



รายงานการวิจัย

เรื่อง

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช:

กรณีศึกษา ชุมติวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน

Carbon Footprint of Sukhothai Thammathirat Open University Textbook: A Case Study on
Public Policy and Planning



โดย

ดร.แววบุญ แยมแสงสังข์

รศ.ศุภณี เรียบเลิศหิรัญ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนรัตนโกสินทร์สมโภช 200 ปี

ประจำปี 2558

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ชื่อเรื่อง : คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: กรณีศึกษา ชุติวิชา
นโยบายสาธารณะและการวางแผน

ชื่อผู้วิจัย : ดร.แววบุญ แยมแสงสังข์ และ รศ.ศุภณี เรียบเลิศหิรัญ

ปีที่แล้วเสร็จ : 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชกรณีศึกษาชุติวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ประกอบด้วยเอกสารการสอน เล่ม 1 เอกสารการสอน เล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ และ 2) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ใน กระบวนการผลิตเอกสารการสอนของ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช โดยศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ขอบเขตของระบบประกอบด้วย การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตเอกสารการสอน แต่ไม่รวมการใช้งาน และการ จัดการซากผลิตภัณฑ์ โดยทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ค่า สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใช้จากฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตของ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและ วัสดุแห่งชาติ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์คำนวณโดยการคูณข้อมูลที่ได้จากการผลิตเอกสารการสอนในโรงพิมพ์เข้ากับค่า สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอน เล่ม 2 มีค่า 0.5462 และ 0.5665 KgCO₂eq ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแบบฝึกปฏิบัติมีค่าเท่ากับ 0.1074 KgCO₂eq พบว่าขั้นตอน ก่อนพิมพ์โดยเฉพาะขั้นตอนผลิตแม่พิมพ์ เป็นกระบวนการที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เมื่อเทียบกับ กระบวนการพิมพ์และกระบวนการหลังพิมพ์ 2) แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตเอกสาร การสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช คือเลือกซื้อแม่พิมพ์จากบริษัทที่มีนโยบายในการลดการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ หรือบริษัทที่มีนวัตกรรมในการใช้วัสดุชนิดใหม่ที่ไม่ใช่โลหะ

คำสำคัญ : คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ก๊าซเรือนกระจก เอกสารการสอน อุตสาหกรรมการพิมพ์

Title : Carbon Footprint of Sukhothai Thummathirat Open University Textbook: A Case Study on Public Policy and Planning
Researcher : Dr. Weawboon Yamsaengsung and Assoc. Prof. Supanee Reaberthiran
Year : 2018

Abstract

The objectives of this research were (1) to study the carbon footprint of the production of Sukhothai Thummathirat Open University Textbooks titled *A Case Study on Public Policy and Planning* which included volume 1, volume 2 and an exercise book. And (2) to suggest methods to reduce the carbon footprint of textbook production of Sukhothai Thummathirat Open University. This work studied the data of Carbon dioxide gases released into the atmosphere per 1 unit of product for the period from January through December 2015. The system boundary comprised of materials procurement, materials utilities and textbook production, but does not include product utility and waste management. The primary data was collected and analyzed in the printing house. Emission factor was carbon dioxide equivalent coefficients, reported in the database of Lifecycle Assessment (LCA) of Product Laboratory in Thailand (MTEC). The Carbon footprint calculation was done by multiplying the data obtained from the textbook production in the printing house by the relevant coefficients of carbon dioxide equivalent.

The research findings were as follows. 1) The Carbon footprint of the textbooks volume 1 and volume 2 textbook was 0.5462 and 0.5665 kilograms of carbon dioxide equivalent (KgCO₂eq). The carbon footprint of the exercise book was 0.1074 KgCO₂eq. It was found that the Pre-Printing Process, especially the plate making, discharged greenhouse gases more than the Printing and the Post-printing process. 2) Carbon footprint of the textbooks could be reduced by buying plates from the company that have the low carbon dioxide production policy.

Keyword(s) : Carbon footprint Greenhouse gas Textbook Printing Industry

ข
คำนำ

โครงการวิจัยนี้ ได้ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: กรณีศึกษา ชุติวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ภายใต้กองทุนรัตนโกสินทร์สมโภช 200 ปี โครงการวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช และเสนอแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนดังกล่าว

เนื่องจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นมหาวิทยาลัยเปิด ที่มุ่งพัฒนาคุณภาพของประชาชนทั่วไปด้วยการจัดระบบการสอนทางไกล โดยอาศัยสื่อการสอนในหลายๆ รูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อสิ่งพิมพ์ ที่เป็นสื่อหลักซึ่งมหาวิทยาลัยได้ให้ความสำคัญ โดยทางสำนักพิมพ์ได้ดำเนินการจัดพิมพ์เอกสารการสอน ตำราและสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพสูงโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อการเป็นสำนักพิมพ์ชั้นนำ จนเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นอีกหนึ่งความมุ่งมั่นของสำนักพิมพ์ ในการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง เพื่อผลิตสิ่งพิมพ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสืบไป

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ช่วยให้ผู้ประกอบการสำนักพิมพ์สามารถปรับปรุงการดำเนินงานของตนเองได้อย่างถูกต้อง และยังช่วยให้ผู้อ่านทราบข้อมูลและสามารถเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้

สุดท้ายนี้ คณะผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ครูบาอาจารย์ เพื่อนร่วมงาน ที่ปรึกษาโครงการ พี่น้องที่สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชทุกท่าน ที่ให้ความความช่วยเหลือ ให้ความรู้และให้กำลังใจแก่คณะผู้เขียนตลอดมา ทั้งนี้คณะผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับมหาวิทยาลัยและผู้ที่สนใจต่อไป

หัวหน้าโครงการ กุมาพันธ์ 2561

ค
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ตัวแปรที่ศึกษา	2
กรอบแนวคิดในการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์	3
ประโยชน์ของการวิจัย	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
คาร์บอนฟุตพริ้นท์	5
เทคโนโลยีการพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	58
การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต	58
การทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	50
ศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอน	98
แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตเอกสารการสอน	110
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	111
เอกสารอ้างอิง	115
ภาคผนวก	118
ภาคผนวก 1 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	119
ภาคผนวก 2 ข้อมูลการขนส่งวัสดุและวัสดุช่วยการผลิต	136
ภาคผนวก 3 ข้อมูลการปันส่วนพื้นที่	138
ภาคผนวก 4 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	140

