2 หน้า (Two-Face Grinding Machine)

เครื่องเจียร 2 หน้า ใช้ในการเจียระไนแผ่นมีดทั้งสองด้าน พร้อมๆกัน เพื่อให้ได้ความหนาของแผ่นมีดตามมาตรฐาน โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.61 กิโลวัตต์

3.3.4.8 เครื่องลบคม (Honing Machine)

เครื่องลบคม ใช้หลักการแปรงปัดไนล่อน (Nylon) หมุนขัดผ่านแผ่นมีดคาร์ไบด์ เพื่อลบคมในส่วนที่เป็นส่วนเกิน โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.27 กิโลวัตต์

3.3.4.9 หลอดไฟส่องสว่าง

หลอดไฟส่องสว่างในกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา มีการใช้หลอดฟลูโอเรสเซนต์จำนวน 22 หลอด โดยแต่ละหลอดมีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ36 วัตต์ หรือ 0.036 กิโลวัตต์ต่อ1หลอด

3.3.4.10 บัลลาสต์

บัลลาสต์ที่ใช้เป็นบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก มีการใช้จำนวน 22 ตัวโดยแต่ละตัวมีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 10 วัตต์ หรือ 0.01 กิโลวัตต์ต่อบัลลาสต์ 1 ตัว

3.3.4.11 เครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา (Profile Projector Machine)

เครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา เป็นเครื่องวัดขนาดชิ้นงาน ที่มีความแม่นยำสูง ความละเอียด 1 ไมครอนเมตร ด้วยหลักการใช้เลนส์ และแสงกระทำโดยตรง ฉายเป็นภาพชิ้นงาน แสดงผล บนจอ อ่านค่าเป็นแบบดิจิตอล สามารถ ส่องภาพได้ 2 ระบบ แบบทึบแสง และแบบดูพื้นผิว โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.30 กิโลวัตต์

3.3.5 เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค (Cleaning Machine)

เครื่องล้างอัลตร้าโซนิค ใช้สำหรับล้างคราบน้ำมัน น้ำหล่อเย็น จากการแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยใช้แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 99.99 เพื่อทำความสะอาดแผ่นมีดก่อนเข้ากระบวนการอบเคลือบผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 10 กิโลวัตต์

3.3.6 เครื่องเคลือบผิวโลหะ (Coating Machine)

เครื่องอบผิวโลหะ ใช้สำหรับเคลือบผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ เพื่อป้องกันการสึกหรอของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เมื่อมีการใช้งานในการกัดโลหะ อุณหภูมิความร้อนที่ใช้เท่ากับ 500 องศาเซลเซียส ใช้สารไทเทเนียมไนไตร (TiN) สีทอง เป็นฟิล์มเคลือบ ด้วยวิธีการเคลือบแบบการตกตระกอนของไอสสาร PVD Coating (Physical Vapour Deposition) ซึ่งเหมาะสำหรับเครื่องมือตัด (Cutting Tools) โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 32 กิโลวัตต์

3.2.7 เครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ (Laser Marking)

เครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ ใช้สำหรับยิงเลเซอร์ลงบนพื้นผิวชิ้นงานโลหะ โดยใช้ระบุเกรดทังสเตนคาร์ไบด์ลงบนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา โดยใช้ขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.61 กิโลวัตต์

3.4 รายละเอียดกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์กรณีศึกษาในครั้งนี้ คือ แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

3.4.1 การส่งวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบ (Supplier)

วัตถุดิบทังสเตนคาร์ไบด์ในรูปของผง (RTP) โดยมากจะมีการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ประเทศจีน ไต้หวัน สวีเดน และอื่นๆ แต่ก็จะมีบริษัทผู้ขายในประเทศไทย เป็นผู้นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งการขนส่งจะอยู่ภายในประเทศไทย ส่วนวัตถุดิบอื่นๆก็จะมีผู้ส่งมอบภายในประเทศไทยด้วยเช่นกัน ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ประกอบด้วยรถกระบะทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 7 ตัน โดยมีระยะทางที่แตกกัน ซึ่งการขนส่งที่เกิดขึ้นมีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดคาร์ไบด์กรณีศึกษาสามารถแสดงได้ ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 การขนส่งวัตถุดิบ ยานพาหนะ และระยะทาง ของการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ กรณีศึกษา

รายการสิ่งที่ขนส่ง	ประเภทยานพาหนะการขนส่งวัตถุดิบ	ระยะทาง (กม.)
ผงทังสเตนคาร์ไบด์	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	66.00
โทลูอีน	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	7.20
ผงกราไฟท์	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	57.00
สารอาร์กอน	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	9.00
น้ำมันเครื่อง	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	6.50
น้ำยาหล่อเย็น	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	6.50
จาระบี ซิลิโคน (High vacuum grease)	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	60.00
ทรายกราสบีท	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	22.00
เศษผ้า	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	20.00
ถุงมือยางอนามัย	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	20.00
กล่องพลาสติก ขนาด 40x98x12 mm.	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	76.00
ฝาปิดกล่องใส ขนาด38x97x1 mm.	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	76.00
ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	15.00
กล่องกระดาษ	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	12.00
เทปใส่ปิดผนึกกล่องกระดาษ	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	11.00
กระดาษกราฟ	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	18.70
กระดาษ A4	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก 1.5 ตัน	9.40

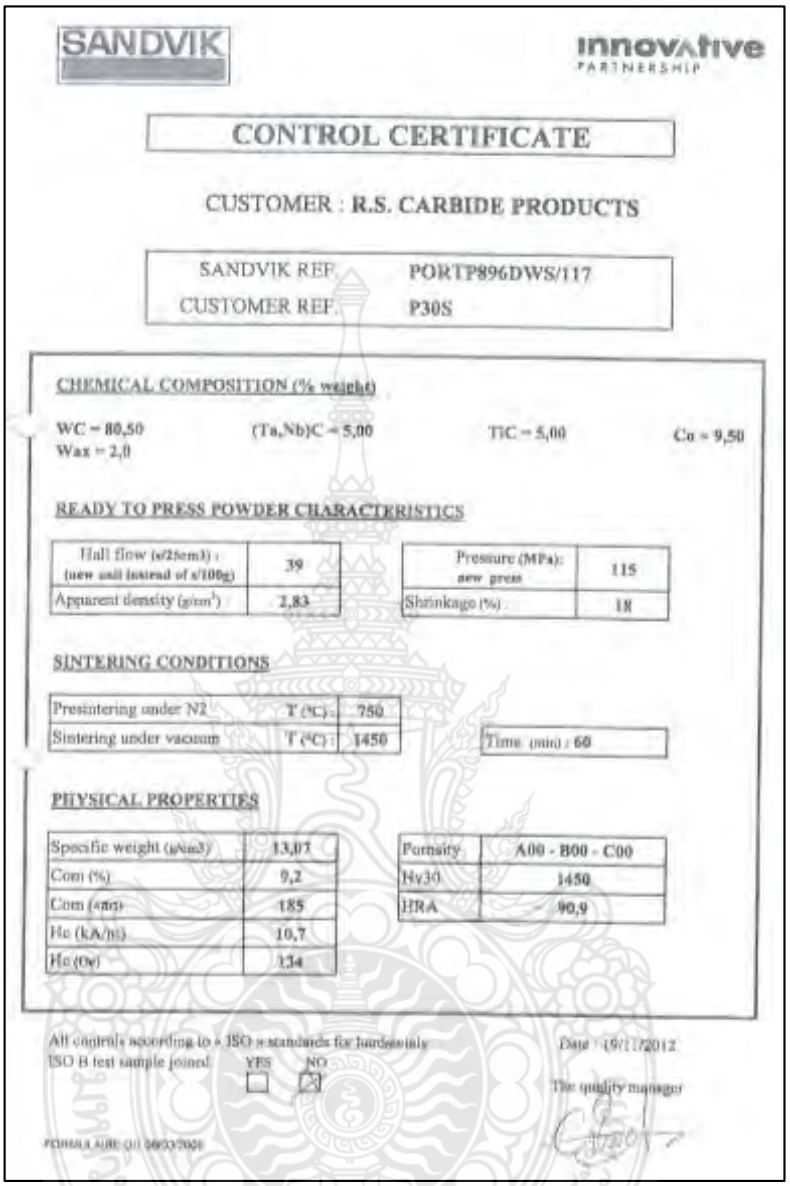
3.4.2 การเตรียมวัตถุดิบผงทังสเตนคาร์ไบด์ เข้าสู่กระบวนการผลิต

เมื่อผู้ส่งมอบได้ส่งวัตถุดิบผงทังสเตนคาร์ไบด์ (RTP) เข้าที่โรงงานและทางสโตร์ได้มีการตรวจสอบรับสินค้าเข้าเรียบร้อยแล้ว ทางฝ่ายผลิตจะทำการเบิกวัตถุดิบจากสโตร์ตามการสั่งผลิต เพื่อส่งไปยังแผนกอัดขึ้นรูป (Press Department) ดังภาพ 3.6 และภาพ 3.7

ภาพ 3.6 บรรจุภัณฑ์ผงทังสเตนคาร์ไบด์

ภาพ 3.7 ลักษณะทังสเตนคาร์ไบด์ในรูปผง (RTP : Ready To Press)
ที่มา : SANDVIK Powder Catalogue (2019)

จากภาพ 3.6 และ 3.7 แสดงบรรจุภัณฑ์และผงทังสเตนคาร์ไบด์ในรูปแบบผง (RTP : Ready To Press) ที่ทางผู้ผลิตทังสเตนคาร์ไบด์ได้ทำการผสม ทังสเตน ไทเทเนี่ยม เทนทาลั่ม โคบอล และพาราฟินแว็คและจะมีสารอื่นๆ ด้วย ซึ่งส่วนผสมอื่นที่ทางผู้ผลิตไม่ได้ระบุมาในเอกสารรับรอง (Certification) เป็นความลับของทางผู้ผลิต ไม่สามารถเผยแพร่ได้) โดยผงทังสเตนคาร์ไบด์จะบรรจุในถุงพลาสติกและใส่ถังพลาสติกอีกชั้นปิดผนึกด้วยฝาพลาสติก และมีน้ำหนักต่อหนึ่งถังโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 กิโลกรัม ขนาดโมเลกุลของทังสเตน (Sintered Grain Size) เท่ากับ 3.00 ไมครอนเมตร และมีอัตราส่วนผสม คือ ปริมาณทังสเตน (W) เท่ากับร้อยละ 80.50 ปริมาณโคบอล (Co) เท่ากับร้อยละ 9.50 ปริมาณพาราฟินแว็ค (Wax) เท่ากับร้อยละ 2.0 มีค่าความแข็งเท่ากับ 90.40 HRA มีค่าความถ่วงจำเพาะ (Density) เท่ากับ 13.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีการหดตัว (Shrink) ร้อยละ18.00 และอุณหภูมิในการเผา (Sintering Temp) เท่ากับ 1450 องศาเซลเซียสซึ่งสามารถแสดงได้ ดังภาพ 3.8



SANDVIK

innovative PARTNERSHIP

CONTROL CERTIFICATE

CUSTOMER : **R.S. CARBIDE PRODUCTS**

SANDVIK REF.	PORTP896DWS/117
CUSTOMER REF.	P30S

CHEMICAL COMPOSITION (% weight)

WC = 80,50 (Ta,Nb)C = 5,00 TiC = 5,00 Co = 9,50
Wax = 2,0

READY TO PRESS POWDER CHARACTERISTICS

Hall flow (s/25cm3) : (new unit instead of s/100g)	39	Pressure (MPa): new press	115
Apparent density (g/cm³)	2,83	Shrinkage (%) :	18

SINTERING CONDITIONS

Presintering under N2	T (°C) :	750
Sintering under vacuum	T (°C) :	1450

Time (min) : 60

PHYSICAL PROPERTIES

Specific weight (g/cm3)	13,07	Porosity	A00 - B00 - C00
Com (%)	9,2	Hv30	1450
Com (mT)	185	HRA	90,9
Hc (kA/m)	10,7		
Hc (Oe)	134		

All controls according to « ISO » standards for hardness only
ISO B test sample joined YES ☐ NO ☒

Date : (9/11/2012

The quality manager

FORMULAIRE QU 26/03/2004

ภาพ 3.8 เอกสารรับรองผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

ภาพ 3.8 แสดงเอกสารรับรองผงทังสเตนคาร์ไบด์เกรด P30S (Certification of RTP Grade P30S) ซึ่งบริษัทผู้ผลิตคือ SANDVIK รายละเอียดในเอกสารแสดง ร้อยละส่วนผสมของเคมี คุณสมบัติของผงทังสเตนคาร์ไบด์ เงื่อนไขการอบผนึก และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ซึ่งผงทังสเตนคาร์ไบด์แต่ละเกรดที่ใช้เลือกใช้ผลิตผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ในด้านใด

3.4.3 การคำนวณปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์สำหรับผลิตอัดขึ้นรูป

การคำนวณปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์สำหรับผลิตอัดขึ้นรูป เพื่อหาปริมาตรของน้ำหนักชิ้นงาน โดยการคำนวณจะต้องวัดขนาดแม่พิมพ์ที่ใช้ ที่มีการออกแบบขนาดเผื่อพิกัดการหดตัวของผลทังสเตนคาร์ไบด์ด้วย โดยผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา จะมีค่าการหดตัวที่ร้อยละ 18.00 การคำนวณแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามขนาดชิ้นงานหลัก คือ

3.3.3.1 การคำนวณปริมาตรตามรูปทรงเรขาคณิต

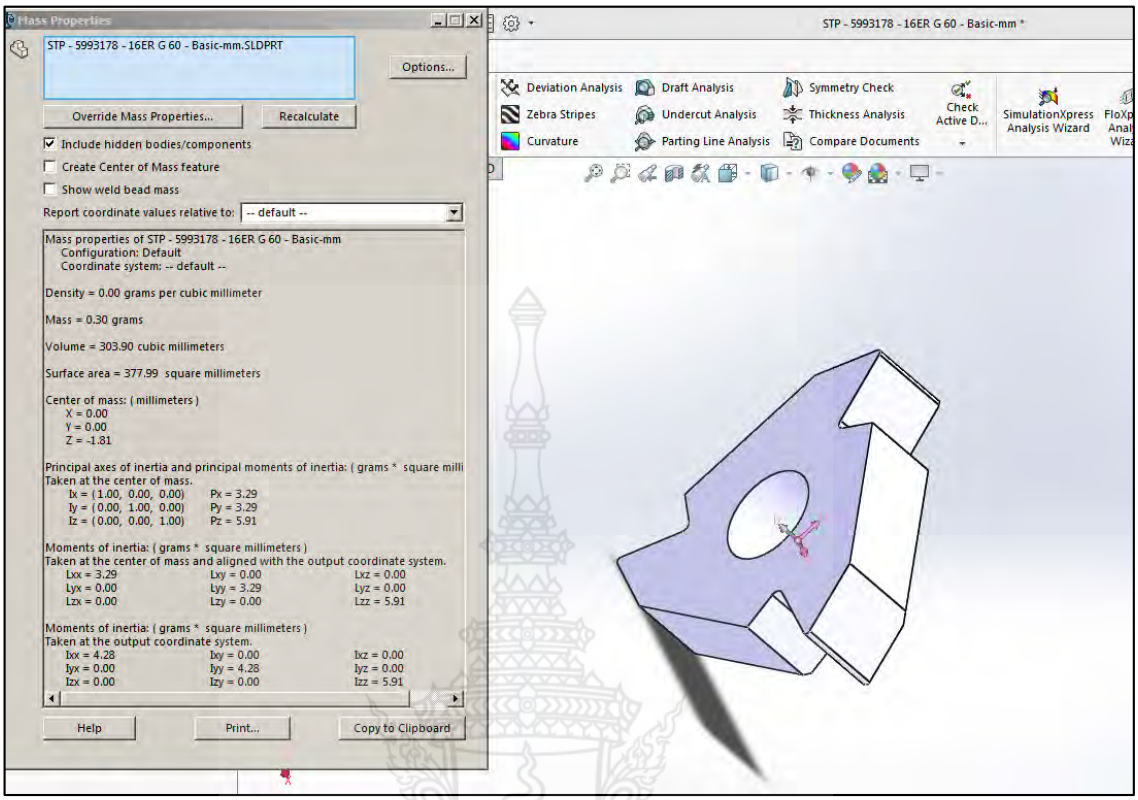
การคำนวณปริมาตรตามรูปทรงเรขาคณิตนี้ใช้กรณีที่ชิ้นงานมีลักษณะไม่มีความซับซ้อน เป็นชิ้นงานตามรูปทรงเลขคณิต เช่น ชิ้นงานทรงกลม ทรงกระบอก ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทรงสี่เหลี่ยมด้านเท่า เป็นต้น แสดงดังตัวอย่างที่ 1 และ 2

ตัวอย่างที่ 1 การหาปริมาตรของวงกลม ขนาดชิ้นงานทรงกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอกเท่ากับ 50.00 มิลลิเมตร ความหนาเท่ากับ 20.00 มิลลิเมตร มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ $(3.1416 \times (50.00/2)^2 \times 20 \times 15) / 1000$ ผลลัพธ์เท่ากับ 589.05 กรัม หมายถึง ถ้าต้องการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยผงทังสเตนคาร์ไบด์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอกเท่ากับ 50.00 มิลลิเมตร ความหนาเท่ากับ 20.00 มิลลิเมตร จะต้องใช้ปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 589.05 กรัม

ตัวอย่างที่ 2 การหาปริมาตรของสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดชิ้นงานทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดความกว้างเท่ากับ 15.00 มิลลิเมตร มีความยาวเท่ากับ 320.00 มิลลิเมตร และมีความหนาเท่ากับ 10.00 มิลลิเมตร มีสูตรการคำนวณดังนี้ $(15.00 \times 320.00 \times 10.00 \times 15) / 1000$ ผลลัพธ์เท่ากับ 720 กรัม หมายถึง ถ้าต้องการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยผงทังสเตนคาร์ไบด์ขนาดความกว้าง 15.00 มิลลิเมตร ความยาว 320.00 มิลลิเมตร ความหนา 15.00 มิลลิเมตร จะต้องใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 720 กรัม เป็นต้น

ค่าความหนาแน่นของผงทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 13.00 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในการคำนวณนี้ได้เผื่อค่าความปลอดภัย (Safety Factor) เท่ากับ 2.00 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นผลรวมของความหนาแน่นของผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ในการคำนวณปริมาตรเท่ากับ 15.00 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามตัวอย่างสูตรการหาปริมาตร

3.3.3.2 การคำนวณปริมาตรโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบการคำนวณปริมาตรโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ นี้เป็นการคำนวณโดยชิ้นงานมีลักษณะที่ซับซ้อนมาก จึงต้องใช้โปรแกรมการเขียนแบบชิ้นงาน เพื่อให้สามารถทราบถึงมวลของชิ้นงานและนำมาคำนวณปริมาตรอีกครั้ง โดยการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษานี้ต้องใช้วิธีการคำนวณด้วยโปรแกรมเขียนแบบ และใช้คำสั่งประเมินผล (Evaluate) , มวล (Mass Properties) ทำการคำนวณได้ ดังนี้ (0.30x 15.00) ผลลัพธ์เท่ากับ 4.50 กรัม (เมื่อค่า 0.30 คือ มวลสาร (กรัม) และ ค่า 15.00 คือ ค่าความหนาแน่นของผงทังสเตนคาร์ไบด์) การหามวลสามารถแสดงได้ ดังภาพ 3.9



ภาพ 3.9 โปรแกรมเขียนแบบแสดงมวลของผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา

จากภาพ 3.9 แสดงรูปการใช้โปรแกรมเขียนแบบวาดรูปผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกรณีศึกษา 16ER60 และใช้โปรแกรมวิเคราะห์มวลของแผ่นมีด และนำค่ามวลสารที่ได้ไปคำนวณตามสูตรการหาปริมาตร เพื่อนำไปใช้ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ต่อไป

3.4.4 การติดตั้งแม่พิมพ์แผ่นมีดเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิก

การตั้งแม่พิมพ์แผ่นมีดเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิก แม่พิมพ์จะมี 3 ส่วนหลัก คือ มีดบน (Upper Punch) มีดล่าง (Lower Punch) และเบ้ากลาง (Die) ซึ่งการทำงานของ 3 ส่วนหลักนี้จะทำงาน โดยมีดล่างจะลดลงจากเบ้ากลางเพื่อให้เติมผงทังสเตนคาร์ไบด์เข้าเบ้ากลาง เมื่อใส่ผงทังสเตนคาร์ไบด์แล้วจะทำการกดมีดบนลงเข้าที่เบ้ากลางของแม่พิมพ์ และเมื่ออัดผงทังสเตนคาร์ไบด์แล้ว มีดล่างจะมีหน้าที่ในการดันปลดชิ้นงานออกจากเบ้ากลาง จะได้เป็นชิ้นงานแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ตามลักษณะของแม่พิมพ์ ดังภาพ 3.10

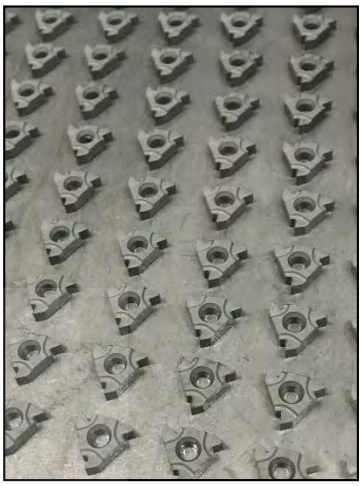
ภาพ 3.10 ลักษณะการติดตั้งแม่พิมพ์แผ่นมีดกรณีศึกษา

จากภาพ 3.10 แสดงลักษณะการติดตั้งแม่พิมพ์แผ่นมีดกลึงเกลียวกรณีศึกษา เข้าเครื่องอัดไฮดรอลิก ซึ่งใช้สกรูยึดมีดบนกับแผ่นฐานด้านบนเคลื่อนที่ของกระบอกไฮดรอลิก เบ้ากลางยึดสกรูเข้ากับฐานกลางคงที่ของเครื่องอัด และมีดล่างยึดกับแผ่นฐานล่างเคลื่อนที่ของกระบอกไฮดรอลิก เมื่อยึดเสร็จ การทำงานของระบบไฮดรอลิกจะใช้ไฟฟ้าในการควบคุมการเคลื่อนที่

3.4.5 การอัดขึ้นรูปแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Press Process)

การขึ้นรูปแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยเริ่มจากการชั่งผงทังสเตนคาร์ไบด์ ตามปริมาตรที่ได้จากการคำนวณ ใช้เครื่องชั่งดิจิตอลชั่งผงทังสเตนคาร์ไบด์ให้ได้น้ำหนักเท่ากับ 4.50 กรัม แล้วนำผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการชั่งแล้วเทใส่เบ้ากลางของแม่พิมพ์ ดังภาพ 3.11 แล้วทำการอัดขึ้นรูปชิ้นงานด้วยการกดสวิตช์ไฟฟ้าให้มีดบนกดลงเข้าเบ้ากลางแม่พิมพ์ เมื่อผงทังสเตนคาร์ไบด์ถูกกดจากการอัดขึ้นรูป มีดล่างจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ขึ้น เพื่อดันปลดแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์จากนั้นหยิบแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ออกจากมีดล่าง วางบนกระดานกราไฟท์ ดังภาพ 3.12 จะได้แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่เป็นรูปร่างของการยึดเกาะของผงทังสเตนคาร์ไบด์

ภาพ 3.11 การเติมผงทังสเตนคาร์ไบด์เข้าเบ้ากลางแม่พิมพ์



ภาพ 3.12 แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูป

จากภาพ 3.11 แสดงเติมผงทังสเตนคาร์ไบด์เข้าสู่แม่พิมพ์แล้วทำการอัดขึ้นรูปตามลักษณะของแม่พิมพ์แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ และภาพ 3.12 แสดงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูปเรียบร้อยแล้วจัดวางลงบนแผ่นกระดานกราไฟท์เพื่อรอการอบผนึกในขั้นต่อไป

3.4.6 การตรวจสอบขนาดของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์จากกระบวนการอัดขึ้นรูป

การตรวจสอบขนาดของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) ในการตรวจสอบ ความสูง ความกว้าง รูใน ตามขนาดของแม่พิมพ์ที่เผื่อพิกัดการหดตัวของทังสเตนคาร์ไบด์ ดังภาพ 3.13

ภาพ 3.13 การตรวจสอบขนาดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

จากภาพ 3.13 แสดงการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ตรวจสอบขนาดความกว้างของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูป เพื่อตรวจสอบขนาดแผ่นมีดก่อนเข้ากระบวนการอบผนึกต่อไป

3.4.7 การลำเลียงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เข้าห้องเตาอบผนึก

การลำเลียงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เข้าห้องเตาเผาอบผนึก เมื่อทำการอัดขึ้นรูปแผ่นมีดแล้ว นำแผ่นมีดมาวางบนกระดานกราไฟท์โดยทาแผ่นกระดานด้วยเคมี โทลูอีนผสมผงกราไฟท์ เพื่อป้องกันแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กับกระดานกราไฟท์ติดกัน เมื่อผ่านการเผาแล้ว ดังนั้นจึงต้องใช้โทลูอีนและผงกราไฟท์ทา บนกระดานก่อนเรียงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ จัดวางกระดานกราไฟท์ที่มีแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์แล้วลำเลียงเข้าห้องเตาอบผนึก ใช้กรอบกราไฟท์สี่เหลี่ยมกันรอบนอกของกระดานและปิดด้วยแผ่นกระดานด้านบนอีกครั้ง ดังภาพ 3.14

ภาพ 3.14 การลำเลียงจัดวางแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์เข้าห้องเตาอบผนึก

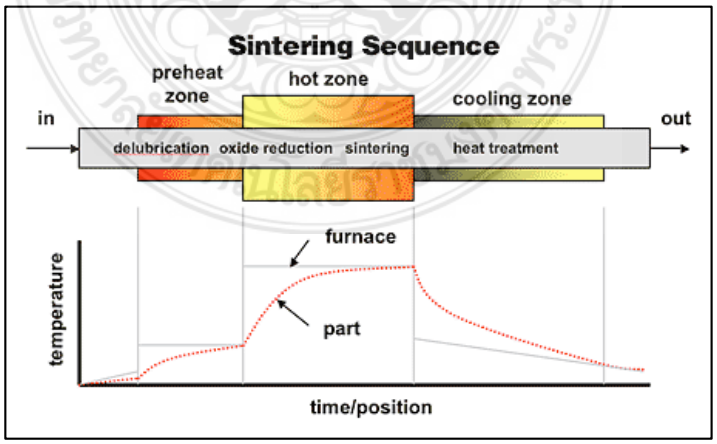
จากภาพ 3.14 แสดงการลำเลียงและการจัดวางแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูป วางบนกระดานกราไฟท์ และจัดวางในห้องเตาอบผนึก โดยขนาดพื้นที่ของห้องเตามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 91 เซนติเมตร และความยาวเท่ากับ 267 เซนติเมตร สามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูปแล้วได้ประมาณ 200 กิโลกรัม

3.4.8 กระบวนการให้ความร้อน (Sintering Process) ด้วยเตาอบผนึก

กระบวนการให้ความร้อน คือ การให้ความร้อนที่ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูปแล้วด้วยการใช้อุณหภูมิสูง ซึ่งแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษานี้ จะใช้อุณหภูมิที่ 1,450 องศาเซลเซียส โดยใช้กระแสไฟฟ้าทำให้แท่งความร้อน (Heater) กราไฟท์ เป็นตัวปล่อยความร้อนในห้องเตา พร้อมกันระบบการให้ความร้อนจะควบคุมให้ในห้องเตาเป็นสุญญากาศ และระบบหล่อเย็น (Cooling) ด้วยน้ำที่ผ่านหอผึ่งน้ำมีหน้าที่รักษาอุณหภูมิในผนังเตาไม่ให้ร้อนเกินไป ระบบเครื่องให้ความร้อนแสดงได้ดังภาพ 3.15