จ
สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	2
ภาพที่ 2.1	ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน	6
ภาพที่ 2.2	ภาพขยายบริเวณภาพที่มีผิวเรียบและบริเวณไร้ภาพที่มีผิวหยาบของแม่พิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี	15
ภาพที่ 2.3	หลักการพิมพ์ออฟเซต	16
ภาพที่ 2.4	ตัวอย่างภาพ ก. ภาพลายเส้น ข. ภาพน้ำหนักสีต่อเนื่อง	19
ภาพที่ 2.5	ตัวอย่างงานวางหน้าปกหนังสือ	20
ภาพที่ 2.6	ตัวอย่างงานวางหน้าเนื้อในหนังสือ	20
ภาพที่ 2.7	ไม้เนียน	25
ภาพที่ 2.8	งานพับแบบมุมฉาก	25
ภาพที่ 2.9	ก. รูปแบบการวางหน้าแบบกลับนอก ข. การพับเป็นยกพิมพ์ที่เรียงเลขหน้าถูกต้อง	26
ภาพที่ 2.10	งานพับแบบขนาน	27
ภาพที่ 2.11	ตัวอย่างรูปแบบการเก็บเล่ม ก. แบบสอด ข. แบบซ้อน	28
ภาพที่ 2.12	ตัวอย่างงานเก็บเล่มแบบซ้อนของยกพิมพ์เอกสารการสอน	29
ภาพที่ 2.13	ตัวอย่างงานเก็บเล่มแบบสอดของยกพิมพ์แบบฝึกปฏิบัติ	30
ภาพที่ 2.14	การทำงานไสสันทากาว	33
ภาพที่ 2.15	ตัวอย่างหนังสือที่ทำเล่มแบบไสสันทากาว	34
ภาพที่ 2.16	การทำงานทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เข็ม	34
ภาพที่ 2.17	ตัวอย่างหนังสือที่ทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เข็ม	35
ภาพที่ 2.18	ตัวอย่างหนังสือปกแข็งที่ปกมีการตกแต่งผิวด้วยการเคลือบเฉพาะจุด	37
ภาพที่ 2.19	ตัวอย่างปกหนังสือที่มีการตกแต่งผิวด้วยการปั๊มฟอยล์ ปั๊มูนูน และเคลือบเฉพาะจุด	39
ภาพที่ 2.20	ส่วนป้อน ส่วนพิมพ์ (มี 4 หน่วยพิมพ์) และส่วนรองรับของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น 4 สี	40
ภาพที่ 2.21	ก. การป้อนกระดาษที่ละแผ่น ข. การป้อนกระดาษแบบซ้อนเหลื่อม	41
ภาพที่ 2.22	โครงสร้างจำลองหน่วยพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นที่ประกอบด้วยแม่พิมพ์	42
ภาพที่ 2.23	ก และ ข ระบบทำขึ้นแบบต่อเนื่อง ค ระบบทำขึ้นแบบทั่วไป	43
ภาพที่ 2.24	รางหมึก	44
ภาพที่ 2.25	ระบบหมึกแบบทั่วไป	45
ภาพที่ 2.26	ระบบหมึกแบบต่อเนื่อง	46
ภาพที่ 2.27	ระบบหมึกและระบบทำขึ้นแบบ Anicolor	47
ภาพที่ 2.28	ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น	48
ภาพที่ 2.29	หน่วยทำแห้งที่อยู่ต่อจากส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น	49
ภาพที่ 2.30	การพิมพ์หนังสือด้วยเครื่องพิมพ์ขนาดตัด 5	50
ภาพที่ 2.31	เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นแบบแนวนอน	51
ภาพที่ 2.32	เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นแบบพิมพ์ 2 ด้าน	52
ภาพที่ 2.33	เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นแบบโมกดพิมพ์รวม	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2.34 เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นแบบแนวนอน ระบบสามโม กระทบสีเดียว 2 สี และ 4 สี	53
ภาพที่ 2.35 คาร์บอนฟูตพรีนท์ของผลิตภัณฑ์กระดาษ A4 ได้ เมื่อใช้วิธีคำนวณที่แตกต่างกัน	55
ภาพที่ 2.36 ค่าคาร์บอนฟูตพรีนท์ของสิ่งพิมพ์ประเภท ถุงช้อปปิ้งในประเทศ ฮองกงจีนและอินเดีย	56
ภาพที่ 2.37 ขอบเขตการศึกษาค่าคาร์บอนฟูตพรีนท์ในการตีพิมพ์บทความวิชาการ	57
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการการศึกษาคาร์บอนฟูตพรีนท์	58
ภาพที่ 3.2 ขอบเขตของการศึกษา	59
ภาพที่ 3.3 ขอบเขตระบบของเอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผนที่ประกอบด้วย เอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ	61
ภาพที่ 3.4 รายละเอียดของขอบเขตระบบของเอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผนที่ ประกอบด้วยเอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ	63
ภาพที่ 4.5 การวางหน้าเนื้อในของ อ.1 และ อ.2	66
ภาพที่ 3.6 การวางหน้าเนื้อในของ บฝ.	67
ภาพที่ 3.7 ชุดเครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP รุ่น HEIDELBERG Suprasetter 106	69
ภาพที่ 3.8 เครื่องพิมพ์พ่นหมึกรุ่น EPSON STYLUS Pro 9900	69
ภาพที่ 3.9 เครื่องตัดใบมีดเดี่ยว รุ่น Perfecta 115TS	70
ภาพที่ 3.10 เครื่องพิมพ์ HH2 (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SM 102-2P)	71
ภาพที่ 3.11 เครื่องพิมพ์ HH3 (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 102-2P)	72
ภาพที่ 3.12 เครื่องพิมพ์ 5H (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 52)	74
ภาพที่ 3.13 งานเก็บเล่มแบบซ้อนของเอกสารการสอน	75
ภาพที่ 3.14 งานเก็บเล่มแบบสอดของแบบฝึกปฏิบัติ	76
ภาพที่ 3.15 เครื่องพับ รุ่น Stahlfolder KH66/4KTL	77
ภาพที่ 3.16 เครื่องไสสันทากาว รุ่น Horizon System Binder SB-09S	78
ภาพที่ 3.17 เครื่องทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด รุ่น Saddle Stitcher Model S-450	79
ภาพที่ 3.18 เครื่องตัด 3 ใบมีด รุ่น Perfecta Circuit-F	80

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 3.1	ข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของเอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ	60
ตารางที่ 3.2	บัญชีรายการข้อมูลการเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อใน	83
ตารางที่ 3.3	บัญชีรายการข้อมูลการวางหน้าเนื้อใน	84
ตารางที่ 3.4	บัญชีรายการข้อมูลการปรับไฟล์อาร์ตเวิร์กเนื้อในที่วางหน้าแล้ว (ปรับหน้าจอ)	84
ตารางที่ 3.5	บัญชีรายการข้อมูลการทำแม่พิมพ์เนื้อใน	85
ตารางที่ 3.6	บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียนขอบกระดาษ 4 ด้าน และการตัดแบ่ง เพื่อใช้ป้อนพิมพ์เนื้อใน	85
ตารางที่ 3.7	บัญชีรายการข้อมูลการตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในเอกสารการสอน แบบผ่า 2 พับ 2	86
ตารางที่ 3.8	บัญชีรายการข้อมูลการพิมพ์เนื้อใน	86
ตารางที่ 3.9	บัญชีรายการข้อมูลการพับ	87
ตารางที่ 3.10	บัญชีรายการข้อมูลการเก็บเล่มแบบซ้อน	87
ตารางที่ 3.11	บัญชีรายการข้อมูลการออกแบบและทำอาร์ตเวิร์กปก	88
ตารางที่ 3.12	บัญชีรายการข้อมูลการทำแม่พิมพ์ปก	88
ตารางที่ 3.13	บัญชีรายการข้อมูลการปรับปก (พิมพ์แผ่นปรับดิจิทัล)	89
ตารางที่ 3.14	บัญชีรายการข้อมูลการตัดกระดาษป้อนพิมพ์ปก	89
ตารางที่ 3.15	บัญชีรายการข้อมูลการพิมพ์ปก	90
ตารางที่ 3.16	บัญชีรายการข้อมูลการเคลือบปก	90
ตารางที่ 3.17	บัญชีรายการข้อมูลการใส่สันทากาว	91
ตารางที่ 3.18	บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียน 3 ด้าน	91
ตารางที่ 3.19	บัญชีรายการข้อมูลการเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปก	92
ตารางที่ 3.20	บัญชีรายการข้อมูลการวางหน้าเนื้อใน	92
ตารางที่ 3.21	บัญชีรายการข้อมูลการปรับไฟล์อาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปกที่วางหน้าแล้ว (ปรับหน้าจอ)	93
ตารางที่ 3.22	บัญชีรายการข้อมูลการทำแม่พิมพ์เนื้อในรวมปก	93
ตารางที่ 3.23	บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียนขอบกระดาษ 4 ด้าน เพื่อป้อนพิมพ์เนื้อในรวมปก	94
ตารางที่ 3.24	บัญชีรายการข้อมูลการตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในแบบฝึกปฏิบัติ แบ่งเป็นแบบผ่า 2 พับ 2 และแบบผ่า 4 พับ 1	94
ตารางที่ 3.25	บัญชีรายการข้อมูลการพิมพ์เนื้อในรวมปก	95
ตารางที่ 3.26	บัญชีรายการข้อมูลการพับ	95
ตารางที่ 3.27	บัญชีรายการข้อมูลการเก็บเล่มแบบสอด	96
ตารางที่ 3.28	บัญชีรายการข้อมูลการทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด	96
ตารางที่ 3.29	บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียน 3 ด้าน	97
ตารางที่ 4.1	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1	100
ตารางที่ 4.2	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เอกสารการสอนเล่ม 2	101
ตารางที่ 4.3	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เอกสารการสอนเล่ม บฝ.	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4.4	รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1	104
ตารางที่ 4.5	รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 2	106
ตารางที่ 4.6	รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม บฝ.	108