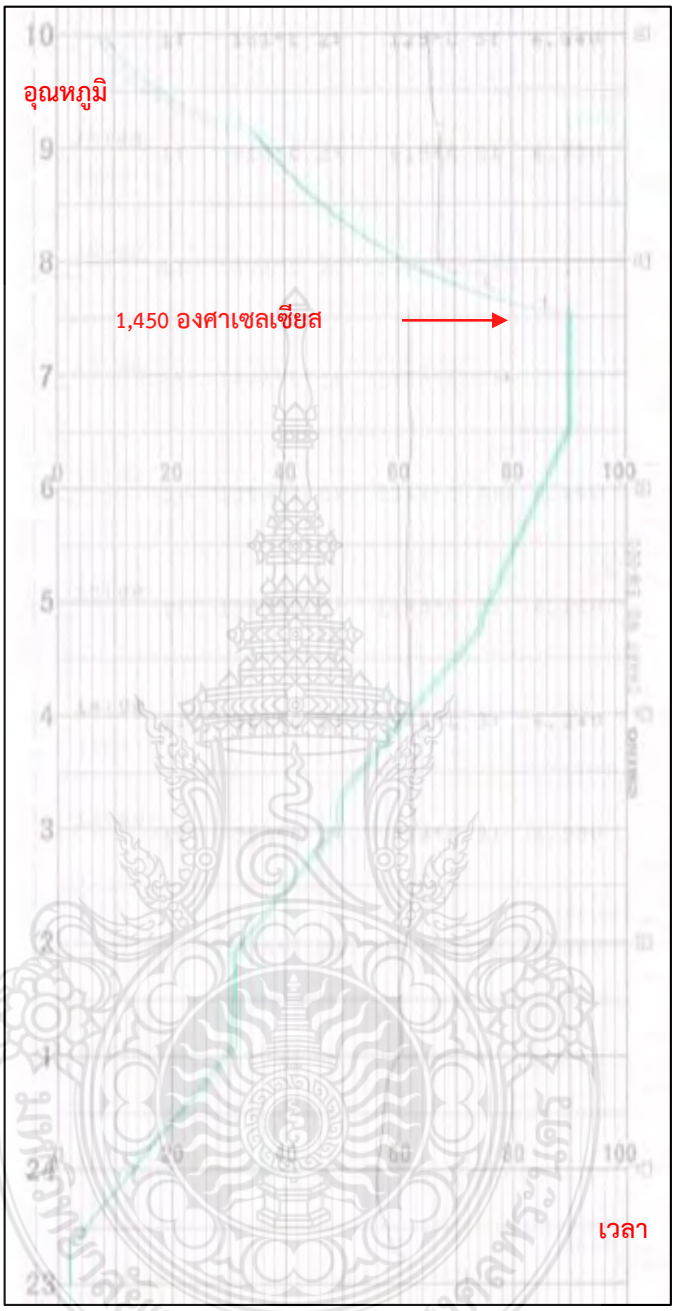
ภาพ 3.15 เครื่องเตาอบผนึก (Sintering Furnance)

จากภาพ 3.15 เครื่องเตาอบผนึก ทำหน้าที่ให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านการอัดขึ้นรูปชิ้นงาน แล้วทำความร้อนสูงสุดที่ 1,450 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผงทังสเตนยึดเกาะกันเป็นทังสเตนคาร์ไบด์แข็ง (Solid Tungsten Carbide) ที่สามารถนำไปเจียระไน และขึ้นรูปชิ้นงาน และใช้งานในอุตสาหกรรมต่อไป ลำดับการให้ความร้อนของระบบการให้ความร้อนภายในห้องเตา แสดงดังภาพ 3.16



ภาพ 3.16 ลำดับการให้ความร้อน
ที่มา : ADVANTAGE SINTERED METALS,INC (2562)

จากภาพ 3.16 แสดงลำดับการให้ความร้อนโดยแบ่งเป็นช่วงความร้อน 3 ระดับคือ ช่วงเริ่มให้ความร้อน (Preheat Zone) ช่วงให้ความร้อน (Hot Zone) และ ช่วงการให้ความเย็น (Cooling Zone) ซึ่งมีความสัมพันธ์ 2 ส่วน คือ อุณหภูมิ และเวลา ที่ใช้ในการอบผนึกผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ ซึ่งในกระบวนการให้ความร้อนของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ในช่วงเริ่มให้ความร้อน จะมีอุณหภูมิระหว่าง อุณหภูมิห้องปกติ ถึง อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ช่วงให้ความร้อน จะมีอุณหภูมิที่ 800 องศาเซลเซียสขึ้นไปถึง 1,450 องศาเซลเซียส และ ช่วงการให้ความเย็นตั้งแต่อุณหภูมิตั้งแต่ 1,450 ลดลงถึงอุณหภูมิห้องปกติ เฉลี่ยใช้เวลาต่อรอบการเผาผลิตภัณฑ์จากผงทังสเตนคาร์ไบด์ เท่ากับ 13 ชั่วโมง ลำดับการให้ความร้อนในแต่ละช่วงรวมถึงช่วงการให้ความเย็นสามารถแสดงได้ ดังภาพ 3.17



ภาพ 3.17 กราฟแสดงช่วงการเริ่มให้ความร้อน การให้ความร้อน และการให้ความเย็น ของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

จากภาพ 3.17 แสดงขั้นตอนการให้ความร้อนตั้งแต่ช่วงการเริ่มให้ความร้อน การให้ความร้อน และการให้ความเย็น ของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา เมื่อเริ่มทำงานเครื่องเตาเผาอบผนึกจะบันทึกการทำงานของเครื่องจักร ที่สามารถบอกอุณภูมิ เวลา และค่าสุญญากาศในห้องเตา โดยบันทึกในรูปแบบของแผ่นกราฟ และตัวเลขดิจิตอลบนตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าระบบที่ใช้เป็นชนิด โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Controler : PLC) ซึ่งจะมี

โปรแกรมสำเร็จรูปในการปรับค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ที่สามารถควบคุมให้การอบผนึกเป็นไปอย่างสมบูรณ์

3.4.9 การตรวจสอบคุณภาพแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอบผนึก

เมื่อครบรอบการทำงานของการอบผนึกผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์จึงทำการนำออกจากเตา โดย นำแผ่นปิดด้านบนและแผ่นกั้นด้านข้างออก พร้อมกับนำแผ่นรองชิ้นงานออกทีละชั้น เพื่อดูด้วยสายตาตาม สภาพผลิตภัณฑ์โดยรวม ขั้นตอนการตรวจคุณภาพจะเริ่มจากการตรวจสอบขนาดด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ตรวจสอบค่าความหนาแน่น ตรวจสอบค่าความแข็ง ของผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ ดังภาพ 3.18

ภาพ 3.18 การตรวจสอบคุณภาพแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ผ่านกระบวนการอบผนึก

3.4.10 การเจียระไนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

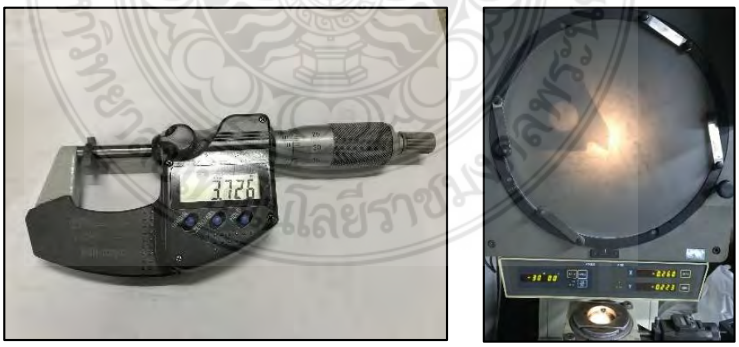
การเริ่มต้นเจียระไนแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา เริ่มจากวางแผ่นมีดลงบนแผ่นจานจับยึด (Jig) ในเครื่องเจียร 2 หน้า โดยวางแผ่นมีดจำนวน 12 แผ่นต่อ 1 จานจับยึด และวางแผ่นมีดรวมต่อรอบการเจียรเท่ากับ 48 แผ่น ปรับตั้งการเจียระไนของเครื่องเจียร 2 หน้า เจียระไนให้ได้ความหนาของแผ่นมีดเท่ากับ 3.62 มิลลิเมตร ดังภาพ 3.19

ภาพ 3.19 การเจียระไนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ของเครื่องเจียระไน 2 หน้า

จากภาพ 3.19 แสดงการจัดวางแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ลงในจานจับยึดจำนวน 4 จาน ซึ่งเครื่องเจียระไน 2 ด้านจะทำหน้าที่หมุนสลับกันระหว่างหินเจียรบนและล่างเพื่อทำการเจียรไนให้ได้ขนาดความหนาแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เป็นไปตามมาตราฐานกำหนด

3.4.11 การตรวจสอบขนาดแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ขั้นสุดท้าย

การตรวจสอบแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ขั้นสุดท้ายตามขนาดมาตรฐานกำหนด โดยทำการตรวจขนาดด้วยไมโครมิเตอร์ (Micro Meter) และเครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา (Profile Projector) เพื่อตรวจสอบแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังภาพ 3.20

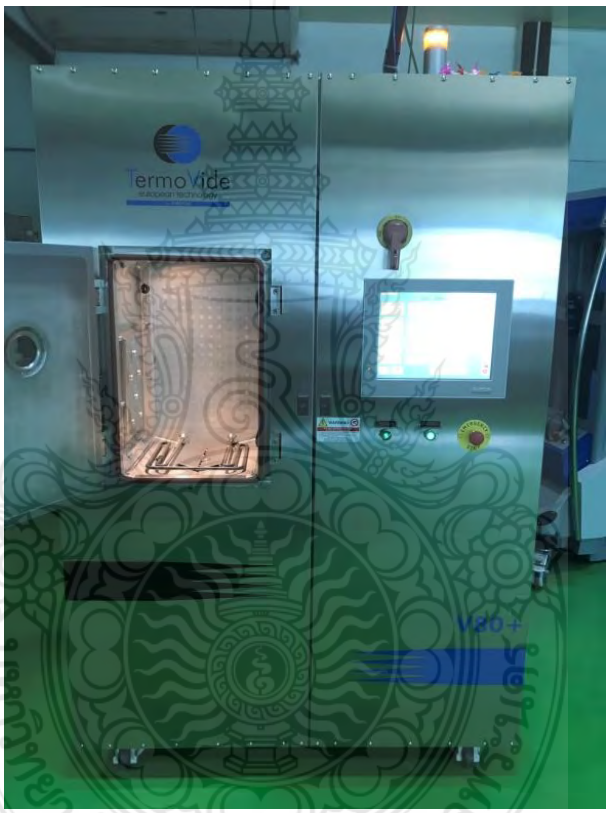


ภาพ 3.20 การตรวจสอบขนาดแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไมโครมิเตอร์และเครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา

จากภาพ 3.20 แสดงการใช้ไมโครมิเตอร์วัดขนาดความหนาของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ และการใช้เครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงาวัดขนาดองศาของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ให้เป็นไปตามมาตราฐานกำหนด

3.4.12 การล้างแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยเครื่องล้างอัลตร้าโซนิค

เมื่อผ่านการบวนการผลิตและตรวจสอบแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์แล้ว ต้องล้างแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยเครื่องล้างระบบอัลตร้าโซนิค เพื่อทำวามสะอาดคราบน้ำมัน สิ่งเจือปนบนผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ให้สะอาดก่อนนำไปสู่กระบวนการเคลือบผิวโลหะต่อไป ดังภาพ 3.21



ภาพ 3.21 เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค

จากภาพ 3.21 แสดงเครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค สำหรับล้างคราบน้ำมัน สิ่งสกปรก ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่เกิดจากกระบวนการผลิต โดยใช้แฮลกอฮอลร้อยละ 99.99 ในการล้างคราบน้ำมัน และสิ่งสกปรกบนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์

3.4.13 การเคลือบผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไทเทเนียมไนไตร (TiN Coating)

การเคลือบผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไทเทเนียมไนไตร เมื่อแผ่นมีดได้ผ่านกระบวนการล้างจากเครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิคแล้ว นำแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เรียงใส่แกน แล้วนำใส่เครื่อง

เคลือบผิวโลหะ ระยะเวลาในการทำงานเครื่องเคลือบผิวโลหะของการเคลือบผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ต่อ 1 การทำงาน คือการให้ความร้อนถึงอุณหภูมิที่ 500 องศาเซลเซียส เท่ากับ 6 ชั่วโมง และการทำให้เย็นเท่ากับ 2 ชั่วโมง รวมการเคลือบผิวแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 8 ชั่วโมง ดังภาพ 3.22

ภาพ 3.22 เครื่องเคลือบผิวโลหะ (Coating Machine)

จากภาพ 3.22 แสดงเครื่องเคลือบผิวโลหะ โดยการให้ความร้อนจากแท่งฮีตเตอร์ ไปที่สารไทเทเนียมไนไตร ระหว่างชิ้นงานและสาร จะมีประจุ ลบ และ บวก ซึ่งจะเป็นตัวประสานระหว่างกัน ทำให้การเคลือบผิวเป็นไปอย่างสมบรูณ์ การเคลือบผิวไทเทเนียมไนไตรบนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ เพื่อให้เป็นฟิล์มป้องกันคมตัดของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ให้สึกหรอลดลง

3.4.14 การทำเครื่องหมายบนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ (Laser Marking)

เมื่อแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ผ่านกระบวนการเคลือบผิวด้วยไทเทเนี่ยมไนไตรแล้ว ทำการทำเครื่องหมายลงบนแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยระบุเกรดของทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ผลิตแผ่นมีด ดังภาพ 3.23

ภาพ 3.23 เครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ

จากภาพ 2.23 แสดงเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ ทำเครื่องหมายลงบนแผ่นมีดทังกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ โดยทำเครื่องหมาย RSP30S ซึ่งเป็นเกรดทังสเตนคาร์ไบด์ที่ได้ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์

3.4.15 การบรรจุผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์

เมื่อผ่านกระบวนการผลิต การตรวจสอบ การเคลือบผิวด้วยไทเทเนียมไนไตร และการทำเครื่องหมายด้วยแสงเลเซอร์ ตามลำดับ จึงทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ ติดฉลากผลิตภัณฑ์ และคงคลังสินค้าสำเร็จรูป ดังภาพ 3.24 และภาพ 3.25

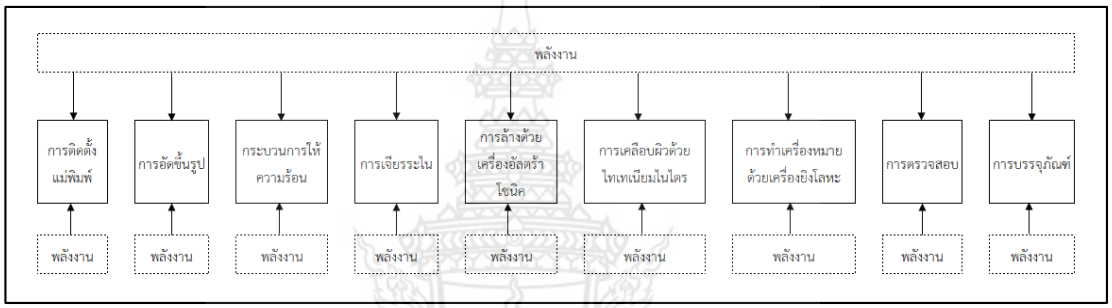
ภาพ 3.24 บรรจุภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์

ภาพ 3.25 ฉลากแสดงรหัสสินค้า

จากภาพ 3.24 แสดงบรรจุภัณฑ์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา เป็นกล่องพลาสติกขนาด กว้าง 40 มิลิเมตร ยาว 98 มิลิเมตร และสูง 12 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถบรรจุแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ได้จำนวน 10 แผ่น และมีฝาปิดพลาสติกใสเลื่อนปิด เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ และภาพ 3.25 แสดงฉลากรหัสสินค้า ซึ่งระบุรหัสของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์แต่ละชนิด

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตและพลังงาน

จากการศึกษารายละเอียดกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิต และพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังภาพ 3.26



ภาพ 3.26 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิต และพลังงาน

จากภาพ 3.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิต และพลังงาน พบว่าตั้งแต่กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์จนถึงกระบวนการบรรจุภัณฑ์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกกระบวนการ

3.6 ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิต

จากการศึกษาข้อมูลการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรช่วยในการผลิตสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

3.6.1 ปริมาณการใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์ในกระบวนการผลิต

ข้อมูลการใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสินค้าทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ปริมาณการใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

เดือน / ปี	**ผงทังสเตนคาร์ไบด์ (Kg)**
มกราคม 2561	3.36
มีนาคม 2562	4.20
รวม	**7.56**

จากตาราง 3.2 แสดงปริมาณการใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์ เกรด P30S จำนวน 2 เดือน โดยผลรวมของการใช้ผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ใช้ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 เท่ากับ 7.56 กิโลกรัม

3.6.2 ปริมาณการใช้วัสดุช่วยผลิตในกระบวนการผลิต

จากข้อมูลการวัสดุช่วยผลิตที่ใช้ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ของโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษาในเดือนมกราคม 2561และ มีนาคม 2562 โดยแบ่งเป็นข้อมูลการใช้ทรัพยากรของวัสดุช่วยผลิตขั้นตอนการลำเลียงแผ่นมีดทังสเตนเข้าเตาอบ (Transfer) ดังตาราง 3.3 ข้อมูลการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการให้ความร้อน (Sintering Process) ดังตาราง 3.4 ข้อมูลการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการเจียระไนแผ่นมีดมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Grinding Process)
ดังตาราง 3.5 ข้อมูลการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการล้างแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยเครื่องล้างอัลตร้าโซนิค ดังตาราง 3.6 ข้อมูลการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการเคลือบผิวแผนมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไทเทเนียมไนไตร (TiN Coating) ดังตาราง 3.7 ข้อมูลการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ (Packing) ดังตาราง 3.8 และข้อมูลการใช้ทรัพยากรสาธารณูปโภค (Utilities)
ดังตาราง 3.9

ตาราง 3.3 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการลำเลียงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เข้าเตาอบผนึก (Transfer)

เดือน / ปี	**ผงกราไฟท์ (Kg)**	**โทลูอีน (Kg)**
มกราคม 2561	0.01	0.02
มีนาคม 2562	0.02	0.04
รวม	**0.03**	**0.06**

จากตาราง 3.3 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากรของวัสดุช่วยผลิตในขั้นตอนการลำเลียงแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เข้าเตาอบผนึก ในเดือนมกราคม 2561 และมีนาคม 2562 ทั้งหมด 2 รายการ ประกอบด้วย ผงกราไฟท์มีปริมาณเท่ากับ 0.03 กิโลกรัม และสารโทลูอีนมีปริมาณเท่ากับ 0.06 กิโลกรัม

ตาราง 3.4 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการให้ความร้อน (Sintering Process)

เดือน / ปี	**แก๊สอาร์กอน (Kg)**
มกราคม 2561	0.85
มีนาคม 2562	0.85
รวม	**1.70**

จากตาราง 3.4 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตในขั้นตอนการให้ความร้อนโดยการอบผนึกแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 ทั้งหมด 1 รายการ คือ แก๊สอาร์กอนเท่ากับ 1.70 กิโลกรัม

ตาราง 3.5 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการเจียระไนแผ่นมีดมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Grinding Process)

เดือน / ปี	**น้ำยาหล่อเย็น (Kg)**	**แอลกอฮอล์ (Kg)**
มกราคม 2561	80.00	0.05
มีนาคม 2562	80.00	0.06
รวม	**160.00**	**0.11**

จากตาราง 3.5 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตในขั้นตอนการเจียระไน ในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนมีนาคม 2562 ทั้งหมด 2 รายการ คือ น้ำยาหล่อเย็นเท่ากับ 160 กิโลกรัม และแอลกอฮอล์เท่ากับ 0.11 กิโลกรัม

ตาราง 3.6 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการล้างแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยเครื่องล้างอัลตร้าโซนิค

เดือน / ปี	แอลกอฮอล์ (Kg)
มกราคม 2561	1.30
มีนาคม 2562	1.80
รวม	**3.10**

จากตาราง 3.6 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตในขั้นตอนการล้างแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยเครื่องล้างอัลตร้าโซนิค มีทั้งหมด 2 รายการ คือ แอลกอฮอล์เท่ากับ 3.10 กิโลกรัม

ตาราง 3.7 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการเคลือบผิวแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ด้วยไทเทเนียมไนไตร (TiN Coating)

เดือน / ปี	แก๊สอาร์กอน (Kg)	ก๊าซอ๊อกซิเจน (Kg)
มกราคม 2561	0.92	0.85
มีนาคม 2562	1.23	1.37
รวม	**2.15**	**2.22**

ตาราง 3.8 การใช้ทรัพยากรช่วยผลิตขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ (Packing)

เดือน / ปี	กล่องบรรจุพลาสติก (Kg)	ฝาบรรจุพลาสติก (Kg)	ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Kg)	แอลกอฮอล์ (Kg)
มกราคม 2561	0.69	0.34	0.02	0.10
มีนาคม 2562	0.87	0.43	0.03	0.15
รวม	**1.56**	**0.77**	**0.05**	**0.25**

จากตาราง 3.8 แสดงข้อมูลการใช้ทรัพยากรของวัสดุช่วยผลิตในขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ (Packing) สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาในเดือนมกราคม 2561 และมีนาคม 2562 ทั้งหมด 4 รายการ ประกอบด้วย กล่องบรรจุพลาสติกเท่ากับ 1.56 กิโลกรัม ฝาบรรจุพลาสติกเท่ากับ 0.77 กิโลกรัม ฉลากแสดงรหัสสินค้าเท่ากับ 0.05 กิโลกรัม และแอลกอฮอล์เท่ากับ 0.25 กิโลกรัม

3.6.3 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากระบวนการผลิต

จากการศึกษาของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต คือ เศษผงทังสเตนคาร์ไบด์จากกระบวนการอัดขึ้นรูป ซึ่งการเก็บข้อมูลในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 สามารถสรุปได้ ดังตาราง 3.9

ตาราง 3.9 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

กระบวนการอัดขึ้นรูป	ประเภทของเสีย	ปริมาณของเสีย (Kg)
มกราคม 2561	ผงทังสเตนคาร์ไบด์	0.12
มีนาคม 2562		0.15
รวม		0.27

จากตาราง 3.9 ข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ในเดือนมกราคม 2561 ถึง มีนาคม 2562 พบว่าของเสียจากกระบวนการอัดขึ้นรูป มีปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 0.27 กิโลกรัม

3.6.4 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 สามารถแสดงรายระเอียดได้ดังตาราง 3.10 3.11 และ 3.12

ตาราง 3.10 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต (ส่วนที่หนึ่ง)

เดือน / ปี	เครื่องอัดไฮดรอลิก (kWh)	เครื่องชั่งดิจิตอล (kWh)	เครื่องวัดความหนาแน่น (kWh)	เตาอบผนึก (kWh)
มกราคม 2561	7.68	0.00128	0.00128	1,047.54
มีนาคม 2562	9.60	0.00160	0.00160	1,047.54
รวม	**17.28**	**0.00288**	**0.00288**	**2,095.08**

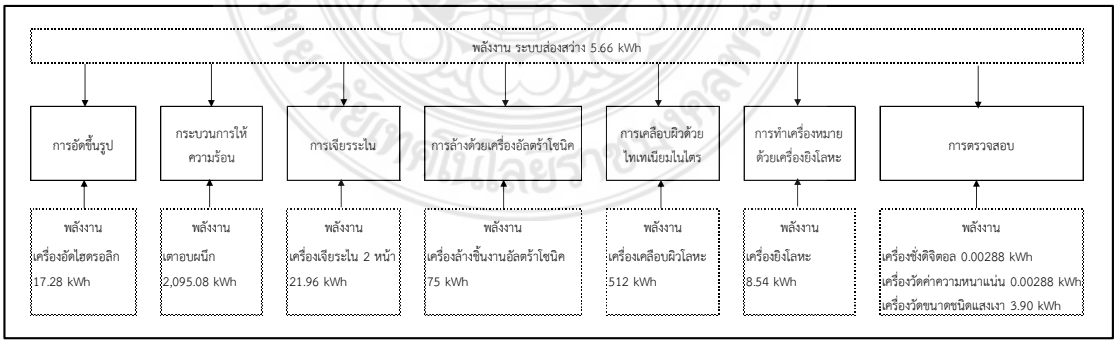
ตาราง 3.11 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต (ส่วนที่สอง)

เดือน / ปี	เครื่องเจียรระไน 2 หน้า (kWh)	เครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา (kWh)	เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค (kWh)	เครื่องเคลือบผิวโลหะ (kWh)
มกราคม 2561	9.76	1.50	35.00	256.00
มีนาคม 2562	12.20	2.40	40.00	256.00
รวม	**21.96**	**3.90**	**75.00**	**512.00**

ตาราง 3.12 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต (ส่วนที่สาม)

เดือน / ปี	เครื่องยิงโลหะ (kWh)	ระบบส่องสว่าง (kWh)
มกราคม 2561	3.66	2.484
มีนาคม 2562	4.88	3.174
รวม	**8.54**	**5.66**

จากตาราง 3.10 3.11 และ 3.12 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย การใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องอัดไฮดรอลิก เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องวัดความหนาแน่น เตาอบผนึก เครื่องเจียระไน 2 หน้า เครื่องวัดขนาดชิ้นงานชนิดแสงเงา เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค เครื่องเคลือบผิวโลหะ เครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ และระบบส่องสว่าง โดยข้อมูลจากกระบวนการผลิต และปริมาณไฟฟ้าสามารถแสดงเป็นความสัมพันธ์ได้ ดังภาพ 3.27



ภาพ 3.27 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตและปริมาณไฟฟ้า

จากภาพ 3.27 แสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิต และปริมาณไฟฟ้าตลอดกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องอัดไฮดรอลิก 17.28 kWh เครื่องเตาอบผนึก 2,095.08 kWh เครื่องเจียระไน 2 หน้า 21.96 kWh เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค 75 kWh เครื่องเคลือบผิวโลหะ 512 kWh และเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ 8.54 kWh

3.6.5 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor , EF)

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา อ้างอิงข้อมูลจากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 พิมพ์ครั้งที่ 6 สิงหาคม 2561 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับ มิถุนายน 2559 และฉบับ กุมภาพันธ์ 2562 สามารถแสดงได้ ดังตาราง 3.13

ตาราง 3.13 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษา

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ค่าแฟคเตร์ (kgCo2eq/หน่วย	อ้างอิงตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับที่ 6
1	Tungsten Carbide	Kg	0.3493	24 กันยายน 2555*
2	Sand (ทราย)	Kg	0.0037	24 กันยายน 2555
3	Alcohol	Kg	1.2381	24 กันยายน 2555
4	คาร์บอนไฟเบอร์	Kg	7.5500	24 สิงหาคม 2554
5	Paraffin wax	Kg	0.7982	24 กันยายน 2555
6	Toluene	Kg	0.9631	9 เมษายน 2558
7	Electric, grid mix (ไฟฟ้า)	kWh	0.6933	กันยายน 2561
8	Lubricating oil (น้ำมันหล่อลื่น)	Kg	0.8319	24 สิงหาคม 2555
9	สติ๊กเกอร์ปิดกล่อง	Kg	0.5100	24 สิงหาคม 2555
10	Waste : โลหะ	Kg	0.0000	19 มิถุนายน 2555
11	เศษผ้าทำความสะอาด	Kg	2.1100	24 สิงหาคม 2555
12	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน วิ่งแบบปกติ 100%	Kg	0.1402	9 เมษายน 2558
13	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน วิ่งแบบปกติ 75%	Kg	0.1829	9 เมษายน 2558
14	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน วิ่งแบบปกติ 0% (วิ่งรถเปล่า)	Kg	0.3110	9 เมษายน 2558

* ค่าเฟคเตอร์ของ Tungsten Carbide ไม่พบข้อมูลในคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากตารางแสดงค่า Emission Factor ในที่นี้ใช้ค่าของ Sinter iron (เหล็กซินเตอร์) เนื่องจากการผลิต Tungsten Carbid ต้องผ่านกระบวนการ Sintering