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีพของมนุษย์ในหลายรูปแบบ เช่น ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น มีความเสี่ยงที่จะเกิดคลื่นความร้อน ความแห้งแล้ง และน้ำท่วม พื้นที่ชายฝั่งจะเสี่ยงต่อน้ำท่วม การกัดเซาะ และการสูญเสียพื้นที่ในทะเล สัตว์สายพันธุ์ต่างๆ เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์มากขึ้น และเกิดความสูญเสียด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ประเทศที่กำลังพัฒนาของทวีปแอฟริกา เอเชีย และ มหาสมุทรแปซิฟิกจะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค และ ผลผลิตภาคเกษตรที่ต่ำลง และนับวันปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงมากขึ้น การแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนจึงเป็นหน้าที่ของทุกภาคส่วน ทุกระดับที่ต้องร่วมมือกัน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชเป็นมหาวิทยาลัยเปิดที่ใช้ระบบการเรียนการสอนทางไกล ซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนที่ไม่มีชั้นเรียน โดยมีสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาระบบผลิตสิ่งพิมพ์วิชาการรูปแบบต่างๆที่ได้มาตรฐาน มีคุณภาพ สอดรับกับการพัฒนาสื่อการศึกษาทางไกลของมหาวิทยาลัย รวมทั้งการพัฒนาระบบบริหารจัดการ และระบบการผลิตที่ทันสมัยเพื่อเป็นองค์กรชั้นนำทางด้านการศึกษา ในปัจจุบัน เอกสารการสอนยังคงเป็นสิ่งหลักสำหรับการเรียนการสอนในระบบทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช แต่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และผลกระทบของแนวคิดด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทำให้หลายภาคส่วนต้องเริ่มทบทวนนโยบายในการทำงาน เป็นที่น่าสนใจว่าสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้มีนโยบายในการผลิตเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัย โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาอย่างต่อเนื่องในทุกๆระดับ เช่น การใช้หมึกพิมพ์ฐานน้ำมันพืช การใช้เครื่องพิมพ์ที่มีระบบประหยัดพลังงาน รวมถึงการดำเนินที่เป็นระบบ เช่น การทำกิจกรรม 5 ระบบการจัดการของเสีย ระบบการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นการดำเนินการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งการที่จะดำเนินการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ในประเด็นดังกล่าว ควรนำเสนอในรูปแบบที่เป็นสากล ผู้คนรับรู้ได้ง่าย ดังนั้น การศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชจะช่วยแสดงถึงเจตน์จำนงค์อันมุ่งมั่นของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชในการเป็นองค์กรสีเขียว ทั้งในเชิงนโยบาย และในระดับปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน โดยใน

การวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาเอกสารการสอน เล่มที่ 1 เล่มที่ 2 และแบบฝึกปฏิบัติ รวม 3 เล่ม ซึ่งเป็นการผลิตโดยการปรับปรุงเนื้อหาและจัดพิมพ์ใหม่ ในปี พ.ศ. 2558

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน

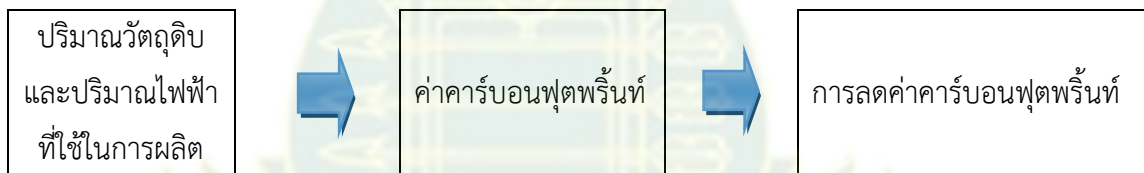
2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตเอกสารการสอนของ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน อาทิ กระดาษ หมึกพิมพ์ แม่พิมพ์ น้ำยาฟาวนเทน กาว ลวดเย็บ และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตเอกสารการสอน เช่น พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ เครื่องไสสันทากาว เป็นต้น

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเรียน ชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน เล่มที่ 1 เล่มที่ 2 และแบบฝึกปฏิบัติ

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยประยุกต์

5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ

เนื่องจากเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชมีจำนวนมาก และมีข้อจำกัดทางด้านงบประมาณและระเบียบวิธีวิจัย ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าในการศึกษา คณะนักวิจัยจึงทำการเลือกแบบเจาะจง โดยศึกษาเอกสารการสอน ชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน เป็นตัวแทนของเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เนื่องจากชุดวิชาดังกล่าวเป็นชุดวิชาในระดับปริญญาตรี ที่นักศึกษาของสาขาวิชาวิทยาการจัดการต้องลงทะเบียนเรียน

อีกทั้งเป็นชุดวิชาที่กำลังดำเนินการกระบวนการผลิตในช่วงเวลาที่ทำกรวิจัย จึงมีความสะดวกในการเก็บข้อมูล ดังรายละเอียดการจัดพิมพ์ดังต่อไปนี้

เอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน รหัสชุดวิชา 33303 ผลิตในปี พ.ศ.2558 จำนวนพิมพ์ 5,000 เล่ม

เอกสารการสอน เล่ม 1 และ เล่ม 2 เป็นหนังสือขนาด 8 หน้ายก (7 ½ x 10 ¼ นิ้ว) ปกหนังสือ พิมพ์ด้วยกระดาษอาร์ตการ์ด 260 แกรม พิมพ์ 4 สี ปกพิมพ์ 1 หน้า เนื้อในพิมพ์สีเดียว (ดำ) พิมพ์ด้วยกระดาษปอนด์ 70 แกรม พิมพ์ 2 ด้าน การทำเล่ม ใช้วิธีไสสันทากาว

แบบฝึกปฏิบัติ เป็นหนังสือขนาด 8 หน้ายก (7 ½ x 10 ¼ นิ้ว) ปกในตัว เนื้อในพิมพ์สีเดียว (ดำ) พิมพ์ด้วยกระดาษปอนด์ 70 แกรม การทำเล่ม ใช้วิธีเย็บมุงหลังคาด้วยลวด

ขอบเขตการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบบ Business-to-Business (B2B) ซึ่งเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึง ณ หน้าโรงงานพร้อมส่งออก หรือเรียกว่า การประเมินแบบ Cradle-to-Gate ณ ที่นี้คือ สำนักบริการการศึกษาพร้อมส่งเอกสารการสอนไปยังบริษัทไปรษณีย์ไทย และนำส่งนักศึกษาต่อไป ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ไม่ครอบคลุมการจัดส่งไปยังนักศึกษาและการกำจัดซาก

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3.1 แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ใช้ในการเก็บข้อมูล ปริมาณการใช้กระดาษ หมึกพิมพ์ แม่พิมพ์ น้ำยาฟาวนเทน น้ำยาเคมีในกระบวนการทำแม่พิมพ์ น้ำยาทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ การใช้พลังงานของเครื่องจักรงานก่อนพิมพ์ เครื่องพิมพ์ ขั้นตอนการทำเล่ม และการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งวัตถุดิบ ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ระดับปริญญาตรี ชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน เล่มที่ 1 เล่มที่ 2 และแบบฝึกปฏิบัติ รวม 3 เล่ม

5.3.2 ฐานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใช้ประกอบการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยเลือกใช้ค่าที่สอดคล้องกับสารต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเอกสารการสอน

5.3.3 ฐานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่อยู่ภายในโปรแกรมซิกมาโปร

6.4 ระยะเวลาในการวิจัย กันยายน 2558 ถึง กันยายน 2559

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 ขอบเขตของระบบ (system boundary) หมายถึง ขอบเขตของกระบวนการที่อยู่ภายใต้ระบบของผลิตภัณฑ์ ที่จะทำการพิจารณา

6.2 ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (product category rules: PCRs) หมายถึง กฎเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่ถูกกำหนดขึ้นตามแนวทางการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 (Type III environmental declarations) และมีความเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์

6.3 ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (carbon dioxide equivalent, CO₂ eq)

หมายถึง หน่วยแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

6.4 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (global warming potential: GWP)

หมายถึง ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

6.5 หน่วยการทำงาน (functional unit) หมายถึง หน่วยผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้กำหนดขอบเขต

การจัดเก็บข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ สำหรับงานวิจัยนี้มีหน่วยการทำงานต่อการผลิตเอกสารการสอน จำนวน 1 เล่ม

6.6 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์

แต่ละหน่วยการทำงาน ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิต การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

6.7 ชุดเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช หมายถึง สื่อสิ่งพิมพ์ใน

รูปแบบหนังสือที่ใช้ในการเรียนการสอนในระบบการศึกษาทางไกลในระดับปริญญาตรีที่ประกอบด้วยเอกสารการสอน เล่ม 1 และ เล่ม 2 แบบฝึกปฏิบัติ 1 เล่ม

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 นักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชและผู้ใช้เอกสารการสอนได้รับทราบข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเอกสารการสอน ช่วยกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

7.2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชและสำนักพิมพ์อื่นๆ สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มาเป็นแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ได้

7.3 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชได้แสดงความรับผิดชอบต่อสังคมและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่องค์กรในด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: กรณีศึกษา ชุมชน วิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมวรรณกรรมต่างที่เกี่ยวข้อง ครอบคลุม (1) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (2) เทคโนโลยีกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ (3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์

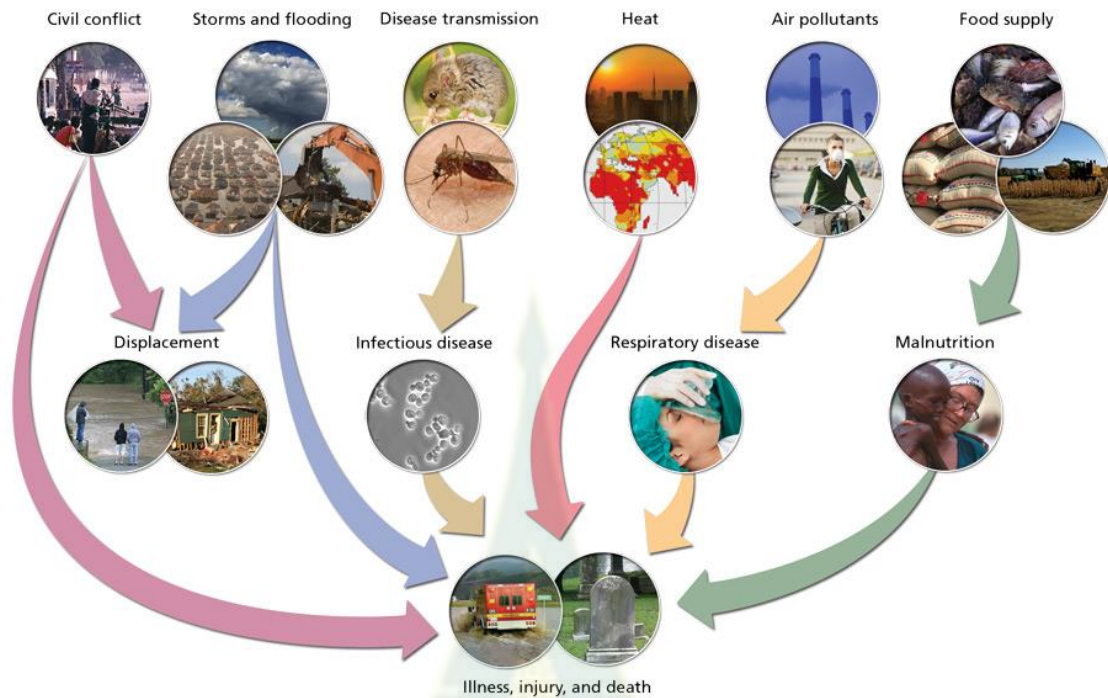
การรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ครอบคลุม (1) ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (2) ความสำคัญของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (3) ข้อดีข้อจำกัดและการใช้ประโยชน์จากประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (4) แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 2558)

1.2 ความสำคัญของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ในปัจจุบันสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายไม่ว่าจะเป็น ปัญหาสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงเนื่องจากโลกร้อนขึ้น ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ ที่ร่อยหรอเนื่องจากการบริโภคทรัพยากร ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ปัญหาการลดลงของปริมาณโอโซนในชั้นบรรยากาศ และปัญหาขยะล้นเมืองและสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้เองที่เป็นตัวผลักดันให้ทุกภาคส่วน หันมาสนใจปัญหาสิ่งแวดล้อม อย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน (หาญพล พึ่งรัศมี 2555)



ภาพที่ 2.1 ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

ที่มา: <https://www.climatecommunication.org/affects/human-health/> ค้นคืนเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2559

ความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถสรุปได้ 3 ประเด็น ดังนี้

1) ความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม กล่าวคือเมื่อภาคอุตสาหกรรมสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ไปใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิต จะช่วยให้ เกิดการลดต้นทุนและเพิ่มกำไร ในการผลิต เนื่องจากข้อมูลที่ได้ช่วยในการตัดสินใจลดการใช้วัตถุดิบ วัสดุหีบห่อ และพลังงาน ที่ไม่จำเป็นและ ก่อมลพิษสูงได้ โดยที่ไม่กระทบต่อคุณภาพการผลิตสินค้า

2) ความสำคัญต่อมนุษย์ คือ ผู้บริโภคสามารถนำข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มาประกอบการดำเนินชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งการเลือกซื้อสินค้าบริการและรูปแบบการใช้ชีวิตที่ส่งผล กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดได้

3) ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมอันเป็นแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน กล่าวคือ เมื่อ ภาคอุตสาหกรรมนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไปใช้ ช่วยให้ใช้เกิดการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างคุ้มค่า เกิดของเสียน้อยลง ช่วยแก้ปัญหาขยะและสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม และช่วยบรรเทา ปัญหาภาวะโลกร้อนในที่สุด

สรุปได้ว่า การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มีความสำคัญ คือ ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำข้อมูล ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิต ผู้บริโภคสามารถนำข้อมูลประกอบการดำเนินชีวิตที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อมและส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมอันเป็นแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน

1.3 ข้อดีและการใช้ประโยชน์จากประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

1.3.1 ข้อดีของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบว่าช่วงชีวิตใดของผลิตภัณฑ์ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง และทำให้ทราบถึงประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในกระบวนการผลิตนั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและกระบวนการ พัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบตรงประเด็น ดังนั้นการประเมินประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จึงเป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง

โดยทั่วไปข้อดีของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถแบ่งเป็น 5 ประการคือ

1) ช่วยให้เห็นภาพรวมของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมได้อย่างชัดเจน เป็นขั้นตอน และเป็นรูปธรรม