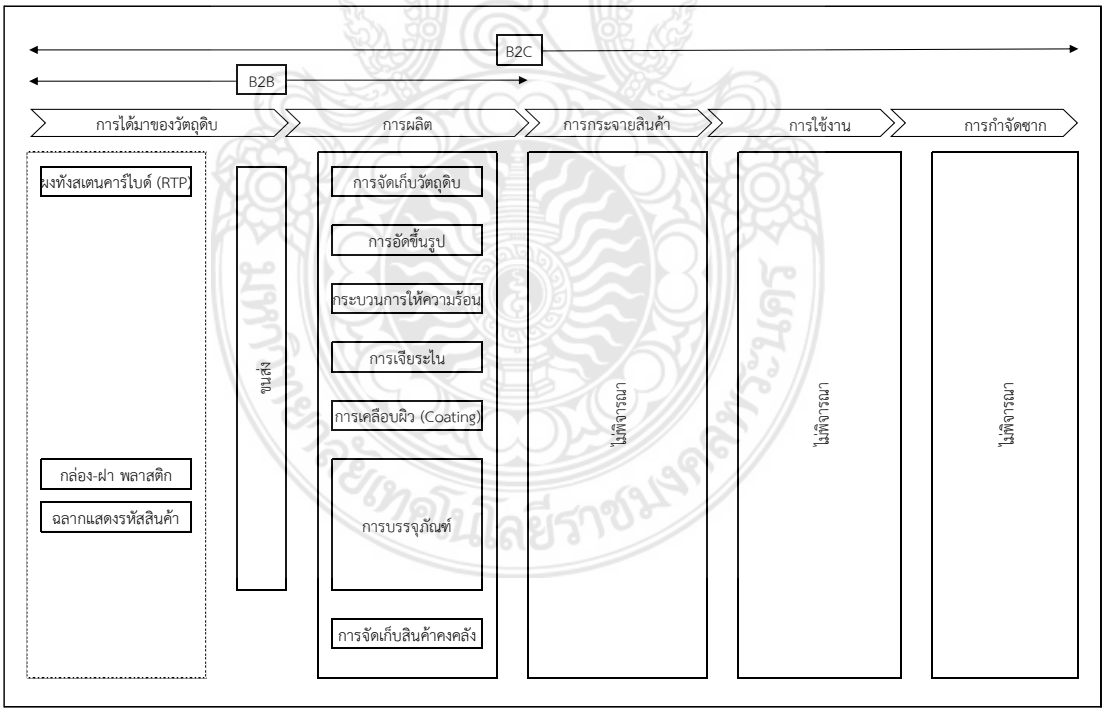
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2562)

จากตาราง 3.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษาทั้งหมด 14 รายการ โดยแสดงรายการวัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากรช่วยผลิต หน่วย ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และแหล่งข้อมูลอ้างอิงเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการคำนวณ ซึ่งค่าแฟคเตอร์ของ Tungsten Carbide ไม่พบข้อมูลในคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากตารางแสดงค่า Emission Factor ในที่นี้ใช้ค่าของ Sinter iron (เหล็กซินเตอร์) เนื่องจากการผลิต Tungsten Carbide ต้องผ่านกระบวนการ Sintering เช่นเดียวกัน

3.7 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

3.6.1 การกำหนดขอบเขตการคำนวณผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 (Boundary for Tungsten Carbide Insert 16ER60)

การคำนวณผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา มีการจัดทำข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ในขอบเขตลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ (Business-to-Business, B2B) โดยใช้แนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ จัดทำโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สามารถแสดงขอบเขตการคำนวณดังกล่าวได้ ดังภาพ 3.28

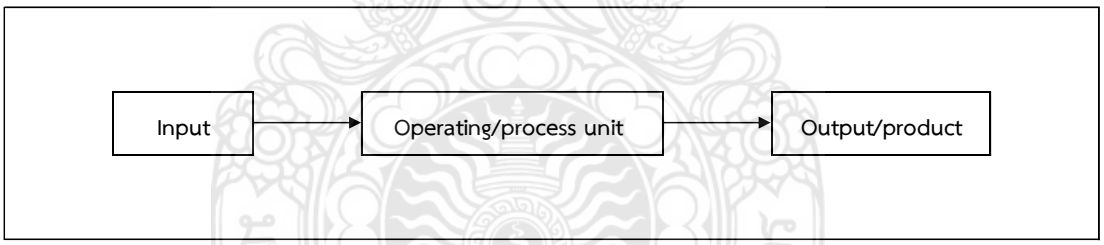


ภาพ 3.28 ขอบเขตการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

จากภาพ 3.28 แสดงขอบเขตการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว ในลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ จะมีการพิจารณาใน 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงการได้มาของวัตถุดิบ ประกอบด้วย ผงทังสเตนคาร์ไบด์ (RTP) กล่องและฝาพลาสติกขนาด กว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 98 มิลลิเมตร และสูง 12 มิลลิเมตร ฉลากแสดงรหัสสินค้า ช่วงการผลิต ประกอบด้วย การจัดเก็บวัตถุดิบ การอัดขึ้นรูป กระบวนการให้ความร้อน การเจียระไน การเคลือบผิวแผ่นมีดและการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ส่วยขั้นตอนการกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากจะไม่นำมาพิจารณา

3.8 การสมดุล (Mass Balance) ของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

การสมดุลมวล (Mass Balance) มาจากกฎทรงมวล (Law of conservation of mass) คือ มวลของสารไม่สามารถถูกสร้างขึ้นใหม่หรือถูกทำลายได้ ฉะนั้นจึงสามารถใช้การสมดุลในการติดตามความเป็นไปของมวลในกระบวนการต่าง ๆ หรือการปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ หรือเคมีของสารใด ๆ ที่เกี่ยวกับกระบวนการนั้น ๆ โดยพิจารณาสารที่เข้าสู่กระบวนการ (Input) สารที่ออกจากกระบวนการ (Output) และเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติหรือขั้นตอนกระบวนการ (Operating/process unit) ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบสมดุลมวลได้ ดังภาพ 3.29



ภาพ 3.29 รูปแบบการสมดุลมวล

จากภาพ 3.29 แสดงรูปแบบการสมดุลมวลเป็นการแสดงปริมาณสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) ของการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรการผลิตจากมวลรวมของวัตถุดิบ และกำหนดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิต โดยจากข้อมูลการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถนำมาทำสมการสมดุลมวลได้ ดังตาราง 3.14

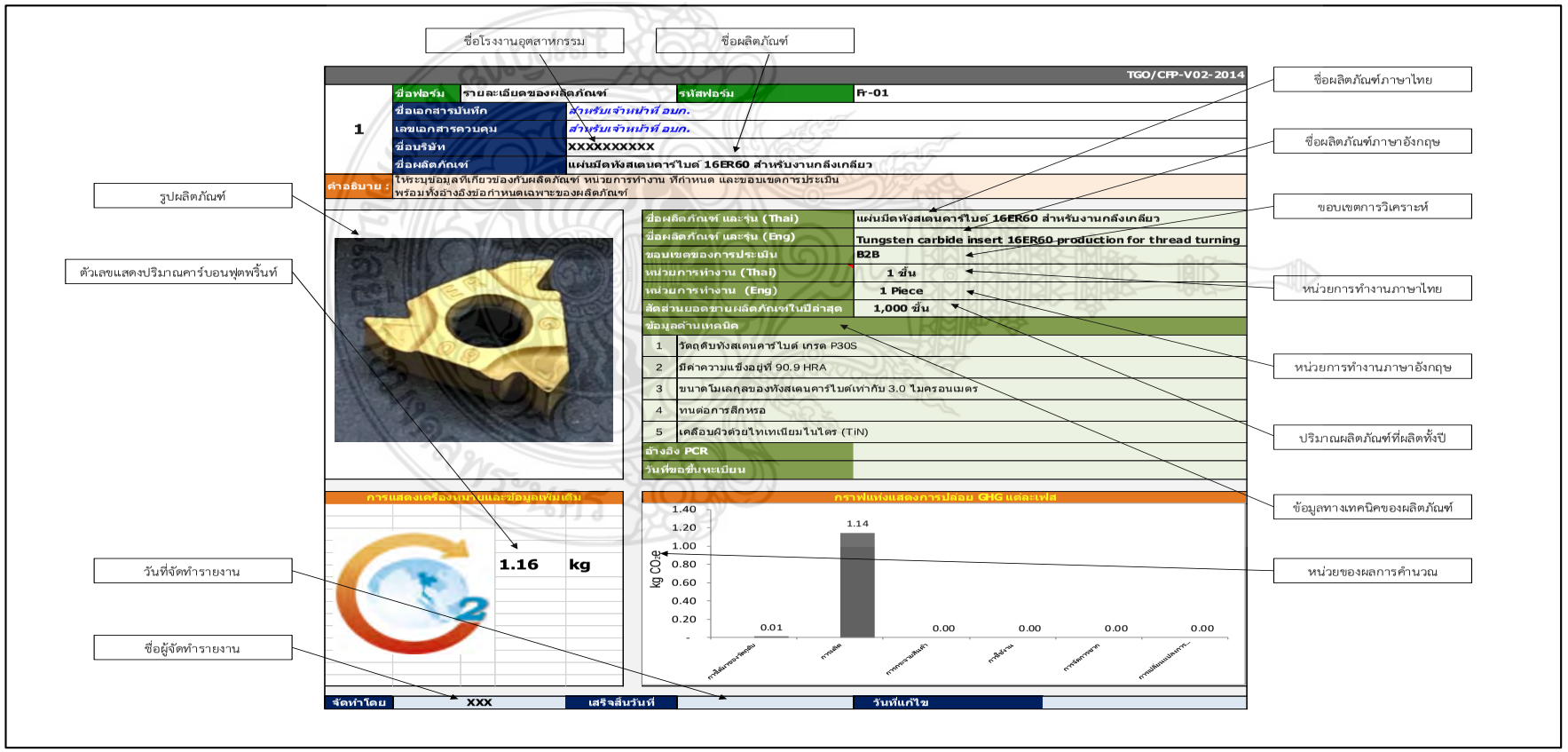
ตาราง 3.14 การสมดุลมวลของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

วัตถุดิบ			กระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide Insert Production Process)	ผลิตภัณฑ์ระหว่างขั้นตอน		
รายการ	หน่วย	ปริมาณ		รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ผงทังสเตนคาร์ไบด์	Kg	7.83		แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์	Kg	7.56
ทรัพยากร และวัสดุช่วยการผลิต				ของเสีย		
รายการ	หน่วย	ปริมาณ		รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ไฟฟ้าเครื่องอัดไฮดรอลิก	kWh	17.28		ผงทังสเตนคาร์ไบด์	Kg	0.27
ไฟฟ้าเตาอบผนึก	kWh	2,095.08				
ไฟฟ้าเครื่องชั่งดิจิตอล	kWh	0.00288				
ไฟฟ้าเครื่องวัดความหนาแน่น	kWh	0.00288				
ไฟฟ้าเครื่องเจียระไน 2 หน้า	kWh	21.96				
ไฟฟ้าเครื่องวัดขนาดชิ้นงานชนิดแสงเงา	kWh	3.9				
เครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค	kWh	75				
เครื่องเคลือบผิวโลหะ	kWh	512				
เครื่องยิงโลหะ	kWh	4.88				
ผงกราไฟท์	Kg	0.03				
โทลูอีน	Kg	0.06				
แก๊สอาร์กอน	Kg	1.70				
น้ำยาหล่อเย็น	Kg	160.00				
แอลกอฮอล์	Kg	0.11				
แอลกอฮอล์ (เครื่องล้าง)	Kg	3.10				
แก๊สอาร์กอน	Kg	2.15				
ก๊าซอ๊อกซิเจน	Kg	2.22				
วัตถุดิบ			การบรรจุภัณฑ์ (Packing)	ผลิตภัณฑ์		
รายการ	หน่วย	ปริมาณ		รายการ	หน่วย	ปริมาณ
แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์	Kg	7.56		แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์	Kg	10.21
กล่องพลาสติก	Kg	1.56		ของเสีย		
ฝาปิดกล่องพลาสติก	Kg	0.77		รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ฉลากแสดงรหัสสินค้า	Kg	0.05		เศษสติ๊กเกอร์	Kg	0.002
แอลกอฮอล์	Kg	0.25				
วัตถุดิบ			ทรัพยากรสาธารณูปโภค (Utilities)	ของเสีย		
รายการ	หน่วย	ปริมาณ		รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ไฟฟ้าระบบส่องสว่าง	kWh	5.66		เศษผ้าปนเปื้อน	Kg	4.58

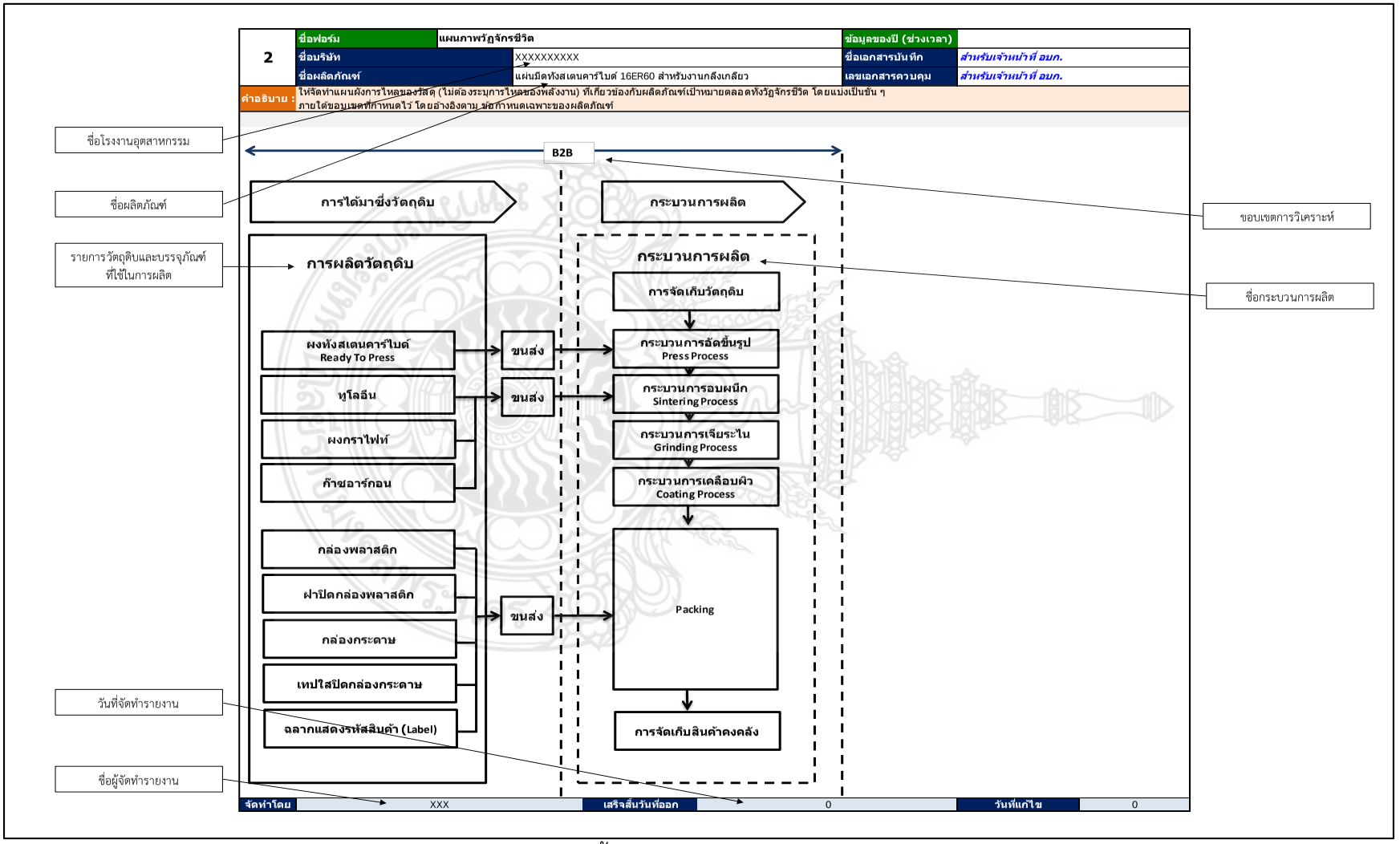
จากตาราง 3.14 แสดงสมดุลมวลของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย สารขาเข้า และสารขาออกของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ กระบวนการบรรจุภัณฑ์ และทรัพยากรสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิต โดยเมื่อการจัดทำสมดุลมวลเสร็จสิ้นแล้วจะนำข้อมูลที่ได้ระบุลงในตารางการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

3.9 ตารางการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

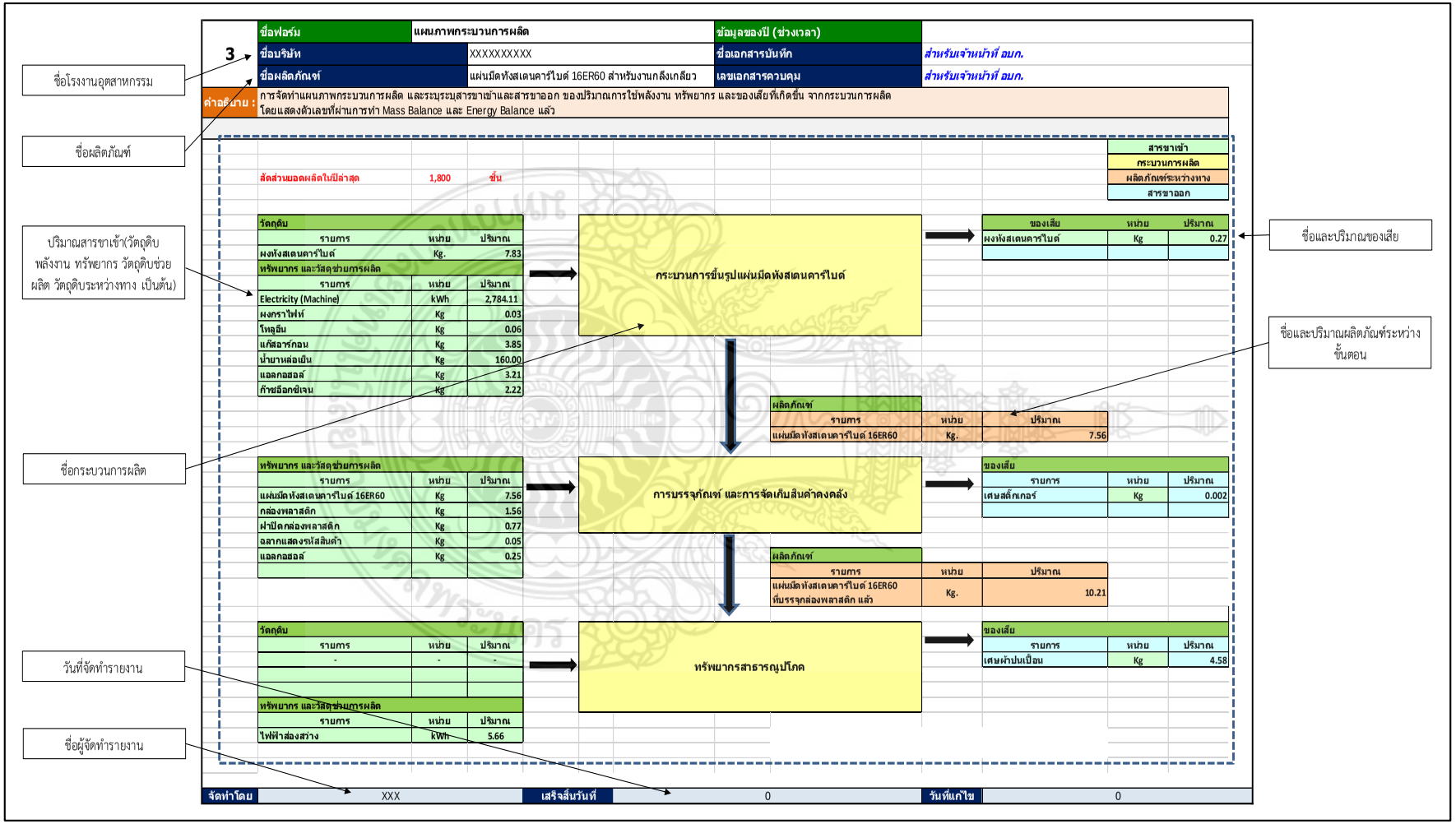
จากการศึกษาตารางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อแสดงปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดการกรอกข้อมูลได้ ดังภาพ 3.30 – 3.36



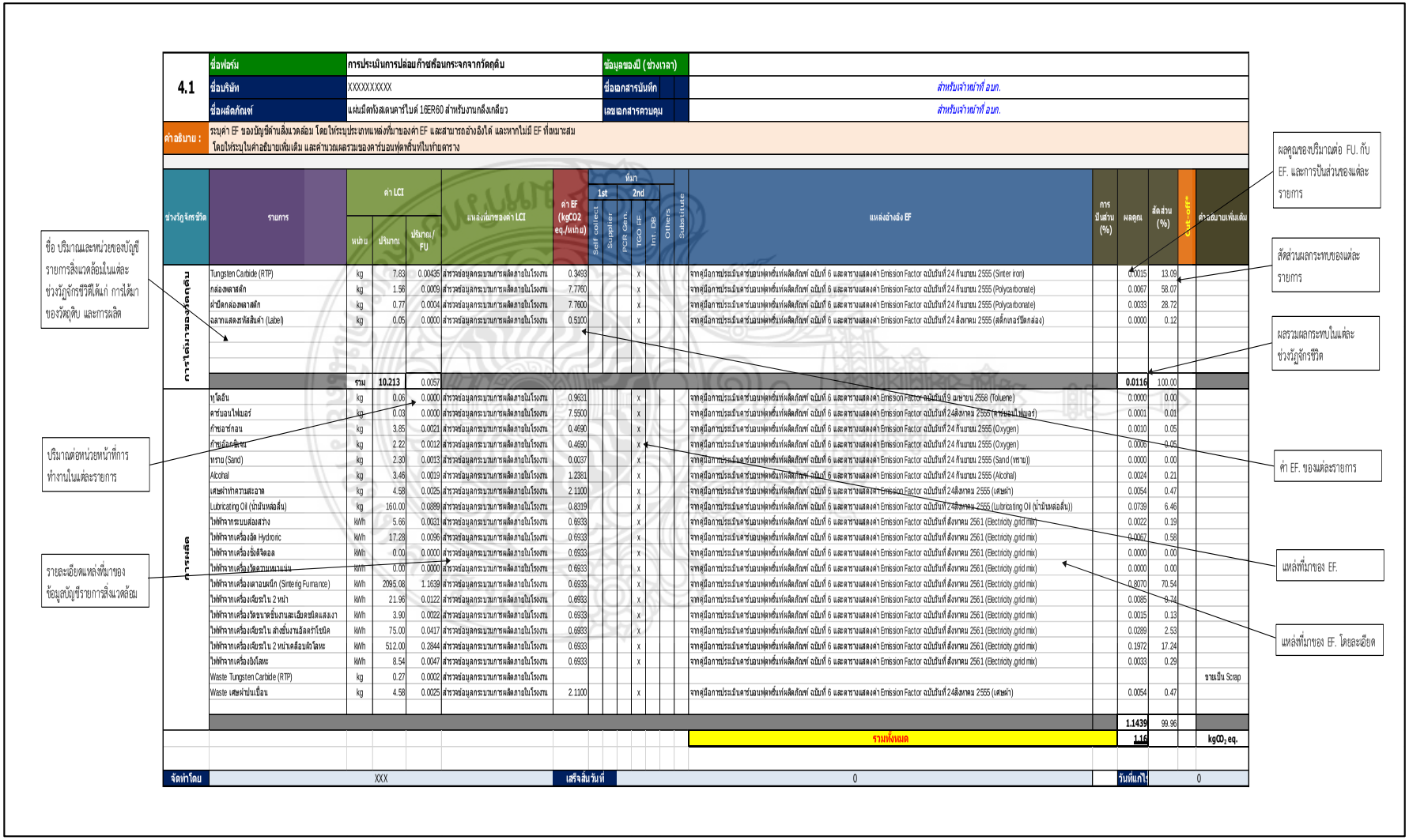
ภาพ 3.30 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา



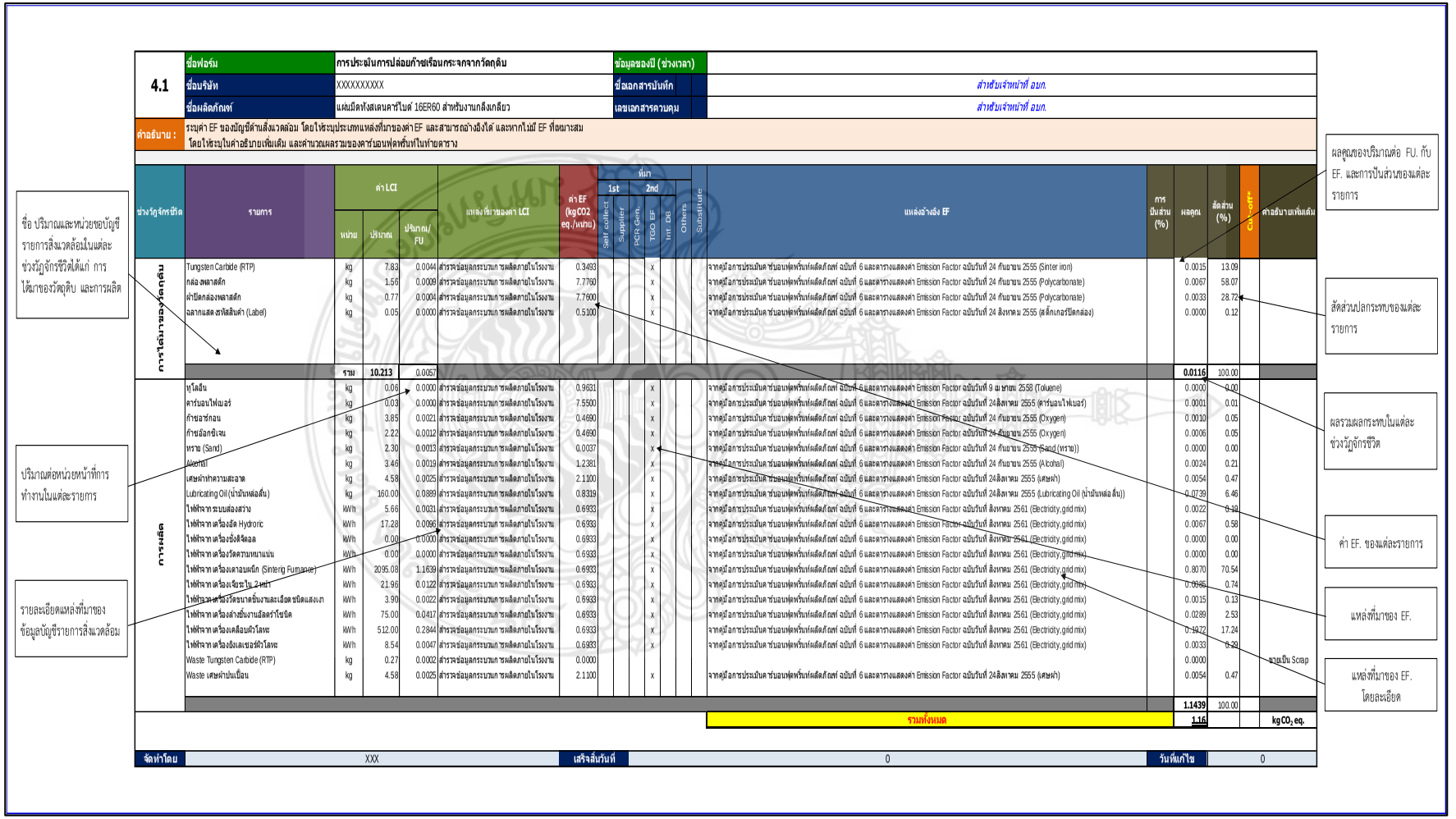
ภาพ 3.31 ขอบเขตการพิจารณาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา



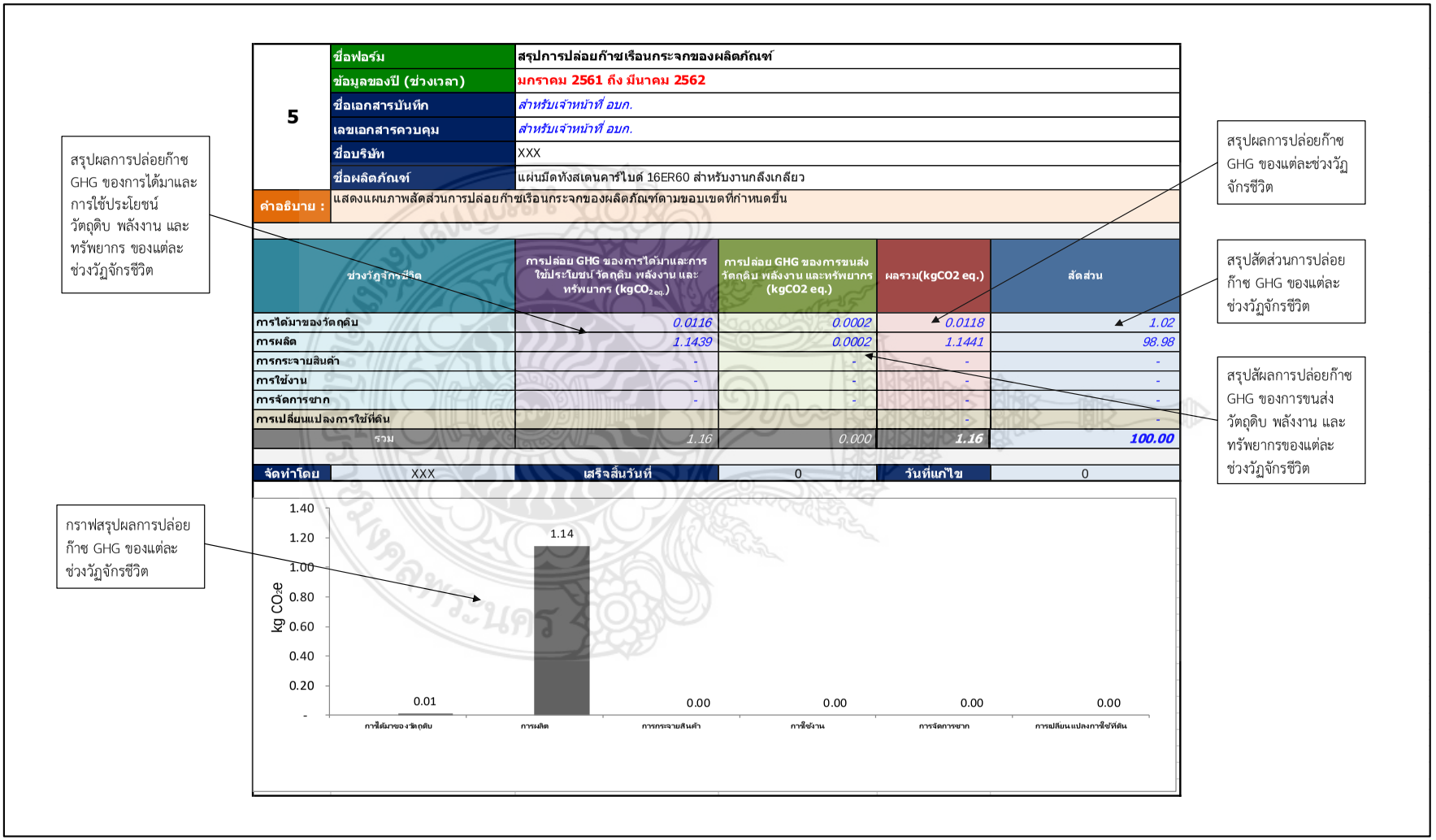
ภาพ 3.32 การสมดุลมวลระหว่างสารขาเข้า และสารขาออกของกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา



ภาพ 3.33 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการผลิต



ภาพ 3.34 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรช่วยผลิต



ภาพ 3.35 สรุปผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

จากภาพ 3.30 แสดงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ซึ่งเป็นการระบุข้อมูลของผลิตภัณฑ์ และข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

จากภาพ 3.31 แสดงขอบเขตการพิจารณาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วยแผนผังการไหลของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ตลอดทั้งวัฏจักรชีวิติ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ซึ่งจะอ้างอิงตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์

จากภาพ 3.32 แสดงสมดุล (Mass Balance) ระหว่างสารขาเข้า และสารขาออกของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย การใช้พลังงาน ทรัพยากรการผลิต และของเสียในกระบวนการผลิต

จากภาพ 3.33 แสดงการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการผลิต ซึ่งในการคำนวณจะต้องระบุข้อมูลลงในช่องต่างๆดังต่อไปนี้

3.9.1 ช่วงวัฏจักรชีวิต

ช่วงวัฏจักรชีวิติแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ประกอบด้วย ช่วงการได้มาของวัตถุดิบ และช่วงการผลิต ซึ่งทั้งสองช่วงเป็นลักษณะของเขตการพิจารณาในลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ ที่ได้กำหนดไว้เบื้องต้น

3.9.2 ช่องรายการ

ช่องรายการเป็นช่องที่ระบุรายการวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต

3.9.3 ช่องค่า LCI (Life Cycle Inventory)

ช่องค่า LCI ประกอบด้วย 3 ช่องย่อยได้แก่

3.10.3.1 ช่องแสดงหน่วยของปริมาณวัตถุดิบ และทรัพยากร ซึ่งในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กรณีศึกษาครั้งนี้แสดงหน่วยเป็นกิโลกรัม (Kg)

3.10.1.2 ช่องแสดงปริมาณผลรวมของวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ได้เก็บรวบรวมในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562

3.10.1.3 ช่องแสดงการใช้ปริมาณวัตถุดิบ และทรัพยากรต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (Function Unit,FU.) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Function Unit (FU.)} = \frac{\text{ปริมาณรวมของวัตถุดิบ และทรัพยากร}}{\text{ปริมาณการผลิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา}}$$

เมื่อ

ปริมาณรวมของวัตถุดิบหรือทรัพยากร = ปริมาณรวมของวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทนั้นๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการจัดเก็บตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงมีนาคม 2562

ปริมาณการผลิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา = ปริมาณรวมแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาที่ผลิตได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเดือนมกราคม 2561 ถึงมีนาคม 2562

3.9.4 ช่องแหล่งที่มาของค่า LCI (Life Cycle Inventory)

ช่องแหล่งที่มาของข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ทำการเก็บรวบรวม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีแหล่งข้อมูลจากการสำรวจกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม

3.9.5 ช่องค่า EF (kg CO_2 eq. /หน่วย)

ช่องค่า EF หรือค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากร

3.9.6 ช่องที่มา

ช่องที่มา คือ ช่องแสดงแหล่งอ้างอิงของ EF หรือค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทนั้นๆที่ใช้ในการคำนวณซึ่งประกอบด้วยช่องย่อยต่างๆ ดังนี้

3.10.6.1 ช่อง 1st หรือข้อมูลปฐมภูมิ เป็นค่า EF ที่มาจากแหล่งอ้างอิงข้อมูลดังนี้

1) ช่อง Self-collect คือ ค่า EF ที่ได้จากการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบและทรัพยากรประเภทนั้นๆด้วยตนเอง

2) ช่อง Supplier คือ ค่า EF ที่ได้จากผู้ผลิตหรือผู้ส่งมอบวัตถุดิบ และทรัพยากรที่มีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไว้แล้ว

3.10.6.2 ช่อง 2nd หรือข้อมูลทุติยภูมิ เป็นค่า EF มาจากการเปิดคู่มือ หรือตารางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ประกอบด้วย

1) ช่อง PCR Gen. คือ ค่า EF ที่มาจากข้อกำหนดเฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์

2) ช่อง TGO EF คือ ค่า EF ที่มาจากตารางหรือคู่มือการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นผลิตภัณฑ์

3) ช่อง Int.DB (International Data base) คือ ค่า EF ที่มาจากฐานข้อมูลการทดสอบวัสดุของประเทศต่างๆทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับทั่วโลกเป็นข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้สำหรับใช้ในการวิจัย และทดสอบผลิตภัณฑ์

4) ช่อง *others* คือ ช่องที่ไม่สามารถระบุแหล่งอ้างอิงจากช่องต่างๆที่กำหนดไว้ให้ในตารางการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5) ช่อง Substitute คือ ค่า EF ที่มาจากการใช้ค่า EF ของวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทอื่นๆแทน ซึ่งช่องนี้จะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัตถุดิบนั้นๆมาใช้ในการคำนวณได้

3.9.7 ช่องแหล่งอ้างอิง EF

ช่องแหล่งอ้างอิง EF คือ ช่องที่แสดงที่มาของค่า EF ที่ใช้ในการคำนวณ

3.9.8 ช่องผลคูณ

ช่องผลคูณ คือ ช่องที่แสดงผลการคำนวณของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากรนั้นๆดังสมการต่อไปนี้

ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากร = F.U. x EF.

เมื่อ

FU. = ปริมาณการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (หัวข้อ 3.10.3.3)

EF. = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทนั้นๆ

3.9.9 ช่องสัดส่วน (%)

ช่องสัดส่วน คือ ช่องที่แสดงสัดส่วนร้อยละจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทนั้นๆตลอดการกระบวนการผลิต

3.9.10 ช่องรวมทั้งหมด

ช่องรวมทั้งหมด คือ ช่องรวมผลการคำนวณทั้งหมดของช่องผลคูณเพื่อแสดงปริมาณรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และช่วงการผลิต

จากภาพ 3.34 แสดงการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรช่วยผลิต ซึ่งประกอบด้วยช่องข้อมูลต่างๆดังต่อไปนี้

3.9.11 ช่องรายการสิ่งที่ขนส่ง

ช่องรายการสิ่งที่ขนส่ง แสดงรายการวัตถุดิบ หรือทรัพยากรที่ใช้ในการขนส่ง

3.9.12 ช่องหน่วย

ช่องหน่วย คือ ช่องที่แสดงหน่วยของปริมาณวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ใช้ในการขนส่ง

3.9.13 ช่องปริมาณ (Function Unit, F.U.)

ช่องปริมาณ คือ ช่องปริมาณใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์

3.9.14 ช่องระยะทาง

ช่องระยะทาง คือ ช่องที่แสดงข้อมูลระยะทางการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทต่างๆของผู้ส่งมอบมายังโรงงานอุตสาหกรรม

3.9.15 ช่องแหล่งที่มาของข้อมูลการขนส่ง

คือ ช่องข้อมูลที่แสดงแหล่งที่มาของการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรประเภทต่างๆซึ่งเป็นการสำรวจข้อมูลจากผู้ส่งมอบของโรงงานอุตสาหกรรม

3.9.16 ช่องการใช้ระยะทาง

ประกอบด้วยช่องย่อยต่างๆดังนี้

3.9.16.1 ช่องภาระบรรทุกขาไป (Tkm) คือ ช่องการคำนวณน้ำหนักภาระการบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรจากการขนส่งที่มีต้นทางจากผู้ส่งมอบ และมีปลายทางการขนส่งที่โรงงานผลิต

ผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา แสดงหน่วยเป็นตันกิโลเมตร มีสมการการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาระบรรทุกขาไป ดังต่อไปนี้

$$\text{ภาระการขนส่งบรรทุกขาไป (ตันกิโลเมตร)} = \frac{\text{F.U.} \times \text{ระยะทาง}}{1{,}000}$$

เมื่อ

F.U. = ปริมาณวัตถุดิบ และทรัพยากรต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (หัวข้อ 3.10.3.3)

ระยะทาง = ระยะทางการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรของผู้ส่งมอบมายังโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์

3.9.16.2 ช่องภาระบรรทุกขากลับ (Km) คือ ช่องการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงขากลับของผู้ส่งมอบ เมื่อมีการถ่ายเทวัตถุดิบ และทรัพยากรให้กับโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ทำให้น้ำหนักภาระการบรรทุกเป็นศูนย์ โดยมีสมการการคำนวณบรรทุกขากลับ ดังต่อไปนี้

$$\text{ภาระขนส่งบรรทุกขากลับ (Km)} = \frac{\text{ภาระบรรทุกขาไป (Tkm)}}{\text{ภาระการบรรทุกของยานพาหนะในการขนส่ง}}$$

เมื่อ

ภาระบรรทุกขาไป (Tkm) = ภาระที่ได้จากการคำนวณน้ำหนักภาระการบรรทุกขาไป (หัวข้อ 3.9.16.1)

ภาระการบรรทุกของยานพาหนะในการขนส่ง = ภาระ (Load) การบรรทุกวัตถุดิบหรือทรัพยากรที่ใช้ในการขนส่งของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ

3.9.16.3 ช่องพาหนะ คือ ช่องแสดงประเภทของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากร

3.9.16.4 ช่อง % เที่ยวไป คือ สัดส่วนการบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรจากผู้ส่งมอบ (Supplier) มายังโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยสัดส่วนการบรรทุก ดังต่อไปนี้

1) 100% คือ การบรรทุกวัตถุดิบหรือทรัพยากรเต็มกระบะบรรทุก

2) 75% คือ การบรรทุกวัตถุดิบหรือทรัพยากร ¾ ของกระบะบรรทุก

3) 50% คือ การบรรทุกวัตถุดิบหรือทรัพยากร ½ ของกระบะบรรทุก

4) 25% คือ กรบรรทุกวัตถุดิบหรือทรัพยากร ¼ ของกระบะบรรทุก

3.10.16.5 ช่อง % เที่ยวกลับ คือ สัดส่วนการบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรขากลับเมื่อผู้ส่งมอบได้เสร็จสิ้นการขนส่งวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อเรียบร้อยแล้ว ประกอบด้วยสัดส่วนการบรรทุกขากลับ ดังต่อไปนี้

1) 0% คือ ไม่มีการบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบะบรรทุก

2) 25% คือ การบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรขากลับ ¼ ของกระบะบรรทุก

3) 50% คือ การบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรขากลับ ½ ของกระบะบรรทุก

4) 75% คือ การบรรทุกวัตถุดิบ และทรัพยากรขากลับ ¾ ของกระบะบรรทุก

3.9.17 ช่อง EF

ช่อง EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะประเภทต่างๆ ประกอบด้วย ช่องย่อยสองช่อง ดังต่อไปนี้

3.9.17.1 ช่องค่า EF เที่ยวไป คือ ช่องที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรขาเที่ยวไป

3.9.17.2 ช่องค่า EF เที่ยวขากลับ คือ ช่องที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรขาเที่ยวกลับ

3.9.18 ช่องที่มา

ช่องที่มา คือ การระบุแหล่งอ้างอิงของค่า EF ที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วยสองช่องย่อย ได้แก่ ช่อง TGO และช่อง Int. DB

3.9.19 ช่องแหล่งที่มา EF

ช่องแหล่งที่มา EF เป็นช่องที่ระบุรายละเอียดแหล่งอ้างอิงของค่า EF ที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.9.20 ช่องผลคูณ

ช่องผลคูณ คือ ช่องผลรวมที่มาจากการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาระบรรทุกขาไป และภาระบรรทุกขากลับ ดังสมการต่อไปนี้

ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง = (ภาระบรรทุกขาไป x ค่า EF เที่ยวไป) + (ภาระบรรทุกขากลับ x ค่า EF เที่ยวกลับ)

3.9.21 ช่องรวมทั้งหมด

ช่องรวมทั้งหมด คือ ช่องที่แสดงผลรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากการขนส่งตลอดช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และช่วงการผลิต

จากภาพ 3.35 แสดงผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนการะจกจากการได้มา การใช้ประโยชน์ การขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรของแต่ละช่วงวัฏจักรชีวิต

3.10 ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิตสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์

ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิตสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งได้ 2 ช่วง ตามขอบเขตการพิจารณาในลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ ดังต่อไปนี้

3.10.1 ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการผลิต

จากการศึกษาข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาสามารถแสดงได้ ดังตาราง 3.15

ตาราง 3.15 ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการได้มาของวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ปริมาณรวมของวัตถุดิบ (Annual) (Kg)	ปริมาณวัตถุดิบต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (F.U) (kg)	GHG Emission Factor ($kgCo_2e/Kg$)
Tungsten Carbide (RTP)	7.83	0.0044	0.3493
กล่องพลาสติก	1.56	0.0009	7.7760
ฝาปิดกล่องพลาสติก	0.77	0.0004	7.7760
ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	0.05	0.0000	0.5100

จากตาราง 3.15 แสดงข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการได้มาของวัตถุดิบ ประกอบด้วย ปริมาณของวัตถุดิบ และทรัพยากร (Annual) ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (F.U.) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factor) ของผงทังสเตนคาร์ไบด์ วัตถุดิบในขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ ซึ่งข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการผลิตสามารถแสดงได้ ดังตาราง 3.16

ตาราง 3.16 ข้อมูลวัตถุดิบหรือทรัพยากรของช่วงการผลิต

วัตถุดิบ	ปริมาณรวมของวัตถุดิบ (Annual) (Kg)	ปริมาณวัตถุดิบต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (F.U) (kg)	GHG Emission Factor ($kgCo_2e/Kg$)
ทูโลอีน	0.06	0.0000	0.9631
คาร์บอนไฟเบอร์	0.03	0.0000	7.5500
ก๊าซอาร์กอน	3.85	0.0021	0.4690
ก๊าซอ๊อกซิเจน	2.22	0.0012	0.4690
ทราย (Sand)	2.30	0.0013	0.0037
Alcohal	3.46	0.0019	1.2381
เศษผ้าทำความสะอาด	4.58	0.0025	2.1100
Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	160.00	0.0889	0.8319
ไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง	5.66	0.0031	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องอัด Hydroric	17.28	0.0096	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องชั่งดิจิตอล	0.00	0.0000	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องวัดความหนาแน่น	0.00	0.0000	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sinterig Furnance)	2095.08	1.1639	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องเจียระไน 2 หน้า	21.96	0.0122	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องวัดขนาดขึ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา	3.90	0.0022	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องล้างขึ้นงานอัลตร้าโซนิค	75.00	0.0417	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องเคลือบผิวโลหะ	512.00	0.2844	0.6933
ไฟฟ้าจากเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ	8.54	0.0047	0.6933
Waste Tungsten Carbide (RTP)	0.27	0.0002	Raw material Reuse
Waste เศษผ้าปนเปื้อน	4.58	0.0025	ขายหน้าโรงงาน

จากตาราง 3.16 แสดงข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการผลิตโดยข้อมูลจากการเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงมีนาคม 2562 ประกอบด้วย พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต วัสดุช่วยผลิต ของเสียประเภทต่างๆ ซึ่งของเสียบางประเภทจะไม่นำมาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากเป็นของเสียที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่เป็นวัตถุดิบตั้งตนใหม่ได้แของเสียประเภทที่สามารถขายได้หน้าโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษา นับเป็นการรับช่วงต่อนำไปผลิต หรือทำลายจึงไม่นำข้อมูลส่วนนี้มาพิจารณาในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.11 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบและทรัพยากรในการกระบวนผลิต

การขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ กรณีศึกษา เป็นปัจจัยที่มีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วยข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.11.1 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบและทรัพยากรของช่วงการได้มาของวัตถุดิบและการผลิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ในเดือนมกราคม 2561 และ มีนาคม 2562 สามารถแสดงข้อมูลได้ ดังตาราง 3.17

ตาราง 3.17 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบและทรัพยากรของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ชนิดยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	GHG Emission Factor ($kgCo_2e/Kg$) ขาเที่ยวไป (100%)	GHG Emission Factor ($kgCo_2e/Kg$) ขาเที่ยวกลับ(0%)
Tungsten Carbide (RTP)	รถบรรทุก 4 ล้อ	66.00	0.2155	0.3092
กล่องพลาสติก	รถบรรทุก 4 ล้อ	76.00	0.2155	0.3092
ฝาปิดกล่องพลาสติก	รถบรรทุก 4 ล้อ	76.00	0.2155	0.3092
ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	รถบรรทุก 4 ล้อ	15.00	0.2155	0.3092

จากตาราง 3.17 แสดงข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย รายการวัตถุดิบ ชนิดยาพาหนะ ระยะทางการขนส่ง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขาเที่ยวไป และขาเที่ยวกับข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการผลิตสามารถแสดงได้ ดังตาราง 3.18

ตาราง 3.18 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ และทรัพยากรของช่วงการผลิต

วัตถุดิบ	ชนิดยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	GHG Emission Factor ($kgCo_2e/Kg$) ขาเที่ยวไป (100%)	GHG Emission Factor ($kgCo_2e/Kg$) ขาเที่ยวกลับ(0%)
ทูโลอีน	รถบรรทุก 4 ล้อ	7.20	0.2155	0.3092
คาร์บอนไฟเบอร์	รถบรรทุก 4 ล้อ	57.00	0.2155	0.3092
ก๊าซอาร์กอน	รถบรรทุก 4 ล้อ	9.00	0.2155	0.3092
ก๊าซอ๊อกซิเจน	รถบรรทุก 4 ล้อ	9.00	0.2155	0.3092
ทราย (Sand)	รถบรรทุก 4 ล้อ	22.00	0.2155	0.3092
Alcohal	รถบรรทุก 4 ล้อ	15.00	0.2155	0.3092
เศษผ้าทำความสะอาด	รถบรรทุก 4 ล้อ	20.00	0.2155	0.3092
Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	รถบรรทุก 4 ล้อ	6.50	0.2155	0.3092
Waste Tungsten Carbide (RTP)	รถบรรทุก 4 ล้อ	55.00	0.2155	0.3092
Waste เศษผ้าปนเปื้อน	ขายหน้าโรงงาน	ขายหน้าโรงงาน	ขายหน้าโรงงาน	ขายหน้าโรงงาน

จากตาราง 3.18 แสดงข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ ละทรัพยากรช่วงการผลิต ประกอบด้วย ระยะทางขนส่ง ประเภทยานพาหนะ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การขนส่งของเสีย ได้แก่ เศษผ้าปนเปื้อน

ดังนั้น ข้อมูลวัตถุดิบ และทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต รวมถึงการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4

ผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิต

จากการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ดังต่อไปนี้

4.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต

วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้ ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต

รายการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($KgCO_2e/Kg$)	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
Tungsten Carbide (RTP)	0.0015	13.0900
กล่องพลาสติก	0.0067	58.0700
ฝาปิดกล่องพลาสติก	0.0033	28.7200
ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	0.0000	0.1200
ผลรวม	0.0115	100.0000

จากตาราง 4.1 แสดงปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ผงทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide, RTP) กล่องพลาสติก ฝาปิดกล่องพลาสติก และฉลากแสดงรหัสสินค้า โดยมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตรวมเท่ากับ 0.0115 Kg CO_2e ซึ่งกล่องพลาสติกสำหรับบรรจุแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตรวมเท่ากับ 0.0067 Kg CO_2e หรือมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 58.07

4.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิต

การใช้พลังงานไฟฟ้า ทรัพยากรช่วยผลิต ของเสีย และสาธารณูปโภคในขั้นตอนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ปริมาณ และสัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ กรณีศึกษา

รายการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($KgCO_2e/Kg$)	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ทูโลอีน	0.0000	0.0028
คาร์บอนไฟเบอร์	0.0001	0.0110
ก๊าซอาร์กอน	0.0010	0.0506
ก๊าซอ๊อกซิเจน	0.0006	0.0506
ทราย (Sand)	0.0000	0.0004
Alcohal	0.0024	0.2080
เศษผ้าทำความสะอาด	0.0054	0.4693
Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	0.0739	6.4642
ไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง	0.0022	0.1906
ไฟฟ้าจากเครื่องอัด Hydroric	0.0067	0.5818
ไฟฟ้าจากเครื่องชั่งดิจิตอล	0.0000	0.0001
ไฟฟ้าจากเครื่องวัดความหนาแน่น	0.0000	0.0001
ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sinterig Furnance)	0.8070	70.5415
ไฟฟ้าจากเครื่องเจียระไน 2 หน้า	0.0085	0.7394
ไฟฟ้าจากเครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา	0.0015	0.1313
ไฟฟ้าจากเครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค	0.0289	2.5253
ไฟฟ้าจากเคลือบผิวโลหะ	0.1972	17.2391
ไฟฟ้าจากเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ	0.0033	0.2875
Waste Tungsten Carbide (RTP)	0.0000	0.0000
Waste เศษผ้าปนเปื้อน	0.0054	0.4693
ผลรวม	1.1439	100.0000

จากตาราง 4.2 แสดงปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขั้นตอนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา พบว่า ผลรวมต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตมีปริมาณเท่ากับ 1.1439 Kg CO_2e โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sintering Furnace) มีค่าผลกระทบมากที่สุดเท่ากับ 0.0085 Kg CO_2e หรือมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 70.541

4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง

การขนส่งวัตถุดิบและทรัพยากรในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตได้ ดังต่อไปนี้

4.2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสามารถแสดงได้ปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ปริมาณ และสัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

รายการ	**ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($KgCO_2e/Kg$)**	**สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**
Tungsten Carbide (RTP)	0.0001	74.3742
กล่องพลาสติก	0.0000	17.0630
ฝาปิดกล่องพลาสติก	0.0000	8.4549
ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	0.0000	0.1079
ผลรวม	0.0002	100.0000

จากตาราง 4.3 แสดงปริมาณ และสัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา พบว่า มีผลรวมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.0002 Kg CO_2e โดยการขนส่งผงทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide, RTP) มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดสุดส่วนร้อยละเท่ากับ 74.3742

4.2.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทรัพยากรช่วยผลิต และการกำจัดของเสีย

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทรัพยากรช่วยผลิต และการกำจัดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา สามารถแสดงปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ปริมาณ สัดส่วนก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทรัพยากรช่วยในการผลิต และการกำจัดของเสีย

รายการ	**ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($KgCO_2e/Kg$)**	**สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**
ทูโลอีน	0.0000	0.0363
คาร์บอนไฟเบอร์	0.0000	0.1437
ก๊าซอาร์กอน	0.0000	2.9121
ก๊าซอ๊อกซิเจน	0.0000	1.6792
ทราย (Sand)	0.0000	4.2526
Alcohal	0.0000	4.3618
เศษผ้าทำความสะอาด	0.0000	7.6983
Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	0.0001	74.7812
Waste Tungsten Carbide (RTP)	0.0000	1.2480
Waste เศษผ้าปนเปื้อน	0.0000	2.8869
ผลรวม	0.0002	100.0000

จากตาราง 4.4 แสดงปริมาณ และสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทรัพยากรช่วยผลิต และการกำจัดของเสีย พบว่า มีผลรวมเท่ากับ 0.0002 Kg CO_2e โดยการขนส่ง Lubricating (น้ำมันหล่อลื่น) จาก Supplier มายังโรงงานผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา มีสัดส่วนในการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมมีสัดส่วนร้อยละเท่ากับ 74.7812

จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา พบว่า การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรในกระบวนการผลิต มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการขนส่งวัตถุดิบ ทรัพยากรช่วยผลิต และการกำจัดของเสีย โดยสามารถสรุปผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดได้ ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 สรุปผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ กรณีศึกษา

ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบพลังงาน และทรัพยากร (Kg CO_2e)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบพลังงานและทรัพยากร (Kg CO_2e)	ผลรวม (Kg CO_2e)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	0.0116	0.0002	0.0118	1.018
การผลิต	1.1439	0.0002	1.1441	98.982
ผลรวม	1.1555	0.0003	1.1558	100.000

จากตาราง 4.5 สรุปผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต พบว่า ปริมาณรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาเท่ากับ 1.1558 Kg CO_2e โดยแบ่งเป็นช่วงการได้มาของวัตถุดิบเท่ากับ 0.0118 Kg CO_2e หรือสัดส่วนร้อยละ 1.018 และช่วงการผลิตเท่ากับ 1.1441 Kg CO_2e หรือสัดส่วนร้อยละ 98.982

4.3 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต และการประยุกต์ใช้เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา จึงมีเสนอแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต และนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณอีกครั้ง ดังต่อไปนี้

4.3.1 แนวทางการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าเครื่องเตาอบผนึก (Sintering Furnace)

การลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษามี มีปริมาณการผลิตจำนวนน้อยต่อครั้ง (Small Lot Size) ซึ่งทำให้การผลิตในส่วนของการอบผนึกแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ (Sintering Process) ต่อครั้ง ใช้ปริมาณไฟฟ้ามาก เมื่อเทียบสัดส่วนการใช้ไฟฟ้ากับจำนวนแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์จึงทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้น

การลดใช้ไฟฟ้าในกระบวนการอบผนึก (Sintering Process) ดังกล่าวสามารถทำได้โดยกำหนดจำนวนสินค้าขั้นต่ำในการสั่งซื้อ (Minimum Order Quantity, MOQ) จากลูกค้า หรือกำหนดมาตราฐานจำนวนในการผลิตแผ่นมีดกลังเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ขั้นต่ำ
(Minimum Lot Size) เพื่อกำหนดเป็นมาตราฐานในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้ สามารถแสดงได้ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุง สัดส่วนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ในกรณีกำหนดจำนวนในการผลิตขั้นต่ำ (Minimum Lot Size)

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ	ค่า LCI ก่อนการปับปรุง			ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย) ก่อนการปรับปรุง	ปริมาณ GHG/F.U ก่อนการปรับปรุง	ค่า LCI หลังการปับปรุง		ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ปริมาณ GHG/F.U หลังการปรับปรุง
		หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ/ FU			ปริมาณ	ปริมาณ/ FU		
การได้มาของวัตถุดิบ	Tungsten Carbide (RTP)	kg	7.83	0.0044	0.3493	0.0015	13.05	0.0044	0.3493	0.0015
	กล่องพลาสติก	kg	1.56	0.0009	7.7760	0.0067	2.60	0.0009	7.7760	0.0067
	ฝาปิดกล่องพลาสติก	kg	0.77	0.0004	7.7600	0.0033	1.20	0.0004	7.7600	0.0031
	ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	kg	0.05	0.0000	0.5100	0.0000	0.08	0.0000	0.5100	0.0000
		รวม	**10.213**	0.0057		**0.0116**	**16.93**	0.0056		**0.0114**
การผลิต	ทูโลอีน	kg	0.06	0.0000	0.9631	0.0000	0.1	0.0000	0.9631	0.0000
	คาร์บอนไฟเบอร์	kg	0.03	0.0000	7.5500	0.0001	0.05	0.0000	7.5500	0.0001
	ก๊าซอาร์กอน	kg	3.85	0.0021	0.4690	0.0010	6.42	0.0021	0.4690	0.0010
	ก๊าซอ๊อกซิเจน	kg	2.22	0.0012	0.4690	0.0006	3.70	0.0012	0.4690	0.0006
	ทราย (Sand)	kg	2.30	0.0013	0.0037	0.0000	3.83	0.0013	0.0037	0.0000
	Alcohal	kg	3.46	0.0019	1.2381	0.0024	5.77	0.0019	1.2381	0.0024
	เศษผ้าทำความสะอาด	kg	4.58	0.0025	2.1100	0.0054	7.63	0.0025	2.1100	0.0054
	Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	kg	160.00	0.0889	0.8319	0.0739	266.67	0.0889	0.8319	0.0739
	ไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง	kWh	5.66	0.0031	0.6933	0.0022	5.66	0.0019	0.6933	0.0013
	ไฟฟ้าจากเครื่องอัด Hydroric	kWh	17.28	0.0096	0.6933	0.0067	28.80	0.0096	0.6933	0.0067
	ไฟฟ้าจากเครื่องขัดดิจิตอล	kWh	0.00	0.0000	0.6933	0.0000	0.00	0.0000	0.6933	0.0000
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดความหนาแน่น	kWh	0.00	0.0000	0.6933	0.0000	0.00	0.0000	0.6933	0.0000
	ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sinterig Furnance)	kWh	2095.08	1.1639	0.6933	0.8070	2095.08	0.6984	0.6933	0.4842
	ไฟฟ้าจากเครื่องเจียระไน 2 หน้า	kWh	21.96	0.0122	0.6933	0.0085	36.60	0.0122	0.6933	0.0085
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา	kWh	3.90	0.0022	0.6933	0.0015	6.50	0.0022	0.6933	0.0015
	ไฟฟ้าจากเครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค	kWh	75.00	0.0417	0.6933	0.0289	125.00	0.0417	0.6933	0.0289
	ไฟฟ้าจากเครื่องเคลือบผิวโลหะ	kWh	512.00	0.2844	0.6933	0.1972	853.33	0.2844	0.6933	0.1972
	ไฟฟ้าจากเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ	kWh	8.54	0.0047	0.6933	0.0033	14.23	0.0047	0.6933	0.0033
	Waste Tungsten Carbide (RTP)	kg	0.27	0.0002	0.0000	0.0000	0.45	0.0002	0.0000	0.0000
	Waste เศษผ้าปนเปื้อน	kg	4.58	0.0025	2.1100	0.0054	7.63	0.0025	2.1100	0.0054
						1.1439				**0.8203**
						1.1555				**0.8317**

จากตาราง 4.6 การเปรียบเทียบสัดส่วนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ในกรณีกำหนดจำนวนในการผลิตขั้นต่ำ (Minimum Lot Size) โดยการกำหนดขั้นต่ำในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 3,000 ชิ้น ต่อการผลิตในหนึ่งครั้ง เป็นการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากจำนวนก่อนการปรับปรุง เดิมเท่ากับ 1,800 ชิ้น เพิ่มขึ้นจำนวน 1,200 ชิ้น พบว่า เมื่อทำการผลิตที่ขั้นต่ำจำนวน 3,000 ชิ้นต่อครั้ง ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงเท่ากับ 0.3238 Kg CO_2e หรือสัดส่วนร้อยละ 60.00

4.3.2 การลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ระบบไฟฟ้าส่องสว่างเป็นปัจจัยที่ผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต การใช้หลอดไฟฟ้าระบบเดิมเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ และใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก จึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตน
คาร์ไบด์กรณีศึกษา

จากแนวทางการปรับปรุงระบบไฟฟ้าส่องสว่าง โดยกำหนดให้เปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ เป็นหลอดไฟเอลอีดี (Light Emitting Diode, LED) จะสามารถปริมาณการใช้ไฟฟ้า และช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 เปรียบเทียบก่อน และหลังการเปลี่ยนหลอดไฟระบบส่องสว่าง

ก่อนการปรับปรุง

รายการ	จำนวน	หน่วย	กำลังไฟฟ้า (วัตต์, W)/หน่วย	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์,W)
จำนวนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	22	หลอด	36	792.00
จำนวนบัลลาสต์แกนเหล็ก	22	อัน	10	220.00
			ผลรวม	1,012.00

หลังการปรับปรุง

รายการ	จำนวน	หน่วย	กำลังไฟฟ้า (วัตต์, W)/หน่วย	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์,W)
จำนวนหลอดไฟเอลอีดี (LED)	22	หลอด	9	198.00
			ผลรวม	198.00

จากตาราง 4.7 แสดงการเปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุงระบบส่องสว่าง โดยการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟชนิดเอลอีดี พบว่า การปรับปรุงระบบไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นเอลอีดี สามารถลดกำลังไฟฟ้าลงเท่ากับ 814 วัตต์ หรือ 0.814 กิโลวัตต์ ซึ่งการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นชนิดเอลอีดีสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุง การลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบส่องสว่าง

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ	ค่า LCI ก่อนการปับปรุง			ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย) ก่อนการปรับปรุง	ปริมาณ GHG/F.U ก่อนการปรับปรุง	ค่า LCI หลังการปับปรุง		ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ปริมาณ GHG/F.U หลังการปรับปรุง
		หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ/ FU			ปริมาณ	ปริมาณ/ FU		
การได้มาของวัตถุดิบ	Tungsten Carbide (RTP)	kg	7.83	0.0044	0.3493	0.0015	7.83	0.0044	0.3493	0.0015
	กล่องพลาสติก	kg	1.56	0.0009	7.7760	0.0067	1.56	0.0009	7.7760	0.0067
	ฝาปิดกล่องพลาสติก	kg	0.77	0.0004	7.7600	0.0033	0.77	0.0004	7.7600	0.0033
	ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	kg	0.05	0.0000	0.5100	0.0000	0.05	0.0000	0.5100	0.0000
		รวม	**10.213**	0.0057		**0.0116**	**10.213**	0.0057		**0.0116**
การผลิต	ทุโลอีน	kg	0.06	0.0000	0.9631	0.0000	0.06	0.0000	0.9631	0.0000
	คาร์บอนไฟเบอร์	kg	0.03	0.0000	7.5500	0.0001	0.03	0.0000	7.5500	0.0001
	ก๊าซอาร์กอน	kg	3.85	0.0021	0.4690	0.0010	3.85	0.0021	0.4690	0.0010
	ก๊าซอ็อกซิเจน	kg	2.22	0.0012	0.4690	0.0006	2.22	0.0012	0.4690	0.0006
	ทราย (Sand)	kg	2.30	0.0013	0.0037	0.0000	2.30	0.0013	0.0037	0.0000
	Alcohal	kg	3.46	0.0019	1.2381	0.0024	3.46	0.0019	1.2381	0.0024
	เศษผ้าทำความสะอาด	kg	4.58	0.0025	2.1100	0.0054	4.58	0.0025	2.1100	0.0054
	Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	kg	160.00	0.0889	0.8319	0.0739	160.00	0.0889	0.8319	0.0739
	ไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง	kWh	5.66	0.0031	0.6933	0.0022	1.11	0.0006	0.6933	0.0004
	ไฟฟ้าจากเครื่องอัด Hydroric	kWh	17.28	0.0096	0.6933	0.0067	17.28	0.0096	0.6933	0.0067
	ไฟฟ้าจากเครื่องขึ้งดิจิตอล	kWh	0.00	0.0000	0.6933	0.0000	0.00	0.0000	0.6933	0.0000
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดความหนาแน่น	kWh	0.00	0.0000	0.6933	0.0000	0.00	0.0000	0.6933	0.0000
	ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sinterig Furnance)	kWh	2095.08	1.1639	0.6933	0.8070	2095.08	1.1639	0.6933	0.8070
	ไฟฟ้าจากเครื่องเจียระไน 2 หน้า	kWh	21.96	0.0122	0.6933	0.0085	21.96	0.0122	0.6933	0.0085
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา	kWh	3.90	0.0022	0.6933	0.0015	3.90	0.0022	0.6933	0.0015
	ไฟฟ้าจากเครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค	kWh	75.00	0.0417	0.6933	0.0289	75.00	0.0417	0.6933	0.0289
	ไฟฟ้าจากเครื่องเคลือบผิวโลหะ	kWh	512.00	0.2844	0.6933	0.1972	512.00	0.2844	0.6933	0.1972
	ไฟฟ้าจากเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ	kWh	8.54	0.0047	0.6933	0.0033	8.54	0.0047	0.6933	0.0033
	Waste Tungsten Carbide (RTP)	kg	0.27	0.0002	0.0000	0.0000	0.27	0.0002	0.0000	0.0000
	Waste เศษผ้าปนเปื้อน	kg	4.58	0.0025	2.1100	0.0054	4.58	0.0025	2.1100	0.0054
						1.1439				**1.1422**
						1.1555				**1.1538**

จากตาราง 4.6 การเปรียบเทียบสัดส่วนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ในกรณีการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นแบบ LED ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงเท่ากับ 0.0019 Kg CO_2e หรือสัดส่วนร้อยละ 13.63

บทที่ 5

อภิปรายผล

5.1 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

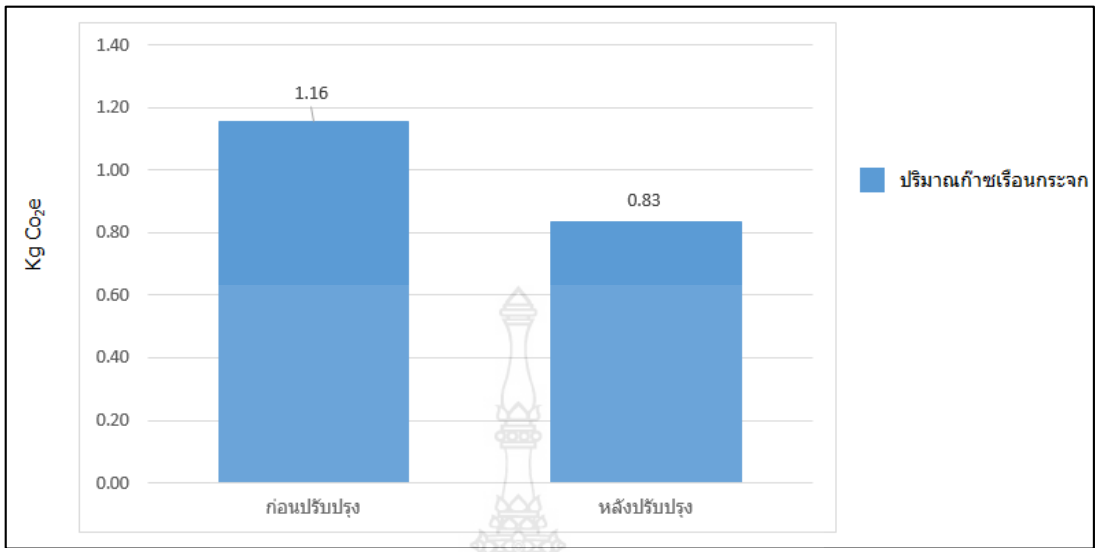
ผลการประมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษาพบว่า ช่วงวัฏจักรชีวิตการได้มาของวัตถุดิบ กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์ มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับ 0.0067 Kg CO_2e ฝาปิดกล่องพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์ เท่ากับ 0.0033 Kg CO_2e และผงทังสเตนคาร์ไบด์ เท่ากับ 0.0015 Kg CO_2e ตามลำดับ และในช่วงวัฏจักรชีวิตของการผลิต การใช้ปริมาณไฟฟ้าจากเตาอบผนึก มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับ 0.8070 Kg CO_2e การใช้ปริมาณไฟฟ้าจากเครื่องเคลือบผิวโลหะ เท่ากับ 0.1972 Kg CO_2e และ ปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่น เท่ากับ 0.0739 Kg CO_2e ตามลำดับ

5.2 การกำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นสำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

การกำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นสำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 กรณีศึกษานี้ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิต คือ การลดใช้ปริมาณไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยการกำหนดปริมาณขึ้นต่ำในการผลิต ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด โดยแนวทางการลดใช้ปริมาณไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกโดยการกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ สามารถนำไปประยุกต์กำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในเครื่องล้างชิ้นงานอัลตร้าโซนิค เครื่องเคลือบผิวดโลหะ และก๊าซอาร์กอนได้ เนื่องจากหากมีการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ปริมาณที่มากกว่าในงานวิจัยนี้ จากพลังงานที่ใช้เท่าเดิม เมื่อคำนวณปริมาณการใช้ต่อหน่วยก็จะทำให้ค่าก๊าซเรือนกระจกลดลง

5.3 ผลการกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Sintering Process)

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการกำหนดการผลิตปริมาณขั้นต่ำ (Minimum Lot Size) สมารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงได้ ดังภาพ 5.1

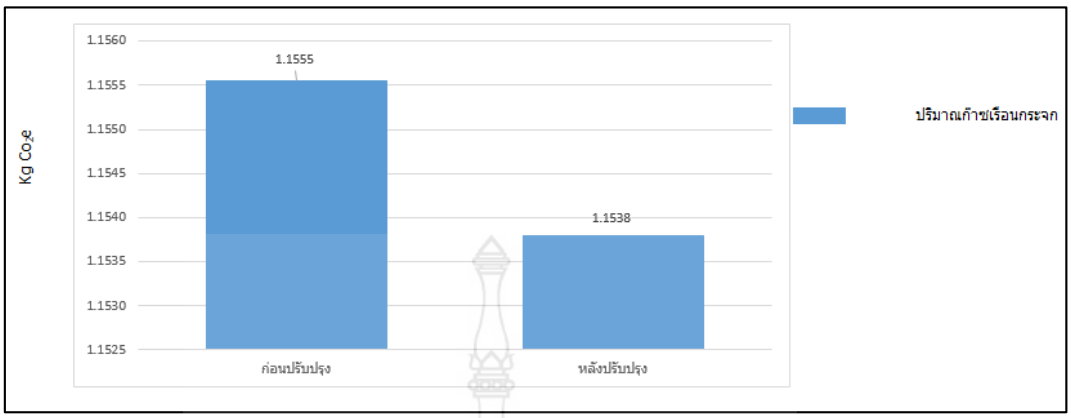


ภาพ 5.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงกำหนดการผลิตขั้นต่ำ

จากภาพ 5.1 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยการผลิตก่อน และหลังปรับปรุงการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา โดยการกำหนดการผลิตขั้นต่ำในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ต่อการผลิตหนึ่งครั้ง พบว่าก่อนทำการปรับปรุงไม่มีการกำหนดปริมาณแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ขั้นต่ำในการผลิต (ผลิตตามการสั่งซื้อจากลูกค้า) จากข้อมูลการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาก่อนทำการปรับปรุง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.16 Kg Co_2e ซึ่งหลังจากการปรับปรุงโดยการกำหนดปริมาณขั้นต่ำต่อการผลิตหนึ่งครั้ง สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ลดลงเท่ากับ 0.33 Kg Co_2e หรือเป็นสัดส่วนที่ลดลงร้อยละ 28.44 จากการศึกษาการปรับปรุงดังกล่าว สามารถช่วยลดต้นทุน และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาในครั้งนี้ได้

5.4 ผลการเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

การปรับปรุงระบบแสงสว่างโดยการใช้หลอดไฟแอลอีดีแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงได้ ดังภาพ 5.2



ภาพ 5.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

จากภาพ 5.2 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ พบว่า ก่อนการปรับปรุงระบบส่องสว่างมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.1555 Kg Co_2e ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ และหลังการปรับปรุงระบบส่งสว่างโดยการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟแอลอีดี มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.1538 Kg Co_2e ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังจากปรับปรุงลดลงเท่ากับ 0.0017 Kg Co_2e ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือสัดส่วนร้อยละ 0.14 โดยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงส่งผลมาจากการใช้หลอดไฟแอลอีดีมีการใช้กระแสไฟไฟที่ต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ถึงร้อยละ 76.31 และให้พลังงานความร้อนต่ำ ทำให้อายุการใช้งานของหลอดแอลอีดีมีระยะเวลาการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์

จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 และการประยุกต์ใช้แนวทางปรับปรุงเพื่อลดค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปผลการศึกษาได้ในบทที่ 6 ต่อไป

5.5 ผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หลังจากการปรับปรุง

การนำเสนอแนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 จากการกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Sintering Process) และการเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ในกระการผลิตสามารถแสดงได้ ตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ผลรวมคาร์บอนฟุตพริ้นท์เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุงของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ	ค่า LCI ก่อนการปับปรุง			ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย) ก่อนการปรับปรุง	ปริมาณ GHG/F.U ก่อนการปรับปรุง	ค่า LCI หลังการปับปรุง		ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ปริมาณ GHG/F.U หลังการปรับปรุง
		หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ/ FU			ปริมาณ	ปริมาณ/ FU		
การได้มาของวัตถุดิบ	Tungsten Carbide (RTP)	kg	7.83	0.0044	0.3493	0.0015	13.05	0.0044	0.3493	0.0015
	กล่องพลาสติก	kg	1.56	0.0009	7.7760	0.0067	2.60	0.0009	7.7760	0.0067
	ฝาปิดกล่องพลาสติก	kg	0.77	0.0004	7.7600	0.0033	1.20	0.0004	7.7600	0.0031
	ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	kg	0.05	0.0000	0.5100	0.0000	0.08	0.0000	0.5100	0.0000
		รวม	**10.213**	0.0057		**0.0116**	**16.93**	0.0056		**0.0114**
การผลิต	ทูโลอีน	kg	0.06	0.0000	0.9631	0.0000	0.1	0.0000	0.9631	0.0000
	คาร์บอนไฟเบอร์	kg	0.03	0.0000	7.5500	0.0001	0.05	0.0000	7.5500	0.0001
	ก๊าซอาร์กอน	kg	3.85	0.0021	0.4690	0.0010	6.42	0.0021	0.4690	0.0010
	ก๊าซอ๊อกซิเจน	kg	2.22	0.0012	0.4690	0.0006	3.70	0.0012	0.4690	0.0006
	ทราย (Sand)	kg	2.30	0.0013	0.0037	0.0000	3.83	0.0013	0.0037	0.0000
	Alcohal	kg	3.46	0.0019	1.2381	0.0024	5.77	0.0019	1.2381	0.0024
	เศษผ้าทำความสะอาด	kg	4.58	0.0025	2.1100	0.0054	7.63	0.0025	2.1100	0.0054
	Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	kg	160.00	0.0889	0.8319	0.0739	266.67	0.0889	0.8319	0.0739
	ไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง	kWh	5.66	0.0031	0.6933	0.0022	1.11	0.0004	0.6933	0.0003
	ไฟฟ้าจากเครื่องอัด Hydroric	kWh	17.28	0.0096	0.6933	0.0067	28.80	0.0096	0.6933	0.0067
	ไฟฟ้าจากเครื่องขึ้งดิจิตอล	kWh	0.00	0.0000	0.6933	0.0000	0.00	0.0000	0.6933	0.0000
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดความหนาแน่น	kWh	0.00	0.0000	0.6933	0.0000	0.00	0.0000	0.6933	0.0000
	ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sinterig Furnance)	kWh	2095.08	1.1639	0.6933	0.8070	2095.08	0.6984	0.6933	0.4842
	ไฟฟ้าจากเครื่องเจียระไน 2 หน้า	kWh	21.96	0.0122	0.6933	0.0085	36.60	0.0122	0.6933	0.0085
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดขนาดขึ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา	kWh	3.90	0.0022	0.6933	0.0015	6.50	0.0022	0.6933	0.0015
	ไฟฟ้าจากเครื่องล้างขึ้นงานอัลคร่าโซนิค	kWh	75.00	0.0417	0.6933	0.0289	125.00	0.0417	0.6933	0.0289
	ไฟฟ้าจากเครื่องเคลือบผิวโลหะ	kWh	512.00	0.2844	0.6933	0.1972	853.33	0.2844	0.6933	0.1972
	ไฟฟ้าจากเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ	kWh	8.54	0.0047	0.6933	0.0033	14.23	0.0047	0.6933	0.0033
	Waste Tungsten Carbide (RTP)	kg	0.27	0.0002	0.0000	0.0000	0.45	0.0002	0.0000	0.0000
	Waste เศษผ้าปนเปื้อน	kg	4.58	0.0025	2.1100	0.0054	7.63	0.0025	2.1100	0.0054
						1.1439				**0.8192**
						1.1555				**0.8306**

จากตาราง 5.1 การเปรียบเทียบผลรวมปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ก่อน และหลังการปรับปรุงของการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 โดยก่อนปรับปรุงมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 1.1555 Kg CO_2e และผลรวมจากการเสนอแนวทางการปรับปรุงเท่ากับ 0.8306 Kg CO_2e ซึ่งแนวทางการปรับปรุงการกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Sintering Process) และการเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ลดลงเท่ากับ 0.3249 Kg CO_2e หรือลดลงร้อยละ 71.88

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของกระบวนการผลิตแผ่นกลึงเกลียวมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

6.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.1599 Kg CO_2e ซึ่งปริมาณดังกล่าวแบ่งตามขอบเขตการพิจารณาในลักษณะธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ ประกอบด้วยขั้นตอน การได้มาของวัตถุดิบ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0188 Kg CO_2e และการผลิต มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.1441 Kg CO_2e

6.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิต

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย

6.1.2.1 การใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต

การใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิตที่มีผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากที่สุด คือ กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุแผ่นมีดมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0067 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 58.07 ฝาปิดกล่องพลาสติกมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0033 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 28.72 และผงทังสเตนคาร์ไบด์สำเร็จรูป มีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0015 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 13.09 ตามลำดับ

6.1.2.2 ขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตที่มีผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากที่สุด คือ ปริมาณการไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.8070 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 70.5415 เครื่องเคลือบผิวโลหะมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.1972 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 17.23 และปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0739 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 6.46 ตามลำดับ

6.1.2.3 การขนส่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

การขนส่งวัตถุดิบในกระบวนการผลิตที่มีผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากที่สุด คือ ผงทังสเตนคาร์ไบด์สำเร็จรูปมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0001 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 74.3742 กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุแผ่นมีดมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0000 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 17.06 และฝาปิดกล่องพลาสติกมีปริมาณการก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0000 Kg CO_2e มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 8.45 ตามลำดับ

6.1.3 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์กลึงเกลียว 16ER60 เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การเสนอแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา ประกอบด้วย

6.1.3.1 การกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดแผ่นมีดกลึงทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

การกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดแผ่นมีดกลึงทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา จากเดิมมีการผลิตต่อครั้งเฉลี่ย 900 ชิ้นต่อครั้ง กำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำใหม่ที่ 3,000 ชิ้นต่อครั้ง ผลจากการปรับปรุงการกำหนดปริมาณขั้นต่ำการผลิตพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาลดลงจาก 0.8070 Kg CO_2e เหลือเท่ากับ 0.4842 Kg CO_2e ลดลงเท่ากับ 0.3238 Kg CO_2e ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือลดลงร้อยละเท่ากับ 40.00

6.1.3.2 การลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

การลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง จากเดิมมีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 22 หลอด ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.0022 Kg CO_2e ผลจากการปรับปรุงการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่างพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษาลดลงเหลือเท่ากับ 0.0004 Kg CO_2e ปริมาณที่ลดลงเท่ากับ 0.0018 Kg CO_2e ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือลดลงร้อยละเท่ากับ 81.81

6.1.3.3 ผลรวมจากการเสนอแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลรวมจากการเสนอแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการกำหนดปริมาณการผลิตขั้นต่ำ เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องอบผนึกในกระบวนการอบผนึกแผ่นมีดแผ่นมีดกลึงทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา และการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่างโดยการเปลี่ยนหลอดไฟแอลอีดีทดแทนหลอดฟลูโอเรสเซนต์ ผลรวมเท่ากับ 0.8306 Kg CO_2e หรือลดลงร้อยละ 28.44

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษา

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์กรณีศึกษานี้เป็นแนวทางสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำไปประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ และการเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการหรือกิจกรรมที่มีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ เพื่อหาแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโลก และเป็นการตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมที่ยั่งยืน

6.2.2 ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor, EF)

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ อ้างอิงคู่มือการคำนวณซึ่งจัดทำโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) มีการปรับปรุงค่าอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้งต้องตรวจสอบ EF ของวัตถุดิบ ทรัพยากร พลังงาน และการขนส่ง จากฉบับที่มีการปรับปรุง ณ ปัจจุบัน ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก www.tgo.or.th

บทที่ 7

การนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์

ปัจจุบันโรงงานที่ผลิตเครื่องมือตัด (Cutting Tools) ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ในการขึ้นรูปชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่างๆ ในอุตสาหกรรมการผลิต มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น มีความต้องการในการใช้เครื่องมือที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ยังไม่พบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หรือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร จากผู้ผลิตเครื่องมือ เพื่อส่งเสริมในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ และเป็นโอกาสในการพัฒนาให้เกิดการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากภาคการผลิตเครื่องมือทังสเตนคาร์ไบด์ โดยสร้างความสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม และสามารถเพิ่มศักยภาพในแข่งขันทางการตลาดเพิ่มขึ้นได้อย่างยั่งยืน

7.1 รูปแบบดำเนินการทางธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือทังสเตนคาร์ไบด์

7.1.1 วัตถุประสงค์ (Objective)

7.1.1.1 เพื่อการเป็นผู้นำในด้านการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ในประเทศไทย

7.1.1.2 เพื่อส่งเสริมให้โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์และผู้บริโภคในประเทศไทยเห็นถึงความสำคัญของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

7.1.2 วิสัยทัศน์ (Vision)

เป็นธุรกิจจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการผลิตสินค้าทังสเตนคาร์ไบด์อย่างยั่งยืน

7.1.3 พันธกิจ (Mission)

เป็นธุรกิจที่ผลิตสินค้าทังสเตนคาร์ไบด์ที่ให้ความสำคัญในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ พัฒนาสินค้าที่ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดโดยบุคลากรที่มีความชำนาญการในการประเมินก๊าซเรือนกระจก มุ่งเน้นที่จะสนับสนุนให้โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าทังสเตนคาร์ไบด์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประเทศมีความยั่งยืน

7.1.4 ยุทธศาสตร์ธุรกิจ (Strategy)

เป็นธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับสินค้าทังสเตนคาร์ไบด์ ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตโดยละเอียดในการจัดทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ มีการนำเสนอปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่สร้างความแตกต่างระหว่างธุรกิจคู่แข่งได้

7.1.5 กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (Customer Taget)