2) สามารถบ่งชี้ขั้นตอนหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างละเอียด และทราบแหล่งที่มาของผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่แท้จริงได้ ดังนั้นผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมได้ กล่าวคือ ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยได้ โดยแก้ปัญหาขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ซึ่งนำไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม หรือการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั่นเอง (Eco design product)

3) สามารถคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อมออกมาในข้อมูลเชิงปริมาณต่อหน่วยหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นทำให้สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์สองอย่าง ที่ทำหน้าที่เหมือนกันได้ และยังสามารถใช้ในการเปรียบเทียบทางเลือกในการจัดการสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

4) ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อมูลจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบว่ากิจกรรมใดก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยผู้ประกอบการจะทราบข้อมูลดังกล่าวอย่างละเอียด ครบทุกขั้นตอนเพื่อช่วยในการตัดสินใจ พัฒนาในจุดที่เกิดปัญหาได้อย่างตรงจุด ซึ่งเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต ทั้งในแง่ของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การบรรจุภัณฑ์ วัสดุบรรจุภัณฑ์ ยกตัวอย่างกรณี วัตถุดิบ ผู้ผลิตสามารถเลือกใช้วัตถุดิบที่มาจากโรงงานที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมน้อยได้ และนำไปสู่การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวม อันจะนำไปสู่การเชื่อมโยงเทคโนโลยี ในลักษณะของเทคโนโลยีสะอาดหรือ สายโซ่อุปทานสีเขียว และนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

5) ใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมต่อไป เนื่องจากการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิต และข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในการระบุขั้นตอนที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในวงจรชีวิตของวัสดุนั้นๆ จากนั้นจึง

ดำเนินการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จะทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ในการนำมาพัฒนาจนได้ผลิตภัณฑ์ที่ดียิ่งๆ ขึ้นไป (หาญพล พึ่งรัศมี 2555)

1.3.2 การใช้ประโยชน์จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

หลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ สามารถนำไปใช้กับกิจกรรมต่างๆ โดยอาจจำแนกรูปแบบการใช้งานใน 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม/บริษัทเอกชน ภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรมและองค์กรเอกชน องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร (NGOs) และผู้บริโภค ดังนี้

1) ภาครัฐสามารถนำหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์มาเป็นเกณฑ์ในการจัดทำข้อกำหนดของฉลากสิ่งแวดล้อม นำมาการพัฒนาและจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 นำมาใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อสนับสนุนเงินทุน หรือการจัดทำโครงสร้างภาษีอากร และพัฒนานโยบายในภาพรวมของภาครัฐได้

2) ภาคอุตสาหกรรมและภาคเอกชน สามารถนำหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สื่อสารให้ทราบถึงข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ช่วยในการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ สามารถใช้ต่อรองกับผู้จัดหาวัตถุดิบ ให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ใช้พัฒนากลยุทธ์ด้านการตลาด กลยุทธ์ด้านธุรกิจ และแผนการลงทุนได้ สามารถนำมาพัฒนากลยุทธ์ด้านนโยบาย และใช้ในการจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 ได้

3) องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร สามารถนำหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ มาเผยแพร่ต่อผู้บริโภค เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการประชุม/สัมมนาในเวทีสาธารณะ ใช้ข้อมูลเพื่อกดดันภาคเอกชนและรัฐบาลในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมได้

4) ผู้บริโภค สามารถนำหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ได้

สรุปได้ว่า การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีข้อดี คือ ช่วยให้เห็นภาพรวมของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดในอุตสาหกรรม สามารถคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อมออกมาในข้อมูลเชิงปริมาณได้ ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการบริหารจัดการทรัพยากร และใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ข้อจำกัดของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ การเก็บข้อมูลทำได้ยากและใช้เวลานาน มีความคลาดเคลื่อนสูง การจัดทำข้อมูลบัญชีรายการวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory: LCI) ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานเป็นหลัก และการศึกษาผลกระทบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในเวลาที่แตกต่างกันอาจได้ผลไม่เหมือนกัน ประโยชน์ของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มีประโยชน์ทั้งต่อภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรมและภาคเอกชน ผู้บริโภค จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่าการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เป็นแนวคิดที่ดีมีประโยชน์ และสามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

1.4 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment: LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดเศษซากหลังการใช้งาน ซึ่งบริษัทผู้ผลิตสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (cradle to grave) หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิตในโรงงาน (cradle to gate) ได้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สามารถใช้บ่งชี้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เฉพาะประเด็นด้านการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่านั้น ไม่ได้นำผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่นๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ การเกิดฝนกรด ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Eutrophication) ความเป็นพิษ (Toxicity) มาประเมินร่วมด้วย (คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์, 2558)

1.4.1 รูปแบบการประเมิน

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สามารถดำเนินการด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- 1) แบบ cradle-to-grave (business-to-consumer: B2C) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบการผลิต การขนส่งและกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์
- 2) แบบ cradle-to-gate (business-to-business: B2B) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิต จนถึง ณ หน้าโรงงานพร้อมส่งออก หรือจนถึงที่เป็นสาขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตรายต่อไป ตามที่กำหนดใน PCRs ของแต่ละผลิตภัณฑ์

1.4.2 แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกและหน่วยวัด

ก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC_s) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆)

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (global warming potential: GWP) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือศักยภาพในการทำให้โลกร้อน ประเมินได้จากการวัดหรือคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริง และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปีของ IPCC (GWP100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่าก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัมมีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น

แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก จะพิจารณาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้ การผลิตวัตถุดิบที่ใช้ทุกประเภท การผลิตพลังงานที่ใช้ทุกประเภท กระบวนการเผาไหม้ ปฏิกิริยาเคมี การสูญเสีย น้ำยาทำความสะอาดและการรั่วไหลของก๊าซ การปฏิบัติงาน การขนส่งทุกประเภทที่เกี่ยวข้อง ของเสียและการจัดการของเสีย

1.4.3 กรอบแนวคิดการคำนวณ (Methodological Framework)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (2) การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (3) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และ (4) การแปลผล

โดยการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ต้องวิเคราะห์ตามขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการจัดการซากหลังจากการใช้งาน

หมายเหตุ: หลักการและวิธีการของ LCA ได้มีการกำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 14040 และ 14044

(1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

ต้องกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการนำไปประยุกต์ใช้

1) เป้าหมาย กำหนดเป้าหมายการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการศึกษาไปใช้ เช่น การศึกษาผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวเพื่อเปรียบเทียบการลดก๊าซเรือนกระจกในช่วงเวลาต่างๆ เป็นต้น การประเมินขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อใช้สื่อสารกับผู้บริโภค หรือเพื่อประโยชน์อื่นๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล

2) ขอบเขตการศึกษา มีที่ต้องกำหนดดังต่อไปนี้ คือ (1) หน่วยการทำงาน (2) ระบบผลิตภัณฑ์ (3) ขอบเขตของระบบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1) หน่วยการทำงาน (Functional unit) ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต้องระบุหน่วยการทำงานและหน้าที่ของระบบผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา โดยการกำหนดหน้าที่และหน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO 14040 และ ISO 14044 และต้องมีการระบุเอกสารอ้างอิงด้วย ซึ่งผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ต่อหน่วยการทำงาน

2.2) ระบบผลิตภัณฑ์ (Product system) ต้องประกอบด้วยทุกขั้นตอนที่มีอยู่ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน ในกรณีที่ไม่สามารถศึกษาตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือเป็นการดำเนินงาน

ในลักษณะ cradle-to-gate ต้องมีการระบุขอบเขตไว้อย่างชัดเจนเพื่อเอื้อประโยชน์ให้กับองค์กรหรือผู้ผลิตที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้ต่อ