กลุ่มลูกค้าเป้าหมายโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ในประเทศไทย (Tungsten Carbide Producer) โดยบริษัทที่ผลิตเครื่องมือทังสเตนคาร์ไบด์ส่วนมากอยู่ใน

จังหวัดสมุทรปราการ ชลบุรี เป็นต้น ซึ่งมีการจัดตั้งสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย ที่ตั้งบางพลี จังหวัดสมุทรปราการเป็นศูนย์กลางของผู้ที่ผลิตเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์

7.2 ผลิตภัณฑ์การให้บริการ (Service)

7.2.1 ที่ตั้งของบริษัท

การพิจารณาเลือกทำเลสถานที่ตั้งบริษัท มีปัจจัยในการเลือก ดังต่อไปนี้

7.2.1.1 ระยะทางระหว่างบริษัท ถึงโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์

7.2.1.2 ความสะดวกในการคมนาคม

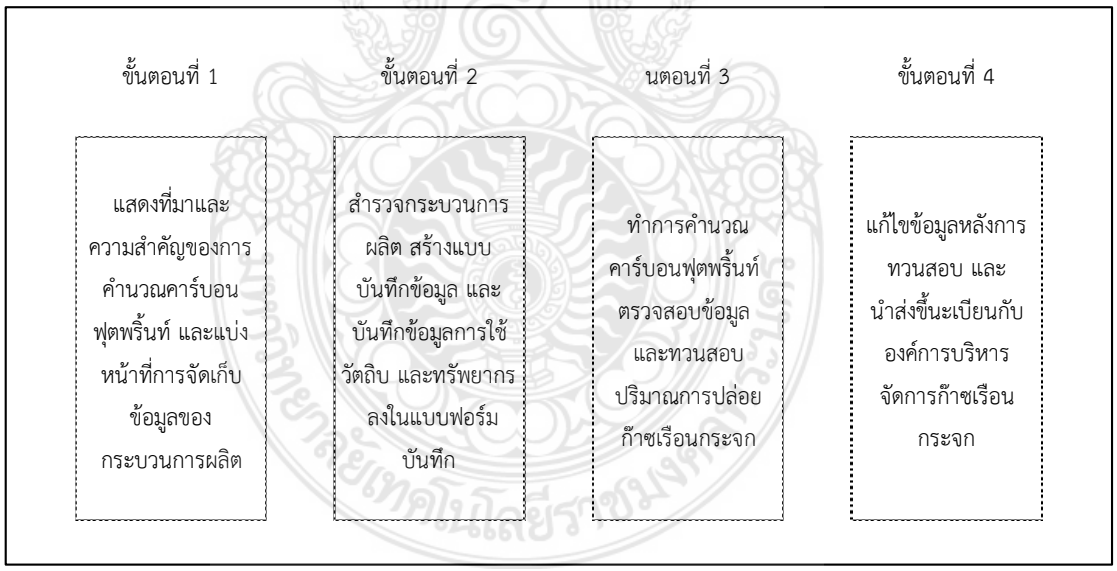
7.2.1.3 ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน

7.2.1.4 ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

จากการพิจารณาปัจจัยที่ตั้งแล้ว จึงตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งของบริษัทในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งใกล้กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมายและมีเครื่องข่ายเพิ่มจากสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย

7.2.2 ขั้นตอนการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ มีข้อกำหนดของขั้นตอนการดำเนินงานใน 4 ขั้นตอน ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังภาพ 7.1



ภาพ 7.1 ขั้นตอนการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์

จากภาพ 7.1 แสดงขั้นตอนการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ โดยละเอียดของแต่ขั้นตอนสามารถแสดงได้ ดังต่อไปนี้

7.2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 แสดงที่มา และความสำคัญของการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัด พร้อมทั้งอธิบายถึงวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลกระบวนการผลิต

7.2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 สำรวจกระบวนการผลิต สร้างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลการใช้วัตถุดิบ การผลิต ทรัพยากร และของเสีย โดยนำข้อมูลที่รวบรวมบันทึกลงแบบฟอร์ม เพื่อคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์

7.2.2.3 ขั้นตอนที่ 3 ทำการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในโรงงาน (Internal Audit) เมื่อมีความถูกต้องและความพร้อมของข้อมูลให้ผู้ทวนสอบมืออาชีพทำการตรวจสอบ (Verifier) ที่ขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน)

7.2.2.4 ขั้นตอนที่ 4 ทำการทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ทำการแก้ไขข้อมูลการคำนวณที่ผิดพลาดให้ถูกต้อง ละนำส่งขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน)

7.2.3 กำลังการผลิต

กำลังการผลิตของการให้บริการจัดทำก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์เครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ สามารถทำการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สูงสุดได้ 5 ผลิตภัณฑ์ ภายในระยะเวลา 1 เดือน ดังนั้นใน1 ปี ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 60 ผลิตภัณฑ์ คิดเป็นรายได้ 6,000,000 บาทต่อปี

7.3 ต้นทุนการดำเนินธุรกิจ

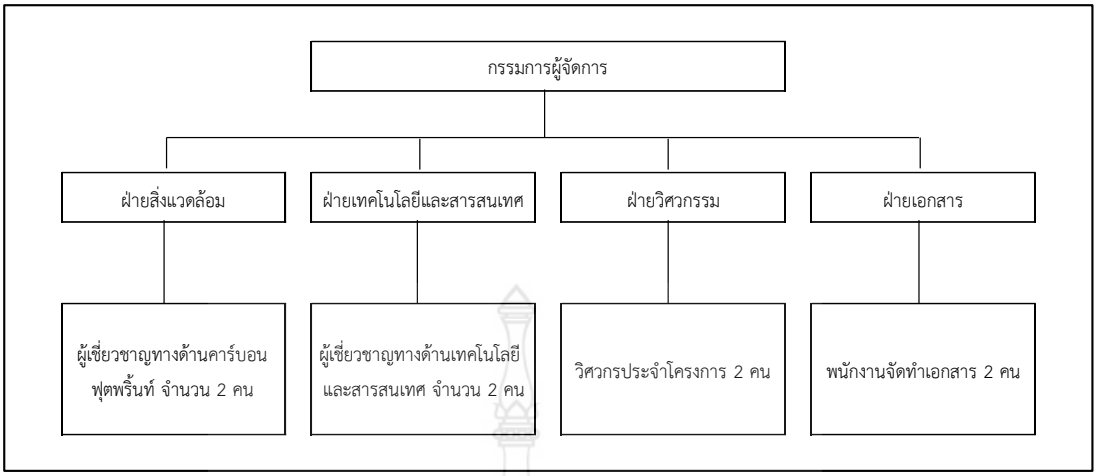
โครงสร้างต้นทุนในการดำเนินธุรกิจในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ สามารถแสดงได้ ดังนี้

7.3.1 เงินลงทุน

ค่าจดทะเบียนบริษัท (ทุน 1,000,000 บาท)	10,000	บาท
ค่าที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง	1,500,000	บาท
ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	320,000	บาท
ค่ายานพาหนะ	760,000	บาท
อื่นๆ	200,000	บาท
รวมเงินลงทุน	**2,790,000**	**บาท**

7.3.2 โครงสร้างองค์กร (Organization Structure)

โครงสร้างองค์กรของธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ สามารถแสดงได้ ดังต่อไปนี้



ภาพ 7.2 โครงสร้างองค์กรของธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์

จากภาพ 7.2 แสดงโครงสร้างของธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ มีบุคลากร 8 คน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จำนวน 2 คน
ค่าจ้าง 35,000 บาท/เดือน/คน

7.2.2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนดลยี และสารสนเทศ จำนวน 2 คน
ค่าจ้าง 21,000 บาท/เดือน/คน

7.2.3 วิศวกรประจำโครงการ จำนวน 2 คน
ค่าจ้าง 18,000 บาท/เดือน/คน

7.2.4 พนักงานจัดทำเอกสาร จำนวน 2 คน
ค่าจ้าง 12,000 บาท/เดือน/คน

ดังนั้นค่าใช้จ่ายสำหรับบุคลากรที่มีการจัดจ้างรวมเท่ากับ 172,000 บาทต่อเดือน หรือ 2,064,000 บาทต่อปี โดยมีสวัสดิการปรับเงินขึ้นให้บุคลากรร้อยละ 5 ต่อปี และมีโบนัส 1 เดือน ในทุกๆปี เริ่มจากปีที่ 2 เป็นต้นไป

7.3.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิตและการให้บริการ (Overhead Cost)

ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิตและการบริการ สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

7.3.3.1 ค่าใช้จ่ายต่อปี

1). ค่าใช้จ่ายในการบริหาร

ก) เงินเดือน 2,064,000 บาท/ปี

ข) สาธารณูปโภค

ค่าไฟฟ้า/ค่าประปา 86,400 บาท/ปี

ค่าโทรศัพท์/โทรเลข/ไปรษณีย์ 45,000 บาท/ปี

ค) ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

ค่าน้ำมันรถ	216,000 บาท/ปี
ค่าทางด่วน	24,000 บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายการจัดการบุคลากร และบริหาร	2,435,400 บาท/ปี

7.3.3.2 การคำนวณค่าเสื่อมของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สามารถแสดงได้ดังตาราง 7.1

ตาราง 7.1 ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

รายการ	จำนวน	ราคา	จำนวนปี	คำนวณค่าเสื่อม	ค่าเสื่อม(บาท)
คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค	6	144,000	5	(144,000 - 12,000)/5	26,400
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	2	30,000	5	(30,000 - 5,000)/5	5,000
รวม					31,400

จากตาราง 7.1 แสดงค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการดำเนินธุรกิจ จำนวน 8 เครื่อง โดยมีคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค และคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ในระยะเวลา 5 ปี จะมีค่าเสื่อมรวมเท่ากับ 31,400 บาท

7.4 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน (Financial Analysis)

7.4.1 การพยากรณ์รายจ่าย

จากการกำหนดกลุ่มลูกค้าเป่าหมาย ต้นทุนการบริหารจัดการ และกำลังการผลิต ในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ สามารถแสดงการพยากรรายจ่ายได้ ดังตาราง 7.2

ตาราง7.2 การพยากรณ์รายจ่าย

ปีที่	เงินลงทุน	เงินเดือน บุคลากร โบนัส	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าเดินทาง	รวมจ่าย
0	2,790,000	0	0	0	2,790,000
1		2,064,000	131,400	240,000	2,435,400
2		3,887,200	131,400	240,000	4,258,600
3		3,995,560	131,400	240,000	4,366,960
4		4,459,138	131,400	240,000	4,830,538
5		4,228,805	131,400	240,000	4,600,205

จากตาราง 7.2 แสดงข้อมูลการพยากรณ์รายจ่ายของการลงทุนธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ ในระยะเวลา 5 ปี

เมื่อได้ข้อมูลพยากรณ์รายจ่ายแล้ว ต้องพยากรณ์กำไรสุทธิ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตาราง 7.3

ตาราง 7.3 การพยากรณ์กำไรสุทธิ

ปีที่	ยอดรายรับ	ยอดรายจ่าย	ค่าเสื่อม	รวมรายได้	ภาษีร้อยละ 3	กำไรสุทธิ
0	0	2,790,000	0	0	0	-2,790,000
1	2,000,000	2,435,400	31,400	-466,800	-14,004	-452,796
2	4,000,000	4,258,600	31,400	-290,000	-8,700	-281,300
3	5,000,000	4,366,960	31,400	601,640	18,049	583,591
4	5,500,000	4,480,738	31,400	987,862	29,636	958,226
5	6,000,000	4,600,205	31,400	1,368,395	41,052	1,327,343

จากตาราง 7.3 แสดงการพยากรณ์กำไรสุทธิของการลงทุนธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ ในระยะเวลา 5 ปี ซึ่งในปีที่ 1 สามารถขายผลิตภัณฑ์ได้เท่ากับ 20 ผลิตภัณฑ์ ในปีที่ 2 เท่ากับ 40 ผลิตภัณฑ์ ในปีที่ 3 เท่ากับ 50 ผลิตภัณฑ์ ในปีที่ 4 เท่ากับ 55 ผลิตภัณฑ์ และในปีที่ 5 เท่ากับ 60 ผลิตภัณฑ์

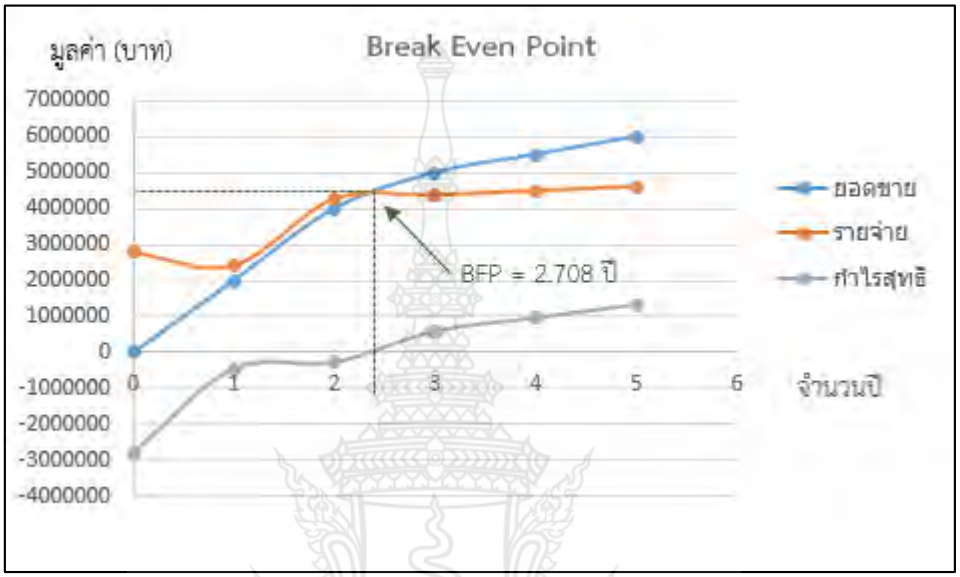
7.4.2 ผลรวมการลงทุนในการผลิต

ผลรวมการลงทุนในการผลิตธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังตาราง 7.4

ตาราง 7.4 รายจ่าย ยอดขาย และกำไรสุทธิ

ปีที่	หน่วยขาย	ยอดขาย	รายจ่าย	กำไรสุทธิ	กำไรสุทธิสะสม
0	0	0	2,790,000	-2,790,000	-2,790,000
1	20	2,000,000	2,435,400	-452,796	-3,242,796
2	40	4,000,000	4,258,600	-281,300	-734,096
3	50	5,000,000	4,366,960	583,591	302,291
4	55	5,500,000	4,480,738	958,226	1,541,817
5	60	6,000,000	4,600,205	1,327,343	2,285,569

จากตาราง 7.4 แสดงข้อมูลหน่วยขาย รายจ่าย ยอดขาย กำไรสุทธิ และกำไรสะสม ของการลงทุนธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ ในระยะเวลา ตั้งแต่ปีที่ 0 ถึงปีที่ 5 โดยจุดคุ้มทุนของการดำเนินธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ สามารถแสดงได้ ดังภาพ 7.3



ภาพ 7.3 จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

จากภาพ 7.3 แสดงจุดคุ้มทุนของการดำเนินธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ อยู่ที่ 2.708 ปี

การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุน

$$\frac{X - 2}{X - 3} = \frac{0 - (-734{,}096)}{(302{,}291 - (-734{,}096))}$$

$$X = 734{,}096 / 1{,}036{,}387$$

$$X = 2.708 \text{ ปี}$$

ดังนั้น จุดคุ้มทุนของการดำเนินธุรกิจการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเครื่องมือตัดทังสเตนคาร์ไบด์ อยู่ที่ 2.708 ปี

7.4.3 การทดสอบสมมติฐาน

จากสมมติฐานการกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ไม่ทำให้คุ้มทุนภายในระยะเวลา 5 ปี นับจากวันที่เริ่มนั้น การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ซึ่งมีจุดคุ้มทุนในระยะเวลาเพียง 2.708 ปี จึงเสมือนเทียบได้กับการทดสอบสมมติฐานว่าไม่คุ้มทุนภายในระยะเวลา 5 ปี นั้นไม่เป็นที่ยอมรับสมมติฐาน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อกำหนดเฉพาะกลุ่มแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ (Product Category Rules for Tungsten Carbide Insert)

ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยตีพิมพ์

ภาคผนวก ค เอกสารการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Verification Sheet) ของแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว

ภาคผนวก ง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 ตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับที่ กุมภาพันธ์ 2562

ภาคผนวก ก

ข้อกำหนดเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์
(Product Category Rules for Tungsten Carbide Insert)

ข้อกำหนดเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) ฉบับนี้แสดงถึงข้อกำหนดในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกลุ่มผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ให้เป็นในทิศทางเดียวกัน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้ที่สนใจไปปรับใช้ในเชิงธุรกิจหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

1. ขอบเขตของเอกสาร

ข้อกำหนดเฉพาะกลุมผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์นี้จัดทำขึ้นเพื่อกำหนดแนวทางการ ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

2. รายละเอียดผลิตภัณฑ์

ข้อกำหนดเฉพาะกลุมผลิตภัณฑ์นี้ประยุกต์ใช้กับกลุ่มการผลิตโลหะเหล็ก ที่มีลักษณะการประเมิน B2B (Business – to – Business)

3. เอกสารอ้างอิง

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ พิมพ์ครั้งที่ 5 (2558) โดยคณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ จัดทำโดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

4. บทนิยาม

4.1 แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์

เครื่องมือที่ใช้ในการตัด กัด ปาด โลหะ ที่ผลิตจากวัสดุทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) เพื่อใช้ในการขึ้นรูปโลหะ (Machining) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

5. ขอบเขตการประเมิน

ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ผู้ประเมินต้องกำหนดชนิดของผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจนและครบถ้วนถึงรูปแบบการใช้งาน ชนิด วัสดุ ขนาด ลักษณะการใช้งาน เช่น แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ รหัส 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว

5.1 หน่วยผลิตภัณฑ์

กำหนดหน่วยผลิตภัณฑ์เป็น 1 หน่วยของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย เช่น แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ 1 แผ่นมีด เป็นต้น

5.2 ขั้นตอนวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นแบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business: B2B) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

5.2.1 ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

พิจารณาก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ เช่น ผงทังสเตนคาร์ไบด์ วัสดุช่วยผลิต ฯลฯ โดยพิจารณาครอบคลุมตั้งแต่การสกัดทรัพยากรจากธรรมชาติ การแปรรูปทรัพยากรจนกระทั่งได้เป็นวัตถุดิบ เช่น การได้มาซึ่งผงทังสเตนคาร์ไบด์ ต้องพิจารณาตั้งแต่กระบวนการขุดแร่ การถลุง การบด (Milling) การผสม (Mixing) การขนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ การบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ เป็นต้น ตลอดจนก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการขนส่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การขนส่งวัตถุดิบทั้งหมดจากผู้ผลิตวัตถุดิบยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ ทั้งการขนส่งทางบก ทางน้ำ เป็นต้น

5.2.2 ขั้นตอนการผลิต

พิจารณาก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ โดยพิจารณาครอบคลุมกระบวนการต้นน้ำทั้งหมด เช่น การได้มาซึ่งไฟฟ้า ต้องพิจารณาตั้งแต่การทำเหมืองถ่านหิน การขุดเจาะน้ำมัน การขนส่งเชื้อเพลิงมายังโรงไฟฟ้าการผลิตไฟฟ้า การขนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า และการบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ตลอดจนก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยโดยตรงจากการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ปฏิกิริยาเคมี การรั่วไหลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ ฯลฯ ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการบำบัดและกำจัดของเสียจากการผลิตผลิตภัณฑ์ และก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกการขนส่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การขนส่งของเสียจากการผลิตผลิตภัณฑ์ไปยังแหล่งรับบำบัดและกำจัด เป็นต้น การผลิตผลิตภัณฑ์จะพิจารณาตั้งแต่การรับ-จัดเก็บ-จ่ายวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต กระบวนการผลิต การบรรจุภัณฑ์ การรับ-จัดเก็บ-จ่ายสินค้า ตลอดจนระบบสนับสนุนการผลิตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก(หากมี) เช่น ขนย้ายภายในโรงงาน ระบบปรับอากาศ ระบบส่องสว่าง การซ่อมบำรุง การล้าง ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน ฯลฯ

5.3 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างแผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์แผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์ภายใต้ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business: B2B)

6.การเก็บข้อมูลแต่ละขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

6.1 ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

6.1.1 ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล ตามระบุในหัวข้อ (5.2.1)

6.1.2 รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

- ปริมาณวัตถุดิบหลัก เช่น ผงทังสเตนคาร์ไบด์ วัสดุช่วยผลิต ฯลฯ
- ปริมาณวัตถุดิบและสารเคมีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ถุงมือ เศษผ้า น้ำมันหล่อลื่น ฯลฯ
- ปริมาณสาธารณูปโภค เช่น น้ำประปา ฯลฯ
- ประมาณภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ เช่น กล่อง ฝาพลาสติก ฯลฯ
- ปริมาณบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งผลิตภัณฑ์ เช่น กล่องกระดาษ ฯลฯ
- ประมาณสาธารณูปโภค เช่น น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำผิวดิน ฯลฯ
- ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบ ต่าง ๆ จากผู้ผลิตวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ) หรือ ประเภทพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง น้ำหนักบรรทุก สัดส่วนการบรรทุก ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ และระยะทางที่ขนส่งวัตถุดิบต่างๆ จากผู้ผลิตวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ) ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.1.3 รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

- ปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์
- ปริมาณวัสดุช่วยผลิต
- ปริมาณวัตถุดิบและสารเคมีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ปริมาณบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์
- ปริมาณบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งผลิตภัณฑ์
- ปริมาณน้ำต่าง ๆ
- ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบ ต่าง ๆ จากผู้ผลิตวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ) หรือ ประเภทพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง น้ำหนักบรรทุก สัดส่วนบรรทุก ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ และระยะทางที่ขนส่งวัตถุดิบ ต่าง ๆ จากผู้ผลิตวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ)
- ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) จากการผลิตแผ่นมีดกลึงเกลียวทังสเตนคาร์ไบด์

6.1.4 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

- การเก็บข้อมูลสามารถทำได้ 2 วิธีคือ (1) การเก็บข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของแต่ละหน่วยการผลิต เช่น ชั่วโมงในการปฏิบัติงาน พื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (2) การเก็บข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกรวมของทุกหน่วยการผลิตของบริษัทตลอดระยะเวลาที่กำหนดและใช้วิธีการปันส่วนที่เหมาะสมเพื่อแบ่งสัดส่วนของสารขาเข้าและสารขาออก โดยต้องเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์

- ให้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บต่อเนื่อง 12 เดือนเป็นอย่างน้อย เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูลที่ขึ้นกับฤดูกาล หากไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อเนื่อง 12 เดือนได้ต้องมีการระบุเหตุผลพร้อมทั้งวิธีการขอบเขต และเงื่อนไขในการเก็บข้อมูลให้ชัดเจน

- กรณีที่มีการผลิตวัตถุดิบหรือสารเคมีใช้เองในกระบวนการผลิต หรือจากบริษัทในเครือต้องมีการจัดเก็บปริมาณวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ผลิตวัตถุดิบหรือสารเคมีนั้นๆและคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตวัตถุดิบหรือสารเคมีนั้น ๆ จากวัตถุดิบ และพลังงานที่ใช้โดยพิจารณาครอบคลุมกระบวนการต้นน้ำทั้งหมดด้วย

- กรณีที่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้เองในกระบวนการผลิต หรือจากบริษัทในเครือ ต้องมีการจัดเก็บประมาณวัตถุดิบ และพลังงานที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำ และคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการปรุงปรุงคุณภาพน้ำจากวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้โดยพิจารณาครอบคลุมกระบวนการต้นน้ำทั้งหมดด้วย

- การขนส่งวัตถุดิบสามารถพิจารณาได้ 2 กรณีคือ (1) กรณีขนส่งวัตถุดิบภายในประเทศให้พิจารณาการขนส่งทางรถจากโรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบถึงโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ (2) กรณีขนส่งวัตถุดิบจากต่างประเทศ ให้พิจารณาการขนส่งทางเรือจากท่าเรือประเทศที่ส่งวัตถุดิบถึงท่าเรือประเทศไทยรวมกับการขนส่งทางรถจากท่าเรือประเทศไทยถึงโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ โดยการระบุระยะทางในการขนส่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการขนส่งให้เป็นไปตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558)

- กรณีที่ต้องใช้ข้อมูลปฐมภูมิสำหรับการผลิตวัตถุดิบใด ๆ จากผู้ผลิตวัตถุดิบโดยที่วัตถุดิบนั้น ๆ มีผู้ผลิตวัตถุดิบ มากกว่า 1 ราย ให้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากผู้ผลิตวัตถุดิบ ทุกรายและนำมาหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักตามสัดส่วนของวัตถุดิบที่สั่งซื้อ

6.1.5 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

ให้พิจารณาเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิตามเงื่อนไขที่ระบุในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558) ซึ่งหากมีข้อมูลหลายรายการที่สอดคล้องจากแหล่งข้อมูลที่อยู่ในลำดับเดียวกันให้เลือกใช้ค่าสูงที่สุดในกรณีที่เป็นวัตถุดิบนำเข้าจากต่างประเทศให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่สอดคล้องกับการผลิตจริงมากที่สุด

6.1.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้

6.1.6.1 การจนส่งวัตถุดิบต่าง ๆ จากผู้ผลิตวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ ให้พิจารณาตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558)

6.1.7 เงื่อนไขอื่น ๆ

6.1.7.1 การปันส่วน การปันส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์หลักและผลิตภัณฑ์ร่วมให้พิจารณาการปันส่วนตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

6.1.7.2 การตัดออก ให้พิจารณาตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558)

6.1.7.3 การกำหนดระยะทางการขนส่ง

- การขนส่งทางรถภายในประเทศให้อ้างอิงข้อมูลระยะทางระหว่างจังหวัดจากเว็บไซต์ของกรมทางหลวงแห่งประเทศไทย www.doh.go.th

- การขนส่งทางรถภายในประทศ (เฉพาะกรณีขนส่งภายในจังหวัดเดียวกัน) ให้อ้างอิงข้อมูลระยะทางระหว่างอำเภอจากเว็บไซต์ www.googlemap.com

- การขนส่งทางเรือระหว่างประเทศให้อ้างอิงข้อมูลระยะทางระหว่างท่าเรือในประเทศและท่าเรือต่างประเทศจากเว็บไซต์ www.searates.com

6.1.7.4 การสุ่มตัวอย่าง (กรณีที่มีการผลิตวัตถุดิบหลายแห่ง) ให้เก็บข้อมูลให้ครอบคลุมอย่างน้อย 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อ หรือให้เก็บขอมูลจากผู้ผลิตวัตถุดิบที่สั่งซื้อในปริมาณมากที่สุด

6.2 ขั้นตอนการผลิต

6.2.1 ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล ตามที่ระบุในหัวข้อ (5.2.2)

6.2.2 รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

- ปริมาณพลังงานไฟฟ้า
- ปริมาณพลังงานความร้อน
- ปริมาณเชื้อเพลิง
- ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ที่รั่วไหล เช่น สารทำความเย็น
- วิธีการบำบัดและกำจัดของบเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต
- ปริมาณเชื้อเพลิงสำหรับจนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตภัณฑ์ไปยังแหล่งรับบำบัดและกำจัด (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ) หรือ ประเภทพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง น้ำหนักบรรทุกสัดส่วนการบรรทุก ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ และระยะทางที่ขนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตผลิตภัณฑ์ไปยังแหล่งรับบำบัดและกำจัด (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ)
- ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.2.3 รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

- ปริมาณพลังงานไฟฟ้า
- ปริมาณพลังงานความร้อน
- ปริมาณเชื้อเพลิง
- ปริมาณของเสีย
- ปริมาณน้ำเสีย
- วิธีการจัดการของเสียและน้ำเสีย
- ปริมาณเชื้อเพลิงสำหรับขนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตภัณฑ์ไปยังแหล่งรับบำบัดและกำจัด (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ) หรือ ประเภทพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง น้ำหนักบรรทุกสัดส่วนการ

บรรทุก ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ และระยะทางที่ขนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตผลิตภัณฑ์ไปยังแหล่งรับบำบัดและจำกัด (ทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ)