2.3) ขอบเขตของระบบ (System boundary) ต้องแสดงขอบเขตการศึกษา ระบบผลิตภัณฑ์กระบวนการย่อย และสารขาเข้าและสารขาออกที่เกี่ยวข้อง โดยต้องกำหนดว่ากระบวนการย่อยใดบ้างที่ต้องทำการประเมินอย่างละเอียดเนื่องจากมีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ และกระบวนการย่อยใดที่สามารถใช้การประมาณการได้เนื่องจากไม่ได้มีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งกำหนดว่ากระบวนการย่อยใดที่ไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา

นอกจากนี้ในการศึกษาต้องคำนึงถึงแนวทางเกี่ยวกับ ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล วิธีการปันส่วน การเลือกค่าต่างๆ สำหรับนำมาใช้คำนวณ ข้อจำกัดของการศึกษา โดยดำเนินการตามแนวทางดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบ กิจกรรมที่ไม่ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่างๆ และ/หรือ สำหรับการเตรียมกระบวนการ (เช่น การเก็บผลไม้ด้วยมือ) การเดินทางไป-กลับของลูกค้า ณ จุดขายปลีก สินค้าทุน สำนักงาน การวิจัยและพัฒนา การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพ การเดินทางของพนักงานทั้งไปและกลับจากที่ทำงาน การบริการขนส่งโดยใช้สัตว์

สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญและค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องคำนวณเฉพาะวัตถุดิบ สารขาเข้าและพลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยคิดทุกช่วงวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษา ทั้งนี้สามารถพิจารณาตัดรายการที่สัดส่วนค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไม่เกินร้อยละ 5 ของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม โดยหลังการตัดออกต้องเพิ่มสัดส่วนร้อยละของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมให้เท่ากับ 100

กรณีที่ไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกบางชนิด ให้พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภท คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออกที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาคำนวณแทน สำหรับวัตถุดิบหรือสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหรือหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้คำนวณได้ให้นำค่าการปล่อยก๊าซสูงสุด ของวัสดุหรือสารขาออก ในรายการข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในกลุ่มเดียวกันแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตนั้นๆ มาคำนวณแทน

ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล ข้อกำหนดด้านคุณภาพข้อมูล ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

เวลา: หมายถึง อายุของข้อมูล และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้งปี

ภูมิศาสตร์: หมายถึง พื้นที่เชิงภูมิศาสตร์ของแหล่งที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการศึกษา

เทคโนโลยี: หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ผลิตข้อมูลที่ศึกษาอาจเป็นเทคโนโลยีเฉพาะทาง หรือมีการใช้เทคโนโลยีหลายชนิด

ความเที่ยง: หมายถึง การให้ความสำคัญกับความแปรปรวนทางสถิติของฐานข้อมูลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฐานข้อมูล (ถ้ามี)

ความครบถ้วน: หมายถึง การดูความสมบูรณ์ของสารขาเข้า และขาออกของกระบวนการผลิต และแปลงตีค่าออกมาเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจะสามารถได้มาจากการวัดจริง หรือจากการประมาณค่า

ความเป็นตัวแทนของข้อมูล: หมายถึง พิจารณาจาก เวลาภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีว่าฐานข้อมูลแสดงถึงลักษณะที่แท้จริงของข้อมูลหรือไม่

ความสม่ำเสมอ: หมายถึง การประเมินเชิงคุณภาพ โดยพิจารณาจากการได้มาซึ่งฐานข้อมูลว่าสอดคล้องกัน ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลการล้อมผ้าระหว่างสี่เข็ม และสี่อ่อน ขอบเขตการทำงาน และข้อบังคับของการเก็บข้อมูลเหมือนกันหรือไม่

ความสามารถในการทำซ้ำ: ในกรณีที่บุคคลอื่นมีความประสงค์ที่จะทำการวัดซ้ำ ด้วยวิธีการเดิม ค่าที่ได้ออกมาควรจะสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่

แหล่งที่มาของข้อมูล: คือ สามารถอธิบายที่มาและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ

ความไม่แน่นอนของข้อมูล: หมายถึง การพิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ฐานข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เช่น การปันส่วน (allocation) การตัดออก (cut-off rule) สมมติฐาน (assumption)

วิธีการปันส่วน กรณีการปันส่วนของเสีย (Waste Allocation) ให้ใช้แนวทางดังนี้

1) กรณีเป็นวัสดุช่วยผลิต เช่น น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว น้ำมันใช้ทอด ของเสียเหล่านี้แม้จำหน่ายได้แต่ไม่จัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์จึงไม่ต้องปันส่วน

2) กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิหรือตกเกรด หรือไม่ได้คุณภาพตามความต้องการ เช่น กระดาษพิมพ์เสียหากยังคงหน้าที่เดิมและมีการจำหน่ายออก จัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในระบบของผลิตภัณฑ์ให้ทำการปันส่วน

3) กรณีเป็นของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต หากมีการจำหน่ายแต่ไม่มีข้อมูลการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ เช่น ปกหนังสือที่ฉีกขาด ไม่ต้องทำการปันส่วน กรณีเป็นของเสียที่เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อื่น หรือมีการจำหน่ายออกและมีข้อมูลการนำไปใช้ประโยชน์ต่อให้ทำการปันส่วน

การเลือกค่าต่างๆ สำหรับนำมาใช้คำนวณ การเลือกใช้ข้อมูลในการประเมิน การจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิสำหรับนำมาใช้ประเมิน ให้รวบรวมข้อมูลโดยตรงจากทุกระบวนการย่อยในระบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในการควบคุมขององค์กร ตัวอย่างเช่น ปริมาณการใช้พลังงานการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง เป็นต้น ในกรณีของก๊าซเรือนกระจกที่มีแหล่งปล่อยจากกระบวนการผลิต ช่วงต้นน้ำ ไม่

สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตได้จึงสามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมและกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงขององค์กร ให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยเรียงลำดับดังนี้

- 1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- 2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (peer-reviewed publications)
- 3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software, ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม, ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- 4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

ข้อจำกัดของการศึกษา โดยทั่วไปข้อจำกัดของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถแบ่งเป็น 4 ประการ คือ การเก็บข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทำได้ยากและใช้เวลานาน ข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มีความคลาดเคลื่อนสูง การจัดทำข้อมูลขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานเป็นหลัก และการศึกษาผลกระทบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในเวลาที่แตกต่างกันอาจได้ผลไม่เหมือนกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเก็บข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทำได้ยากและใช้เวลานานเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น ข้อมูลที่ตีพิมพ์ในวารสารที่มีความน่าเชื่อถือ ข้อมูลที่รวบรวมโดยหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือ เป็นต้น และบางครั้งยังมีความไม่สอดคล้องของข้อมูลทำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานได้โดยตรงอีกด้วย

2) ข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มีความคลาดเคลื่อนสูงเพราะข้อมูลมาจากหลายแหล่งซึ่งมีเป้าหมายการศึกษาไม่ตรงกัน แต่ละแหล่งข้อมูลอาจมีการกำหนดสมมติฐานที่แตกต่างกัน หรืออาจมีข้อมูลไม่ตรงกับข้อมูลจริง ดังนั้น ทำให้เมื่อมาคำนวณจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย หรือเมื่อนำมาทำสมดุลมวลสารและสมดุลพลังงานอาจได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

3) การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต้องใช้ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ซึ่งบัญชีรายการวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory: LCI) หรือ บัญชีรายการ หรือ Inventory คือ บัญชีรายการสารและพลังงานที่เข้าและออกจากระบบ (หรือกระบวนการ) ที่ทำการศึกษา

การจัดทำข้อมูล LCI ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานเป็นหลัก โดย LCI เป็นฐานข้อมูลพื้นฐานของประเทศสำหรับเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์อื่นที่ใช้เทคโนโลยีต่างกัน ดังนั้นผู้ที่ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จึงต้องให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ในการศึกษาให้มาก เพื่อมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้ข้อมูล LCI ได้

4) การศึกษาผลกระทบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในเวลาที่แตกต่างกันอาจได้ผลไม่เหมือนกัน เช่น เมื่อเวลาผ่านไปและมาศึกษาอีกครั้งหนึ่งอาจให้ผลการทดลองไม่เหมือนกันหรือขัดแย้งกันได้ เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไป วิธีการผลิตวัสดุใดๆ ย่อมเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้ง วัตถุดิบ กระบวนการผลิต กระบวนการขนส่ง และ

กระบวนการจัดการซาก แม้ว่าจะเป็นการผลิตในโรงงานเดิมก็ตาม เนื่องจากการพัฒนาของเทคโนโลยีในด้านต่างๆเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

(2) การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม การจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องภายในขอบเขตและเป้าหมายของการศึกษา โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมควรครอบคลุมถึงรายละเอียดของกระบวนการผลิตและผังการไหล (Flow chart) ของกระบวนการผลิต และปริมาณสารขาเข้า-สารขาออกของระบบทั้งหมด

(3) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ในการคำนวณหาค่าการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ควรใช้วิธีการดังนี้

1) ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยคุณเข้ากับ emission factor ของประเภทวัสดุ พลังงานหรือกระบวนการนั้น ๆ และบันทึกในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

2) แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการนำไปคูณกับค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

3) ผลกระทบของการเก็บกักก๊าซของผลิตภัณฑ์ ต้องแสดงในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 4) ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดต้องอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย

(4) การแสดงผล

การแสดงผลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์ควรแสดงด้วยตัวเลข 3 ตัว เช่น 3.15 กิโลกรัม 152 กรัม เป็นต้น ทั้งนี้ให้มีช่องระหว่างตัวเลขและหน่วย 1 ตัวอักษร ในกรณีที่มีตัวเลขทศนิยม การปัดเศษตัวเลขดังกล่าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 929-2533 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีค่าน้อยกว่า 1 กิโลกรัม ให้ระบุหน่วยเป็นกรัม สำหรับการประเมินแบบ Cradle-to-gate ไม่ใช้แสดงผลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่สามารถแสดงไว้ในแหล่งอื่นๆ

สรุปได้ว่า แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ใช้วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment: LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดเศษซากหลังการใช้งาน

2. เทคโนโลยีกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์

หัวข้อนี้เป็นการรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ โดยงานในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ งานก่อนพิมพ์ (prepress) งานพิมพ์ (press) และงานหลังพิมพ์ (postpress) ตามลำดับ

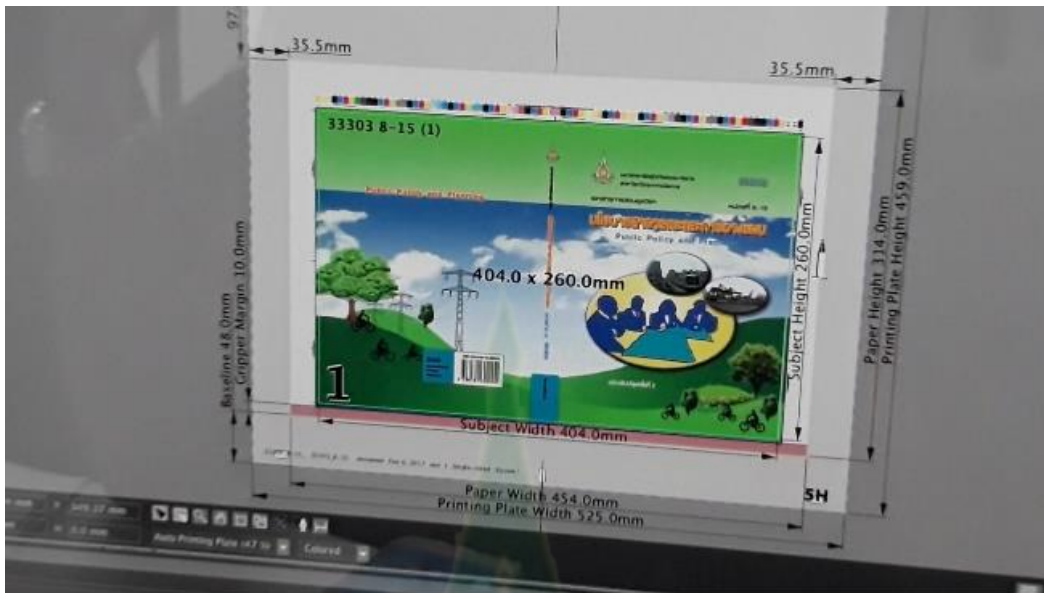
2.1 งานก่อนพิมพ์ เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการนำตัวอักษรและภาพประกอบซึ่งเป็นองค์ประกอบของหน้างานพิมพ์มาจัดวางตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในการออกแบบ แล้วนำไปจัดวางหน้าเพื่อทำแม่พิมพ์สำหรับเครื่องพิมพ์ที่ใช้แรงกดในการผลิตสิ่งพิมพ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบการพิมพ์ว่าจะใช้ระบบการพิมพ์พื้นนูน ระบบการพิมพ์พื้นราบ ระบบการพิมพ์พื้นลึก หรือระบบการพิมพ์พื้นฉลุสายผ้า หรือพร้อมที่จะพิมพ์ออกโดยตรงทางเครื่องพิมพ์ดิจิทัลในระบบการพิมพ์ไร้แรงกด โดยไม่ต้องทำแม่พิมพ์ กระบวนการก่อนพิมพ์ ประกอบด้วยงานหลักต่อไปนี้

2.1.1 งานเรียงพิมพ์ เป็นการพิมพ์เนื้อหาส่วนที่เป็นข้อความหรือตัวอักษรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยการเรียงตัวพิมพ์ตามรูปแบบ ขนาด ระยะบรรทัด และความกว้างคอลัมน์ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดรวมทั้งเรียงพิมพ์ตัวสะกดการันต์และเนื้อหาให้ถูกต้องครบถ้วนตามที่ผู้เขียนเนื้อหาความกำหนดมา

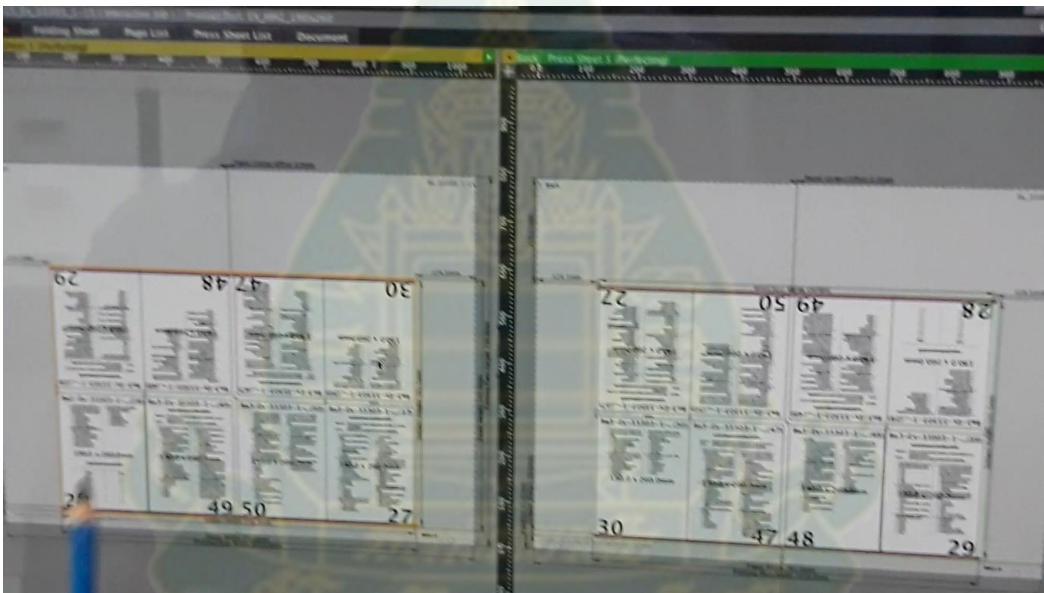
2.1.2 งานจัดหน้าอาร์ตเวิร์ก เป็นงานจัดวางองค์ประกอบหน้างานพิมพ์ ได้แก่ ไฟล์เนื้อหาความที่เรียงพิมพ์แล้วร่วมกับภาพประกอบที่จัดการให้ถูกต้องแล้วมาจัดวางลงในหน้างานพิมพ์แต่ละหน้า เรียกว่า การจัดหน้าอาร์ตเวิร์ก เพื่อให้ได้อาร์ตเวิร์กตามแบบที่ผู้ออกแบบระบุ พร้อมจะส่งเป็นไฟล์ไปจัดวางหน้าเพื่อทำแม่พิมพ์