6.2.4 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

- การเก็บข้อมูลสามารถสามารถทำได้ 2 วิธีคือ (1) การเก็บข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของแต่ละหน่วยการผลิต เช่น ชั่วโมงในการปฏิบัติงาน พื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (2) การเก็บข้อมูลปริมาณขาเข้าและขาออกรวมของทุกหน่วยการผลิตของบริษัทตลอดระยะเวลาที่กำหนดและใช้วิธีการปันส่วนที่เหมาะสมเพื่อแบ่งสัดส่วนของสารขาเข้าและสารขาออก โดยต้องเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์

- ให้ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บต่อเนื่อง 12 เดือนเป็นอย่างน้อย เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูลที่กับฤดูกาล หากไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อเนื่อง 12 เดือนได้ต้องมีการระบุเหตุผลพร้อมทั้งวิธีการขอบเขต และเงื่อนไขในการเก็บข้อมูลให้ชัดเจน

- กรณีที่มีการผลิตไฟฟ้า หรือพลังงานใช้เองในกระบวนการผลิต หรือจากบริษัทในเครือต้องมีการจัดเก็บปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าหรือพลังงานนั้น ๆ และคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับไฟฟ้า หรือพลังงานนั้น ๆ จากเชื้อเพลิงที่ใช้โดยพิจารณาครอบคลุมกระบวนการต้นน้ำทั้งหมดด้วย

- ในกรณีที่ผู้ผลิต 1 รายมีแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์เป้าหมายหลายแหล่งต้องประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของทุกแหล่งผลิตและทำการหาค่าเฉลี่ยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของทุกแหล่งผลิตโดยการถ่วงน้ำหนัก

6.2.5 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

ให้พิจารณาเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิตามเงื่อนไขที่ระบุในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558) ซึ่งหากมีข้อมูลหลายรายการที่สอดคล้องจากแหล่งข้อมูลที่อยู่ในลำดับเดียวกันให้เลือกใช้ค่าที่สูงที่สุด ในกรณีที่เป็นวัตถุดิบนำเข้าจากต่างประเทศให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่สอดคล้องกับการผลิตจริงมากที่สุด

6.2.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้

6.2.6.1 การขนส่งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตภัณฑ์ไปยังแหล่งรับบำบัดและกำจัดให้พิจารณาตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558)

6.2.7 เงื่อนไขอื่น ๆ

6.2.7.1 การปันส่วนการปันส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์หลักและผลิตภัณฑ์ร่วมให้พิจารณาการปันส่วนตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

6.2.7.2 การตัดออก ให้พิจารณาตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2558)

6.2.7.3 การสุ่มตัวอย่าง (กรณีที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายแหล่ง) ในกรณีที่ผู้ผลิต 1 รายมีแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์เป้าหมายแหล่งต้องประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของทุกแหล่งผลิตและทำการหาค่าเฉลี่ยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของทุกแหล่งผลิตโดยการถ่วงน้ำหนัก

6.3 ขั้นตอนการกระจายสินค้าและจำหน่าย

6.3.1 ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล ไม่พิจารณาเนื่องจากขอบเขตการประเมินคารบอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นแบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business: B2B)

6.3.2 รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

-ไม่มี-

6.3.3 รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

-ไม่มี-

6.3.4 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

-ไม่มี-

6.3.5 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

-ไม่มี-

6.3.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้

-ไม่มี-

6.3.7 เงื่อนไขอื่น ๆ

-ไม่มี-

6.4 ขั้นตอนการใช้งาน

6.4.1 ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล ไม่พิจารณาเนื่องจากขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นแบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business: B2B)

6.4.2 รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

-ไม่มี-

6.4.3 รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

-ไม่มี-

6.4.4 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

-ไม่มี-

6.5.5 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

-ไม่มี-

6.4.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้

-ไม่มี-

6.4.7 เงื่อนไขอื่น ๆ

-ไม่มี-

6.5 ขั้นตอนการจัดการของเสียหลังการใช้งาน

6.5.1 ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล ไม่พิจารณาเนื่องจากขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นแบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business: B2B)

6.5.2 รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

-ไม่มี-

6.5.3 รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

-ไม่มี-

6.5.4 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

-ไม่มี-

6.5.5 เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

-ไม่มี-

6.5.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้

-ไม่มี-

6.5.7 เงื่อนไขอื่น ๆ

-ไม่มี-

7. การแสดงข้อมูล

7.1 การแสดงข้อมูลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์

แสดงข้อมูลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นที่มีนัยสำคัญ 3 ตำแหน่ง โดยระบุหน่วยเป็น g หรือ kg โดยปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ การประเมินแบบ B2B ซึ่งวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ไม่สามารถแสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่สามารถแสดงไว้ในแหล่งอื่น ๆ เช่น เว็บไซต์ หรือเอกสารเผยแพร่ของบริษัท

7.2 การแสดงข้อมูลเพิ่มเติม

แสดงข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นคำแนะนำสำหรับผู้บริโภคในการช่วยลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หรือข้อมูลเพื่อสร้างความตระหนักในการมีส่วนร่วมลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ภาคผนวก ข.

ผลงานวิจัยตีพิมพ์

The 6th Conference of
Industrial Operations Development 2015
CIOD 2015
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
เลขที่ 99 หมู่ 18 อ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ : 0-2564-3002-9 ต่อ 3086, 3038, 3238 โทรสาร : 0-2564-3017
http://ciod.engr.tu.ac.th, http://www.ie.engr.tu.ac.th

การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 6
ประจำปี 2558
The 6th Conference on Industrial Operations Development 2015 (CIOD 2015)
วันที่ 12 พฤษภาคม 2558 ณ โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ

การกำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับธุรกิจโรงแรมขนาดเล็กโดยใช้การประเมินคาร์บ์อนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ตามแนวทางขององค์การบริหารและจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

Initiatives to reduce the carbon footprint of products for small hotels.The valuation carbon footprint of the product.According to the organization and management of greenhouse gases.

(Public Organization)

จิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม[1] และ ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล[2]

[1,2]สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10800

E-mail: jockie_indy@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อกำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ สำหรับโรงแรมขนาดเล็กในประเทศไทย โดยใช้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ตามแนวทางขององค์การบริหารและจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์กรมหาชน) โดยใช้โรงแรมขนาดเล็กจำนวน 1 แห่งในการศึกษา จากผลการศึกษาพบว่าในการเข้าพักของลูกค้าใน 1 ห้องคืนของโรงแรมขนาดเล็กนั้นปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีค่าเท่ากับ 18.318 $KgCo_2e$ (ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีขนาดห้องพักเท่ากับ 35.84 ตารางเมตร และปริมาณการใช้กิจกรรมของไฟฟ้าที่มีค่าคาร์บอนฟุต
พริ้นท์มากที่สุด คือการใช้เครื่องปรับอากาศเครื่องทำน้ำอุ่น อุปกรณ์ส่องสว่าง และอุปกรณ์อื่นๆภายในห้องตามลำดับ โดยจากการศึกษาทำให้สามารถกำหนดแนวทางการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

คำสำคัญ : ก๊าซเรือนกระจก; การให้บริการ; ผลิตภัณฑ์โรงแรมขนาดเล็ก;คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์; กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

1. บทนำ

การศึกษาการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Cabon Footprint)การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านการใช้พลังงานต่างๆซึ่งก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (Greenhouse gas)ซึ่งเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสี

อินฟาเรด(Infrared rays)ได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ พลังงานฟอสซิล (fossil fuel) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนมาใช้ การใช้พลังงานเหล่านี้ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ปริมาณก๊าซนี้เพิ่มขึ้นจาก 50 ppm (ส่วนในล้านส่วน) ในช่วงก่อน ค.ศ. 1750 เป็น 356 ppm ในปัจจุบัน และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 2 เท่า (700 ppm) ภายใน ค.ศ. 2100 [1] อุตสาหกรรมการบริการด้านการท่องเที่ยวในปัจจุบันมีการเติบโตอย่างรวดเร็วและผลการสำรวจยังพบว่า มีโรงแรมและเกสต์เฮาส์ทั่วประเทศไทยทั้งสิ้นมีจำนวน 9,865 แห่ง ในจำนวนนี้ ส่วนใหญตั้งอยู่ในภาคใต้ประมาณร้อยละ 37.5 รองลงมาตั้งอยู่ในภาคกลางประมาณร้อยละ 24.4 โรงแรม และเกสต์เฮาส์ ที่ตั้งอยู่ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประมาณร้อยละ 19.5 และ 11.7 ตามลำดับ ส่วนที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร มีสัดส่วนต่ำสุดประมาณร้อยละ 6.9และมีจำนวนห้องพักทั้งสิ้น 457,976 ห้อง โดยโรงแรมและเกสต์เฮาส์ที่ตั้งอยู่ในภาคใต้มีจำนวนห้องพัก มากที่สุด ประมาณ145,728 ห้องหรือร้อยละ 31.8รองลงมาคือภาคกลางมีประมาณ 120,414 ห้อง (ร้อยละ 26.3) กรุงเทพมหานคร 80,077 ห้อง (ร้อยละ 17.5) ภาคเหนือ 72,186 ห้อง (ร้อยละ 15.8) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนห้องพักน้อยที่สุดคือ ประมาณ 39,571 ห้องในการศึกษาการให้บริการโรงแรมขนาดเล็กเพื่อทำการประเมินหาค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อนำผลที่ได้มาสู่มาตรการการลดการใช้ทรัพยากรในด้านต่างๆ เพื่อลดผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโลก การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นผลิตภัณฑ์ (Carbon footprint for product : CFP) เป็นการแสดงข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานขององค์กรจากกิจกรรมต่างๆทั้งการผลิตและการบริการขององค์กรนั้น และจะนำไปสู่การกำหนด

แนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับหน่วยงาน บริษัทอุตสาหกรรมและระดับประเทศ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร นอกจากสามารถใช้เป็นเครื่องมือประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ยังช่วยเสริมสร้างศักยภาพให้แก่ผู้ประกอบการและธุรกิจของไทยให้สามารถแข่งขันได้ในเวทีการค้าโลก ตลอดจนเป็นการเตรียมความพร้อม ในกรณีภาครัฐที่ต้องรายงานการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือกกระจก(Greenhouse Gas Reporting) ขององค์กรต่างๆเพื่อใช้เป็นแนวทางบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ทั้งยังเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก และเป็นการเตรียมการรองรับมาตรการกีดกันทางการค้า ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในโรงแรมขนาดเล็ก เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับการใช้ทรัพยากรละการปล่อยมลพิษสู่ภาวะสิ่งแวดล้อม และสามารถใช้ผลวิจัยเพื่อเป็นแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งหน้าสู่สังคมคาร์บอนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11(พ.ศ.2555-2559)

2. วิธีการศึกษา

เริ่มจากการกำหนดขอบเขตของการศึกษา เพื่อเก็บข้อมูลของโรงแรมที่เป็นตัวแทน ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของห้องพักหนึ่งห้องคืนได้กำหนดขอบเขตการดำเนินงานตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านการบริการการห้องพักโรงแรม เป็น3ขั้นตอน1.ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ 2.ขั้นการให้บริการ โดยพิจารณาวัตถุดิบ 3.ขั้นการจัดการของเสีย แสดงดังตารางที่1

ตารางที่ 1 ขอบเขตศึกษากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขต	กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่าง
ประเภทที่1	ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ	วัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในขั้นการผลิต ตั้งแต่การถลุง สกัด สินแร่จากธรรมชาติ การแปรรูปวัตถุดิบและการขนส่งมายังสู่ขั้นกระบวนการบริการ
ประเภทที่2	ขั้นการให้บริการ	พลังงานและทรัพยากรณ์ธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้เพื่อบริการหรือตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่จัด
ประเภทที่3	ขั้นการจัดการของเสีย	พลังงานและทรัพยากรณ์ธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในกระบวนการบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า รวมถึงการจัดการมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้วัตถุดิบเหล่านั้น

2.2 การจัดเก็บข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ของโรงแรมขนาดเล็ก 1 แห่งหนึ่งโดยการทำแบบการสำรวจข้อมูลเช่น ขนาดของห้องพัก ปริมาณการใช้ไฟฟ้า กระดาษ ขวดน้ำ สบู่ ผ้านวม รวมถึงการจัดการของเสีย เป็นต้น โดยสถิติข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงเดือน ธันวาคม 2556

2.2 หาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการคำนวณ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก(GHG Emission Factor)และการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แสดงในสมการที่ 1 หรือแสดงให้อยู่ของรูปตัน(กิโลกรัม)คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า(CO2equivalent) ดังสมการที่ 2

GHG emission = Activity data x Emission factor (1)

เมื่อ Activity data คือข้อมูลกิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก Emission factor คือค่าคงที่ ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

CO2 equivalent =∑ [Emission gas x GWP gas] (2)

โดย GWP gas คือค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโรคร้อน แสดงดังตารางที่2

ตารางที่ 2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน

ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP)
CO_2	1
CH_4	25
N_2O	298
CFC-11	4,750
CFC-12	10,900
CFC-13	14,400

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

3.1 ลักษณะของห้องพัก

ห้องพักขนาด 35.84ตารางเมตรภายในห้องประกอบไปด้วยเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ โทรทัศน์,ไดส์เป่าผม,กาต้มน้ำ,แอร์,หลอดไฟฟ้า,เครื่องทำน้ำอุ่น,ตู้แช่เครื่องดื่ม เป็นต้น และผ้านวม แชมพู ต่างๆ

3.2การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากห้องพัก

ผลจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยของการเข้าพัก1ห้องคืนของโรงแรมแห่งนี้ โดยพิจารณาใน 3 ขอบเขต 1.ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ 2.ขั้นการให้บริการ 3.ขั้นการจัดการของเสีย มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด โดยมีสัดส่วนในการใช้ไฟฟ้าใช้มากสุด น้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำประปา ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการเข้าพัก 1 ห้องคืนเฉลี่ย

3.3 แนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของห้องพัก

จากการศึกษาและนำผลมาคำนวณตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ของโรงแรมขนาดเล็ก ดังตารางที่3 พบว่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศมีคาร์บอนฟุต พริ้นท์มากที่สุด ดังนั้นแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับโรงแรมขนาดเล็ก จึงมุ่งเน้นไปยังการลดใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น ตู้เย็นเล็ก โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าถึง 95%ดังนั้นการเลือกแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์นี้ควรเลือกที่ เครื่องปรับอากาศ โดยวิธีการเลือกอุปกรณ์ที่ประหยัด

พลังงาน และใช้การติดตั้งที่ถูกหลักรวมถึงใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น การติดตั้งCondenser (คอล์ยร้อน)ในที่อากาศถ่ายเทสะดวกและตั้งห่างจากพนังอย่างน้อย 15 เซนติเมตร,การทำ Preventive Maintenance ตามรอบเวลา,ปรับอุณภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส,ใช้ฉนวนกันความร้อนบนเพดานเพื่อป้องกันความร้อนเข้าห้องพัก[5], เพื่อช่วยให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ตารางที่ 3 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อการเข้าพัก1ห้องคืน

อุปกรณ์/กิจกรรม	คาร์บอนฟุตพริ้นท์
โคมไฟ 18w	0.1571
แอร์ 18000 btu	12.2186
โทรทัศน์ 21"	0.1481
กาน้ำร้อน	0.0497
หลอด 36 w	0.6452
หลอด 10 w	0.0337
หลอดdownlight	0.7405
ตู้เย็นเล็ก	0.7540
คอมพิวเตอร์	0.7405
printer	0.6171
ไดร์เป่าผม	0.1116
เครื่องทำน้ำอุ่น	1.0098
ปั๊มน้ำ	0.1440
น้ำประปาที่ใช้	0.0720
แชมพู	0.0262
ครีมอาบน้ำ	0.0262
กระดาษ Poster	0.0030
กระดาษชำระ+แกนกระดาษ	0.0037
เบนซิน (Benzene)	0.5052
ดีเซล (Diesel)/น้ำมันโซลาร	0.3125

4. สรุป

ผลการศึกษาเพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิภัณฑ์สำหรับโรงแรมขนาดเล็กต่อการเข้าพัก 1 ห้องคืน มีกิจกรรมในการปลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคือสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของการเข้าพักถึง 95%และจากกิจกรรมอื่นๆอีก 5%โดยการเข้าพักต่อ1ห้องคืนจะมีปริมาณคาร์บอนฟุตพร้นท์รวมเท่ากับ 18.318 $KgCo_2e$ (ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) จึงทำให้การกำหนดแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นของผลิตภัณฑ์สำหรับธุรกิจโรมแรมขนาดเล็กคือ การลดใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น ตู้เย็นเล็กตามลำดับ

5. เอกสารอ้างอิง

[1]องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ,2554,ก๊าซเรือนกระจก,แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

[2]สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ,2555 ,โครงการสำรวจการประกอบกิจการโรงแรมและเกสต์เฮาส์ พ.ศ. 2555

[3] IPCC Fourth Assessment Report, 2007 climate change

[4] greentheearth.info,2008-2012,ภาวะโลกร้อน

[5] สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น,2558,9วิธีใช้แอร์ให้เย็นใจและประหยัดค่าไฟ

ภาคผนวก ค.

เอกสารการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (Verification Sheet)

แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว

TGO/CFP-V02-2014

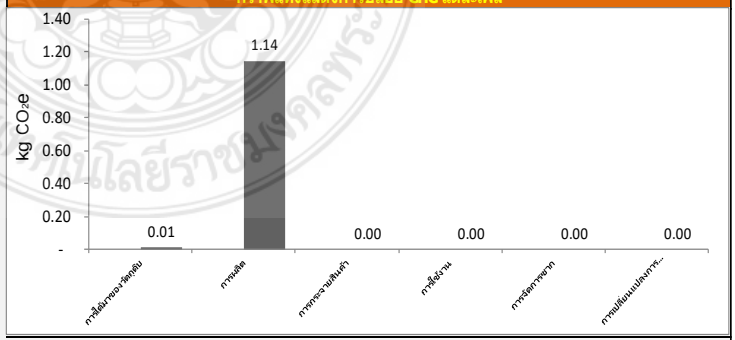
1	ชื่อฟอร์ม	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์	รหัสฟอร์ม	Fr-01
	ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*		
	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*		
	ชื่อบริษัท	XXXXXXXXXX		
	ชื่อผลิตภัณฑ์	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ **16ER60** สำหรับงานกลึงเกลียว		
คำอธิบาย :	ให้ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ หน่วยการทำงาน ที่กำหนด และขอบเขตการประเมิน พร้อมทั้งอ้างอิงข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์			

ชื่อผลิตภัณฑ์ และรุ่น (Thai)	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ **16ER60** สำหรับงานกลึงเกลียว
ชื่อผลิตภัณฑ์ และรุ่น (Eng)	Tungsten carbide insert 16ER60 production for thread turning
ขอบเขตของการประเมิน	B2B
หน่วยการทำงาน (Thai)	1 ชิ้น
หน่วยการทำงาน (Eng)	1 Piece
สัดส่วนยอดขายผลิตภัณฑ์ในปีล่าสุด	1,000 ชิ้น
ข้อมูลด้านเทคนิค	
1	วัตถุดิบทังสเตนคาร์ไบด์ เกรด P30S
2	มีค่าความแข็งอยู่ที่ 90.9 HRA
3	ขนาดโมเลกุลของทังสเตนคาร์ไบด์เท่ากับ 3.0 ไมครอนเมตร
4	ทนต่อการสึกหรอ
5	เคลือบผิวด้วยไทเทเนียมไนไตร (TiN)
อ้างอิง PCR	
วันที่ขอขึ้นทะเบียน	

การแสดงเครื่องหมายและข้อมูลเพิ่มเติม

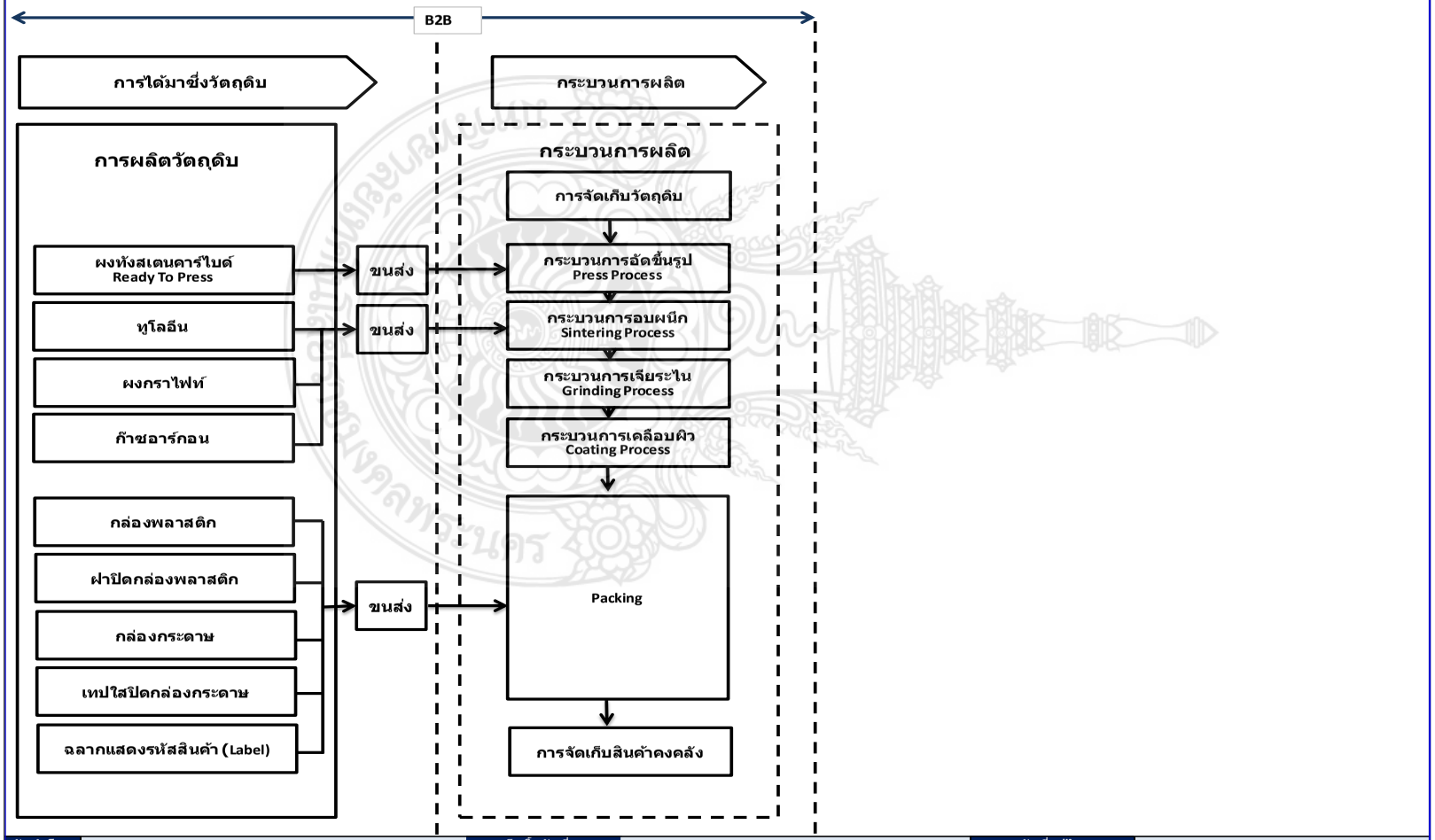
1.16 kg

กราฟแท่งแสดงการปล่อย GHG แต่ละเฟส



จัดทำโดย	XXX	เสร็จสิ้นวันที่		วันที่แก้ไข	

2	ชื่อฟอร์ม	แผนภาพวัฏจักรชีวิต	ข้อมูลของปี (ช่วงเวลา)	
	ชื่อบริษัท	XXXXXXXXXX	ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
	ชื่อผลิตภัณฑ์	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
คำอธิบาย :	ให้จัดทำแผนผังการไหลของวัสดุ (ไม่ต้องระบุการไหลของพลังงาน) ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เป้าหมายตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต โดยแบ่งเป็นขั้น ๆ ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยอ้างอิงตาม ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์			



จัดทำโดย	XXX	เสร็จสิ้นวันที่ออก	0	วันที่แก้ไข	0

3	ชื่อฟอร์ม	แผนภาพกระบวนการผลิต	ข้อมูลของปี (ช่วงเวลา)	
	ชื่อบริษัท	XXXXXXXXXX	ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
	ชื่อผลิตภัณฑ์	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*

คำอธิบาย : การจัดทำแผนภาพกระบวนการผลิต และระบุระบุสารขาเข้าและสารขาออก ของปริมาณการใช้พลังงาน ทรัพยากร และของเสียที่เกิดขึ้น จากกระบวนการผลิต โดยแสดงตัวเลขที่ผ่านการทำ Mass Balance และ Energy Balance แล้ว

สารขาเข้า
กระบวนการผลิต
ผลิตภัณฑ์ระหว่างทาง
สารขาออก

สัดส่วนยอดผลิตในปีล่าสุด 1,800 ชิ้น

วัตถุดิบ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ผงทังสเตนคาร์ไบด์	Kg.	7.83

ทรัพยากร และวัสดุช่วยการผลิต

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
Electricity (Machine)	kWh	2,784.11
ผงกราไฟท์	Kg	0.03
โทลูอีน	Kg	0.06
แก๊สอาร์กอน	Kg	3.85
น้ำยาหล่อเย็น	Kg	160.00
แอลกอฮอล์	Kg	3.21
ก๊าซออกซิเจน	Kg	2.22

กระบวนการขึ้นรูปแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์

ผลิตภัณฑ์

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60	Kg.	7.56

ของเสีย

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ผงทังสเตนคาร์ไบด์	Kg	0.27

ทรัพยากร และวัสดุช่วยการผลิต

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60	Kg	7.56
กล่องพลาสติก	Kg	1.56
ฝาปิดกล่องพลาสติก	Kg	0.77
ฉลากแสดงรหัสสินค้า	Kg	0.05
แอลกอฮอล์	Kg	0.25

การบรรจุภัณฑ์ และการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

ผลิตภัณฑ์

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 ที่บรรจุกล่องพลาสติก แล้ว	Kg.	10.21

ของเสีย

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
เศษสติ๊กเกอร์	Kg	0.002

วัตถุดิบ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
-	-	-

ทรัพยากร และวัสดุช่วยการผลิต

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
ไฟฟ้าส่องสว่าง	kWh	5.66

ทรัพยากรสาธารณูปโภค

ของเสีย

รายการ	หน่วย	ปริมาณ
เศษผ้าปนเปื้อน	Kg	4.58

จัดทำโดย	#VALUE!	เสร็จสิ้นวันที่	0	วันที่แก้ไข	0

4.1	ชื่อฟอร์ม	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบ	ข้อมูลของปี (ช่วงเวลา)	
	ชื่อบริษัท	XXXXXXXXXX	ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
	ชื่อผลิตภัณฑ์	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*

คำอธิบาย : ระบุค่า EF ของบัญชีด้านสิ่งแวดล้อม โดยให้ระบุประเภทแหล่งที่มาของค่า EF และสามารถอ้างอิงได้ และหากไม่มี EF ที่เหมาะสม โดยให้ระบุในคำอธิบายเพิ่มเติม และคำนวณผลรวมของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในท้ายตาราง

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ	ค่า LCI: หน่วย	ค่า LCI: ปริมาณ	ค่า LCI: ปริมาณ/FU	แหล่งที่มาของค่า LCI	ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ที่มา: 1st: Self collect	ที่มา: 1st: Supplier	ที่มา: 2nd: PCR Gen.	ที่มา: 2nd: TGO EF	ที่มา: 2nd: Int. DB	ที่มา: Others	Substitute	แหล่งอ้างอิง EF	การปันส่วน (%)	ผลคูณ	สัดส่วน (%)	Cut-off*	คำอธิบายเพิ่มเติม
การได้มาของวัตถุดิบ	Tungsten Carbide (RTP)	kg	7.83	0.0044	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.3493				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Sinter iron)		0.0015	13.09		
	กล่องพลาสติก	kg	1.56	0.0009	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	7.7760				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Polycarbonate)		0.0067	58.07		
	ฝาปิดกล่องพลาสติก	kg	0.77	0.0004	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	7.7600				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Polycarbonate)		0.0033	28.72		
	ฉลากแสดงรหัสสินค้า (Label)	kg	0.05	0.0000	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.5100				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 สิงหาคม 2555 (สติ๊กเกอร์ปิดกล่อง)		0.0000	0.12		
		รวม	**10.213**	0.0057												**0.0116**	100.00		
การผลิต	ทูโลอีน	kg	0.06	0.0000	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.9631				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 9 เมษายน 2558 (Toluene)		0.0000	0.00		
	คาร์บอนไฟเบอร์	kg	0.03	0.0000	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	7.5500				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24สิงหาคม 2555 (คาร์บอนไฟเบอร์)		0.0001	0.01		
	ก๊าซอาร์กอน	kg	3.85	0.0021	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.4690				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Oxygen)		0.0010	0.05		
	ก๊าซอ็อกซิเจน	kg	2.22	0.0012	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.4690				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Oxygen)		0.0006	0.05		
	ทราย (Sand)	kg	2.30	0.0013	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.0037				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Sand (ทราย))		0.0000	0.00		
	Alcohal	kg	3.46	0.0019	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	1.2381				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24 กันยายน 2555 (Alcohal)		0.0024	0.21		
	เศษผ้าทำความสะอาด	kg	4.58	0.0025	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	2.1100				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24สิงหาคม 2555 (เศษผ้า)		0.0054	0.47		
	Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	kg	160.00	0.0889	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.8319				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24สิงหาคม 2555 (Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น))		0.0739	6.46		
	ไฟฟ้าจากระบบส่องสว่าง	kWh	5.66	0.0031	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0022	0.19		
	ไฟฟ้าจากเครื่องอัด Hydroric	kWh	17.28	0.0096	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0067	0.58		
	ไฟฟ้าจากเครื่องขัดดิจิตอล	kWh	0.00	0.0000	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0000	0.00		
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดความหนาแน่น	kWh	0.00	0.0000	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0000	0.00		
	ไฟฟ้าจากเครื่องเตาอบผนึก (Sinterig Furnance)	kWh	2095.08	1.1639	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.8070	70.54		
	ไฟฟ้าจากเครื่องเจียระไน 2 หน้า	kWh	21.96	0.0122	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0085	0.74		
	ไฟฟ้าจากเครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียดชนิดแสงเงา	kWh	3.90	0.0022	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0015	0.13		
	ไฟฟ้าจากเครื่องอ้างขึ้นงานอัตหว่าโซนิค	kWh	75.00	0.0417	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0289	2.53		
	ไฟฟ้าจากเครื่องเคลือบผิวโลหะ	kWh	512.00	0.2844	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.1972	17.24		
	ไฟฟ้าจากเครื่องยิงเลเซอร์ผิวโลหะ	kWh	8.54	0.0047	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.6933				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ สิงหาคม 2561 (Electricity,grid mix)		0.0033	0.29		
	Waste Tungsten Carbide (RTP)	kg	0.27	0.0002	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	0.0000										0.0000			ขายเป็น Scrap
	Waste เศษผ้าปนเปื้อน	kg	4.58	0.0025	สำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตภายในโรงงาน	2.1100				x				จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ 24สิงหาคม 2555 (เศษผ้า)		0.0054	0.47		
																1.1439	100.00		
														รวมทั้งหมด		**1.16**			$kgCO_2$ eq.

จัดทำโดย	XXX	เสร็จสิ้นวันที่	0	วันที่แก้ไข	0

4.2	ชื่อฟอร์ม	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	ข้อมูลของปี (ช่วงเวลา)	
	ชื่อบริษัท	XXXXXXXXXX	ชื่อเอกสารนิรนัย	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
	ชื่อผลิตภัณฑ์	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงกลึง	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*

คำอธิบาย : ข้อมูลปัญหาการ การขนส่งวัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ 1.หรายข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ให้ใช้แบบ ก. 2.ไม่หรายข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่หรายระยะทาง และน้ำหนักบรรทุก ให้ใช้แบบ ข. โดยค่า EF ที่นำมาใช้จะต้องรวมการผลิตและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแล้ว

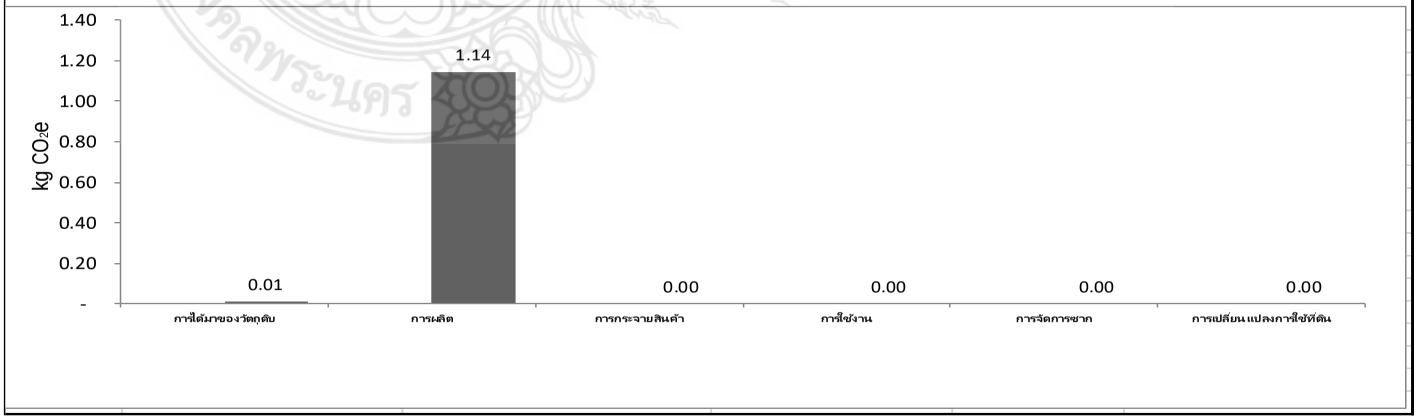
ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการสิ่งที่ขนส่ง	หน่วย	ปริมาณ/ FU	ระยะทาง /km	แหล่งที่มาของข้อมูลการขนส่ง	ก.) แบบการใช้เชื้อเพลิง: ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย	ปริมาณ	EF ($kgCO_2$ eq./ หน่วย)	ที่มา: TGO EF	ที่มา: Int. DB	ข.) แบบการใช้ระยะทาง: ภาระบรรทุกไป (tkm)	ภาระบรรทุกกลับ (km)	พาหนะ	% เที่ยวไป	% เที่ยวกลับ	EF: เที่ยวไป EF ($kgCO_2$ eq./tkm)	EF: เที่ยวกลับ EF ($kgCO_2$ eq./km)	ที่มา: TGO EF	ที่มา: Int. DB	แหล่งที่มา EF	การปันส่วน (%)	ผลคูณ	Cut-off*	คำอธิบายเพิ่มเติม
การขนส่งวัตถุดิบ	Tungsten Carbide (RTP)	kg	0.0044	66.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00029	0.0002	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0001		กรุงเทพ ชมวลจันทร์
	กล่องกระดาษลูกฟูก	kg	0.0009	76.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00007	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		ประพุฒธานี ธัญบุรี
	ฝาปิดกล่องพลาสติก	kg	0.0004	76.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00003	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		ประพุฒธานี ธัญบุรี
	ฉลากแสดงสารสินค้า (Label)	kg	0.0000	15.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00000	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		นครปฐม อ้อมน้อย
																					รวม		0.0002		
การขนส่งของเสีย	ทูโลสัน	kg	0.0000	7.20	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00000	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		นครปฐม อ้อมใหญ่
	คาร์เบอไฟบอร์	kg	0.0000	57.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00000	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		กรุงเทพ หนองบาง
	ก้าขอาร์กอน	kg	0.0021	9.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00002	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		นครปฐม อ้อมน้อย
	ก้าซอีกกลิจน	kg	0.0012	9.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00001	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		นครปฐม อ้อมน้อย
	ทราย (Sand)	kg	0.0013	22.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00003	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		กรุงเทพ บางบอน
	Alcohol	kg	0.0019	15.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00003	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		นครปฐม อ้อมน้อย
	เศษผ้าทำความสะอาด	kg	0.0025	20.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00005	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		นครปฐม อ้อมน้อย
	Lubricating Oil (น้ำมันหล่อลื่น)	kg	0.0889	6.50	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00058	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0001		นครปฐม อ้อมใหญ่
	Waste Tungsten Carbide (RTP)	kg	0.0002	55.00	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00001	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		กรุงเทพ คลองเตย
	Waste เศษผ้าปนเปื้อน	kg	0.0025	7.50	สำรวจข้อมูลผู้ผลิตของโรงงาน							0.00002	0.0000	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 1.5 ตัน รับแบบเปล่ากลับ	100	0	0.2155	0.3092	x		จากคู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 และตารางแสดงค่า Emission Factor ฉบับวันที่ กันยายน 2560		0.0000		ขายหน้าโรงงาน
																					รวม		0.0002		
																					รวมทั้งหมด		0.0003		$kgCO_2$ eq.

จัดทำโดย	XXX	เสร็จสิ้นรับที่	0	วันที่แก้ไข	0

5	ชื่อฟอร์ม	สรุปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์
	ข้อมูลของปี (ช่วงเวลา)	มกราคม 2561 ถึง มีนาคม 2562
	ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*
	ชื่อบริษัท	XXX
	ชื่อผลิตภัณฑ์	แผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์ 16ER60 สำหรับงานกลึงเกลียว
คำอธิบาย :	แสดงแผนภาพสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ตามขอบเขตที่กำหนดขึ้น	

ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อย GHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร ($kgCO_{2\,eq.}$)	การปล่อย GHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม(kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	*0.0116*	*0.0002*	*0.0118*	*1.02*
การผลิต	*1.1439*	*0.0002*	*1.1441*	*98.98*
การกระจายสินค้า	-	-	-	-
การใช้งาน	-	-	-	-
การจัดการซาก	-	-	-	-
การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน			-	-
รวม	*1.16*	*0.000*	***1.16***	***100.00***

จัดทำโดย	XXX	เสร็จสิ้นวันที่	0	วันที่แก้ไข	0



ภาคผนวก ง.

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก คู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ฉบับที่ 6 เดือนกุมภาพันธ์ 2562 ตารางแสดงค่า Emission Factor

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
55.	Diesel (น้ำมันดีเซล / น้ำมันไฮสปาร์)	น้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ	kg	0.3504	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
56.	ซัลเฟอร์	ซัลเฟอร์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ	kg	0.2372	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
57.	Charcoal (ถ่านไม้)	Charcoal, at plant	kg	1.0054	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
58.	การผลิตถ่านหิน	Lignite coal, at surface mine	kg	0.1187	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
4.กลุ่มไฟฟ้า						
59.	Electricity, grid mix (ไฟฟ้า)	ไฟฟ้าแบบ grid mix ปี 2014	kWh	0.6933	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
5.กลุ่มน้ำประปาและน้ำผลิตสำหรับกรรม (Tap water)						
60.	น้ำประปา-การประปานครหลวง	ผลิตโดยใช้น้ำผิวดิน	m^3	0.8006	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
61.	น้ำประปา-การประปาส่วนภูมิภาค	ผลิตโดยใช้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน	m^3	0.3238	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
62.	น้ำประปา-การนิคมอุตสาหกรรม	ผลิตโดยใช้น้ำผิวดิน และน้ำประปา	m^3	0.2891	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
63.	น้ำอ่อนสำหรับหม้อไอน้ำ	ผลิตโดยใช้น้ำประปา	m^3	1.0980	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
64.	น้ำปราศจากไอออน ที่ผลิตโดยเทคโนโลยี Reverse Osmosis	ผลิตโดยใช้น้ำอ่อน	m^3	2.2632	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
65.	น้ำปราศจากไอออน ที่ผลิตโดยเทคโนโลยี Ion Exchange	ผลิตโดยใช้น้ำประปา	m^3	2.0850	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
6. กลุ่มการขนส่งโดยรถบรรทุก (Truck Transportations) และขนส่งประเภทอื่นๆ (Others)						
66.	รถยีบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก ขับแบบปกติ 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	km	0.2416	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
67.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 50% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.3807	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
68.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 75% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.2707	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
69.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.2155	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
70.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบสมบุกสมบัน 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	km	0.3092	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
71.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบสมบุกสมบัน 50% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.4697	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
72.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบสมบุกสมบัน 75% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.3277	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
73.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบสมบุกสมบัน 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.2557	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
74.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบปกติ 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	km	0.3347	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
75.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบปกติ 50% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.3403	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
76.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบปกติ 75% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.2406	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
77.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบปกติ 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.1836	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
78.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบสมบุกสมบัน 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	km	0.4108	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
79.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบสมบุกสมบัน 50% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.3673	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018
80.	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ วิ่งแบบสมบุกสมบัน 75% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน; ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง	tkm	0.2552	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)	Update_Sep2018

ลำดับที่	ข้อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
	จากกระบวนการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จ					
266.	ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้าย	อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย> 85%	kg	9.2028	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
267.	ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้าย; จากกระบวนการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จ	อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย> 85%	kg	12.7354	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
268.	ผ้าถักจากเส้นด้ายโพลีเอสเตอร์	อัตราส่วนผสมเส้นใยโพลีเอสเตอร์> 85%	kg	5.6524	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
269.	ผ้าถักจากเส้นด้ายโพลีเอสเตอร์; จากกระบวนการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จ	อัตราส่วนผสมเส้นใยโพลีเอสเตอร์> 85%	kg	8.4394	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
270.	ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ แบบ CVC	อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย 60% และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 40%	kg	6.0281	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
271.	ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ แบบ CVC; จากกระบวนการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จ	อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย 60% และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 40%	kg	9.9311	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
272.	ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ แบบ TC	อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย 34% และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 66%	kg	5.6684	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
273.	ผ้าถักจากเส้นด้ายฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ แบบ TC; จากกระบวนการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จ	อัตราส่วนผสมเส้นใยฝ้าย 34% และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 66%	kg	9.4445	Thai National LCI Database/MTEC	Update_09Apr15
274.	คาร์บอนไฟเบอร์		Kg	7.5500	Ecoinvent 2.0 (ส่วนผสมของ graphite และ ไนล่อน)	Update_24Aug11
275.	ผ้าถัก CVC (70/30)		kg	11.6900	โครงการพัฒนาข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554	Update_24Aug11
276.	ผ้าถัก CVC (70/30)(เฉดสีกลาง)		kg	17.2000	โครงการพัฒนาข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554	Update_24Aug11
277.	ผ้าถัก CVC (70/30)(เฉดสีเข้ม)		kg	20.4600	โครงการพัฒนาข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554	Update_24Aug11
278.	ผ้าถัก CVC (70/30) (เฉดสีเข้มมาก)		kg	23.8100	โครงการพัฒนาข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554	Update_24Aug11
279.	ผ้าถัก CVC (70/30)(เฉดสีอ่อน)		kg	15.3600	โครงการพัฒนาข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554	Update_24Aug11
280.	ผ้าถัก TC (65/35)		kg	11.5600	โครงการพัฒนาข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554	Update_24Aug11

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
589.	Lime	Quicklime, milled, packed, at plant	kg	1.0215	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
590.	Lime ($Ca(OH)_2$)	Lime, hydrated, loose, at plant	kg	0.7759	USLCI	Update_24Sep12
591.	Lime ($Ca(OH)_2$)	Lime, hydrated, packed, at plant	kg	0.7820	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
592.	Soda powder	Soda, powder, at plant	kg	0.4449	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
593.	Kaolin (ดินขาว)	Kaolin, at plant	kg	0.2167	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
594.	Silicone	Silicone product, at plant	kg	2.8649	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
595.	Aluminium hydroxide	Aluminium hydroxide, at plant	kg	0.6470	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
596.	Acetaldehyde	Acetaldehyde, at plant	kg	1.3639	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
597.	Acetic acid	Acetic acid from acetaldehyde, at plant	kg	2.5702	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
598.	Acrylic acid	Acrylic acid, at plant	kg	1.9493	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
599.	Alcohol	Ethanol from ethylene, at plant	kg	1.2381	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
600.	Ammonia	Ammonia, steam reforming, liquid, at plant	kg	1.8876	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
601.	Ammonia	Ammonia, liquid, at regional storehouse	kg	2.0520	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
602.	Ammonia	Ammonia, partial oxidation, liquid, at plant	kg	2.7907	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
603.	Butyl Cellosolve	Butyl acetate, at plant	kg	3.5273	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
604.	Calcium carbonate	Limestone, crushed, washed	kg	0.0025	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
605.	Calcium carbonate	Limestone, milled, loose, at plant	kg	0.0305	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
606.	Calcium carbonate	Limestone, milled, packed, at plant	kg	0.0366	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
661.	Phosphoric acid	Phosphoric acid, fertiliser grade, 70% in H_2O, at plant/Malaysia database using Thai Electricity 2009	kg	0.9677	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
662.	Phosphoric acid	Phosphoric acid, fertiliser grade, 70% in H_2O, at plant/US database using Thai Electricity 2009	kg	0.8931	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
663.	Phosphoric acid	Phosphoric acid, industrial grade, 85% in H_2O, at plant	kg	1.4063	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
664.	Sodium sulphate	Sodium sulphate, from Mannheim process, at plant	kg	0.4695	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
665.	Sodium sulphate	Sodium sulphate, from natural sources, at plant	kg	0.1454	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
666.	Sulphur dioxide, liquid	Sulphur dioxide, liquid, at plant	kg	0.5202	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
667.	Zinc oxide	Zinc oxide, at plant	kg	2.9066	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
668.	Soap (สบู่)	Soap, at plant	kg	1.6685	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
669.	Nitrogen	Nitrogen, liquid, at plant	kg	0.4970	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
670.	Oxygen	Oxygen, liquid, at plant	kg	0.4690	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
19. กลุ่มโลหะเหล็ก						
671.	Sinter iron (เหล็กซินเตอร์)	Sinter, iron, at plant	kg	0.3493	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
672.	Cast iron (เหล็กหล่อ)	Cast iron, at plant	kg	1.6382	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
673.	Pig iron (เหล็กพิก / เหล็กดิบ)	Pig iron, at plant	kg	1.5143	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
674.	Galvanized steel sheet	Galvanized steel sheet, at plant	kg	2.7073	USLCI	Update_24Sep12
20. กลุ่มโลหะที่มิใช่เหล็ก						
675.	Alumnium Sheet	Aluminium sheet, primary prod., prod. mix, aluminium semi-finished sheet product	kg	3.2231	ELCD 2.0	Update_24Sep12
676.	Aluminium Primary	Aluminium, primary, at plant	kg	12.2359	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
677.	Aluminium Secondary	Aluminium, secondary, from new scrap, at plant	kg	0.4329	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
678.	Aluminium Secondary	Aluminium, secondary, from old scrap, at plant	kg	1.4682	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
679.	Aluminium alloy (AlMg3)	Aluminium alloy, $AlMg_3$, at plant	kg	6.3369	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
680.	Brass	Brass, at plant	kg	2.4528	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
21. กลุ่มกระบวนการ						
681.	Blow moulding		kg	1.2077	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
682.	Injection moulding		kg	1.4162	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
683.	Calendering, rigid sheets		kg	0.4171	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
684.	Casting, brass		kg	0.0647	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
685.	Casting, bronze		kg	0.0658	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
686.	Extrusion, plastic film		kg	0.5751	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
687.	Extrusion, plastic pipes		kg	0.4169	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
688.	Foaming, expanding		kg	0.7550	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
689.	Stretch blow moulding		kg	1.6483	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
690.	Thermoforming, with calendering		kg	0.8592	Ecoinvent 2.2, IPCC GWP 100a	Update_24Sep12
22. กลุ่มวัสดุก่อสร้าง						
691.	Sand (ทราย)	Sand, at mine	kg	0.0037	Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
709.	Alachlor(อัลลาคลอร์)		kg	8.0900	Ecoinvent 2.0	Update_24Sep12
710.	Paraquat		kg	3.2300	Ecoinvent 2.0	Update_24Sep12
711.	Bromacil		kg	5.2500	Ecoinvent 2.0	Update_24Sep12
712.	Diuron		kg	7.0400	Ecoinvent 2.0	Update_24Sep12
713.	Ametine		kg	8.5100	Ecoinvent 2.0	Update_24Sep12
24. กลุ่มการฝังกลบขยะ						
714.	กระดาษ / กระดาษกล่อง		kg	2.93	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
715.	ผ้า		kg	2.00	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
716.	เศษอาหาร		kg	2.53	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
717.	เศษไม้		kg	3.33	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
718.	กิ่งไม้ ต้นหญ้าจากสวน		kg	3.27	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
719.	ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ		kg	4.00	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
720.	ยางและหนัง		kg	3.13	2006 IPCC Volume 5: Waste	Update_09Apr15
25. กลุ่มการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (เผาไหม้อยู่กับที่)						
721.	Natural gas		scf	0.0573	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE	Update_30April13
722.	Lignite		kg	1.0624	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE	Update_30April13
723.	Residual fuel oil		litre	3.0883	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE	Update_30April13
724.	Gas/Diesel oil		litre	2.7080	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE	Update_30April13

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
739.	ขวดแก้วสีชา	ผลิตจากทรายแก้วและเศษแก้วนำมาหลอมในเตาหลอมใส่น้ำแก้ว (ใส่ส่วนผสมที่ทำให้เกิดสี) และนำไปผ่านกระบวนการขึ้นรูปให้ได้ขวดแก้วรูปทรงต่างๆ ตามต้องการ	kg	0.8289	Thai National LCI Database/MTEC	Update_30Jun16
740.	ฉนวนใยแก้ว	ผลิตจากเศษแก้วเศษขวด (80%) และสารเคมีต่างๆ นำมาหลอมรวมกันเป็นน้ำแก้ว มีนออกมาเป็นเส้นใย พ่นกาวให้เส้นใยยึดเกาะกันจากนั้นนำมาอัดเป็นแผ่นฉนวน ผ่านการตัดขอบและแยกบรรจุ	kg	2.5453	Thai National LCI Database/MTEC	Update_30Jun16
741.	กระจกแผ่นเรียบ	ผลิตจากการหลอมทรายแก้ว และส่วนผสมอื่น แล้วขึ้นรูปเป็นแผ่น โดยให้น้ำแก้วลอยตัวบนดีบุกหลอม ผลิตเป็นกระจกที่มีขนาดตามต้องการ	kg	1.2673	Thai National LCI Database/MTEC	Update_30Jun16
742.	กระจกนิรภัยชั้นเดียว	ผลิตจากกระจกแผ่นเรียบ (Flat Glass) มาทำการปรับปรุงคุณสมบัติเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ทนทาน ไม่แตกหักง่าย ทนต่ออุณหภูมิสูง-ต่ำ และแรงกระแทก	kg	3.1311	Thai National LCI Database/MTEC	Update_30Jun16
743.	กระจกนิรภัยหลายชั้น	ผลิตโดยการนำกระจกตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป มาผนึกเข้าด้วยกัน โดยมีแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลบิวทิรัล ที่เหนียวและแข็งแรงซ่อนอยู่ระหว่างกลาง ทำหน้าที่ยึดกระจกให้ติดกัน	kg	2.4368	Thai National LCI Database/MTEC	Update_30Jun16
744.	กระจกฉนวนความร้อน	ผลิตโดยนำกระจกอย่างน้อย 2 แผ่น ตัดให้ได้ขนาดมาประกบกันโดยมีระยะห่างพอสมควร โดยมีอลูมิเนียมซึ่งบรรจุสารดูดซับความชื้นคั่นกลาง หลังจากนั้นจะปิดรอยที่ขอบกระจก	kg	1.6994	Thai National LCI Database/MTEC	Update_30Jun16
28. อื่นๆ เพิ่มเติม						
745.	Magnetite		kg	0.8250	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007	Update_24Sep12
746.	PE Foam		kg	2.1000	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
747.	ถุงมือ(ผ้าฝ้าย)		kg	2.1100	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
748.	ทินเนอร์		kg	2.1222	อ้างอิงจาก Thinner ใน CFP EF Data v.2.01 ของประเทศญี่ปุ่น	Update_24Sep12
749.	สติกเกอร์ปิดกล่อง		kg	0.5100	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12
750.	แผ่นวงจรพิมพ์		kg	27.7000	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a	Update_24Sep12

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พยากรณ์ และสารสนเทศพลังงาน; สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน;กระทรวงพลังงาน. 2560. **การปล่อยก๊าซ Co_2 และพลังงานของไทย และการปล่อยก๊าซ Co_2 ในภาคอุตสาหกรรมไทย**

USGS Tungsten. U.S. Geological Survey , Mineral Commodity Summaries,January,2015. **ปริมาณ สำรองและการผลิตแร่งทังสเตนของโลก**

จรินทร์ ชลไพศาล สำนักเหมืองแร่และสัมปทาน.กลุ่มวิชาการเศรษฐกิจ. 2561. **สถานะการณ์ทังสเตนของโลกและของไทย**

Edison (2014) Tungsten : **Small Sector for Big Return. Edison's sector**

ดร.สุรศิษฐ์ โรจนนันต์ .ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ,คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าธนบุรี. 2561. **คาร์ไบด์และซีเมนเต็ดคาร์ไบด์**

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) 2558. **แนวทางการการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์**

การพิจารณาขอบเขตการคำนวณจากวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ใน 5 ระยะ. 2019 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.researchgate.net

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) 2561. **"บริษัทและผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียน"** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/products_approval/products_approval.pnc

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) 2561. **"ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์"** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/products_is/products_is.pnc

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) 2561. **"Emission Factor"** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/products_emission/products_emission.pnc

Sandvik Hard Material. 2019. **Annual Report**

Sandvik Hard Material. 2019. **Understanding Tungsten carbide**

Mitsubishi Tools News 2019. **Threading Method**

United States Geological Survey Mineral Resources Program. 2019. **แนวโน้มการผลิตและการสำรองทังสเตนคาร์ไบด์จากประเทศทั่วโลก**

SANDVIK Annual Report. 2018. **ยอดขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์ ในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม**

SANDVIK Annual Report. 2018. **รายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ทังสเตนคาร์ไบด์จากทั่วโลก**

สิริกานตย์ นิธิศักดิยานนท์ และ จิตรา ณุ้กิจการพานิช. 2560. **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโครงการสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินและอุโมงค์ทางวิ่ง** คณะวิศวกรรมศาตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พรรณทิพย์ แตงอ่อน. 2556**. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลาจำนวน 9 โรงงาน** คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลา

สุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย. 2556. **ทางการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุภัณฑ์พลาสติกประเภทโพลีโพลีนขนาดบรรจุ 22 ออนซ์ ด้วยวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์** คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

อนุสรณ์ บุญปก. 2560. **การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนของกล้วยกรอบแก้ว 160 กรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ตามการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์** วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สุบิน พัฒนาสกุลลอย. 2557. **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม ภายใต้วัฏจักรชีวิติผลิตภัณฑ์ในขอบเขตลักษณะ ธุรกิจ-สู่-ธุรกิจ (Business-to-Business)** คณะบริหารธุรกิจ, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ผศ.ดร.พงศ์เทพ สุวรรณวาร และคณะ. 2556. **การประเมินวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดห่วงโซ่การผลิตน้ำตาลทรายขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย** สาขาวิชาชีววิทยา, สำนักวิชาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นลินี อเนกแสน. 2554. **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัสดุ และกระบวนการในการก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากบ้านพักอาศัยที่สร้างด้วยรูปแบบวิธี และวัสดุที่แตกต่างกัน** สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

นเรศ ใหญ่วงศ์. 2554. **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องด้วยการคัดกรองตัวแปร** สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Sun and Zhang. 2012. **Carbon Footprint Analysis in Metal Cutting Process**

Narita et al. (2008) **Environmental burden analysis for machining operation using LCA method**

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายจิระยุทธ เปี่ยมคุ้ม
วัน เดือน ปีเกิด 1 กันยายน 2529
ภูมิลำเนา 1หมู่2ตำบลบางน้ำจืด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมอุตสาหการ (การผลิต)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (วิทยาเขตพระนครเหนือ)	2554
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	โรงเรียนฐานเทคโนโลยี	2550
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนฐานเทคโนโลยี	2548

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน
ผู้จัดการฝ่ายผลิต
บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด
58/5 หมู่ 9 ซอยไร่ขิง30 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73210

ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ (ถ้ามี)
-

ทุนการศึกษา (ถ้ามี)
-