2.1.3 งานพิสูจน์อักษร เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของอาร์ตเวิร์กเกี่ยวกับการเรียงพิมพ์ ภาพประกอบและงานจัดวางองค์ประกอบหน้างานพิมพ์ให้ถูกต้องตามต้นฉบับและตามออกแบบไว้

2.1.4 งานวางหน้า เป็นการนำหน้าอาร์ตเวิร์กแต่ละหน้ามาจัดเรียงหรือประกอบกันเพื่อนำไปจัดทำแม่พิมพ์ ในงานพิมพ์หนังสือ ลักษณะของการจัดทำรูปเล่มและขนาดของเครื่องพิมพ์ที่จะใช้พิมพ์จะเป็นสิ่งที่กำหนดว่าการจัดวางหน้างานของหนังสือบนแม่พิมพ์จะต้องวางในลักษณะใด ในงานพิมพ์ฉลากหรือบรรจุภัณฑ์เป็นการวางแบบชิ้นงานเรียงต่อซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้จำนวนชิ้นงานมากที่สุดบนแม่พิมพ์ในการพิมพ์แต่ละครั้ง โดยไม่เกิดปัญหาที่งานหลังพิมพ์



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างงานวางหน้าปกหนังสือ



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างงานวางหน้าเนื้อในหนังสือ

2.1.5 งานทำแม่พิมพ์ เป็นการนำไฟล์ที่จัดวางหน้าเรียบร้อยแล้ว ไปจัดทำแม่พิมพ์ตามระบบการพิมพ์ที่จะใช้พิมพ์งานชิ้นนั้น ๆ แม่พิมพ์เป็นต้นแบบที่ใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์ออกมาให้ได้เนื้อความและภาพที่ปรากฏบนงานพิมพ์ที่เหมือนกันและมีขนาดชิ้นงานพิมพ์ที่เท่ากันทุกชิ้น การผลิตสิ่งพิมพ์ที่ต้องการชิ้นงานจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบที่ใช้แม่พิมพ์ ภายใต้การควบคุมที่ถูกต้อง แม่พิมพ์ที่ดัดย้อมนำไปสู่งานพิมพ์ที่มีคุณภาพดีด้วยเช่นกัน งานจัดทำแม่พิมพ์จึงเป็นขั้นตอนที่ต้องได้รับการใส่ใจและควบคุมเป็นพิเศษ

2.1.6 งานปรีฟลี ในกรณีที่เป็งานพิมพ์หลายสี จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของสีต่าง ๆ ในงานที่พิมพ์ออกมาก่อนที่จะพิมพ์จริง เพื่อให้ตรงตามข้อตกลงที่ระบุไว้ในขั้นตอนการออกแบบ หากผิดพลาดจะได้แก้ไขให้ถูกต้องก่อนจะพิมพ์งานทั้งหมดออกมาตามจำนวนพิมพ์ที่กำหนดไว้

2.2 งานพิมพ์ เป็นขั้นตอนการทำให้เนื้อความและภาพประกอบที่เรียกรวมกันว่า “ภาพ (image)” ปรากฏบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยการนำแม่พิมพ์ไปติดตั้งบนเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์ภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ให้ได้ชิ้นงานพิมพ์เป็นแผ่นหรือม้วนตามแบบและจำนวนพิมพ์ที่กำหนด กระบวนการพิมพ์ของทุกระบบการพิมพ์ ประกอบด้วยการทำงานพื้นฐานที่เหมือนกัน 3 งาน คือ งานเตรียมพร้อมพิมพ์ (make ready) งานปฏิบัติการพิมพ์และควบคุมคุณภาพการพิมพ์ และงานทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ (ศุภณี เรียบเลิศศิริณู 2557 และ อีระปิยคุณากร 2548)

2.2.1 งานเตรียมพร้อมพิมพ์ เป็นการตรวจข้อกำหนดต่างๆ ของงานตามใบสั่งพิมพ์แต่ละงาน อาทิ ชนิดและปริมาณวัสดุทางการพิมพ์ ขนาดสิ่งพิมพ์สำเร็จ จำนวนพิมพ์ ตลอดจนสิ่งที่เป็นอื่น ๆ ที่ต้องใช้ในการพิมพ์งาน รวมถึงการปรับตั้งเครื่องพิมพ์และทดลองพิมพ์งานได้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพ เพื่อเตรียมการให้พร้อมก่อนที่จะพิมพ์งานจริง ขั้นตอนการทำงานเตรียมพร้อมพิมพ์มีดังนี้

1) การเตรียมวัสดุทางการพิมพ์ทั้งชนิดและปริมาณให้ถูกต้อง อาทิ จัดวางแม่พิมพ์ที่บริเวณพื้นที่พิมพ์ตามขนาดและจำนวนที่ระบุในใบสั่งพิมพ์ การเตรียมวัสดุใช้พิมพ์ให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดงานพิมพ์สำเร็จและมีปริมาณเพียงพอ (รวมเผื่อเสีย) ที่จะใช้พิมพ์งานตามความต้องการ ถ้าเป็นกระดาษ การตัดกระดาษป้อนพิมพ์ต้องคำนึงถึงขนาดและแนวกรน (แนวเส้นใยกระดาษ) ที่ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามทิศทางทางการป้อนพิมพ์ การเตรียมหมึกพิมพ์ทั้งสีและปริมาณให้เหมาะสมกับจำนวนพิมพ์และพื้นที่พิมพ์ของแต่ละสีบนวัสดุใช้พิมพ์ การเตรียมติดตั้งผ้ายางและการผสมน้ำยาฟาว์นเทน ในกรณีที่พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ออฟเซต ลิโทกราฟี เมื่อเตรียมวัสดุทางการพิมพ์ให้พร้อมแล้ว ให้ลำเลียงเข้าสู่พื้นที่พิมพ์งาน

2) การเตรียมเครื่องพิมพ์ มีขั้นตอนปลีกย่อยแตกต่างกันไปตามระบบการพิมพ์ โดยรวมแล้วจะเป็นตรวจสอบและการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะพิมพ์งาน โดยใช้เวลาน้อยที่สุด และสูญเสียวัสดุในการทดลองพิมพ์น้อยที่สุด ตัวอย่างการเตรียมเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น เช่น

(1) การใส่หรือวางวัสดุที่จะใช้พิมพ์ อาทิ ตั้งกระดาษ หมึกพิมพ์ น้ำยาฟาว์นเทนที่ส่วนป้อนของเครื่องพิมพ์ การปรับตั้งการป้อนกระดาษเข้าส่วนพิมพ์ ให้ป้อนกระดาษทุกแผ่นเข้าฉากหน้าของเครื่องพิมพ์ในจังหวะที่สม่ำเสมอเหมือนกันทุกแผ่น การป้อนกระดาษเข้าพิมพ์ให้ป้อนกระดาษในทิศทางขวางเครื่องหรือขวางเกรนของกระดาษ เพราะเมื่อใดที่กระดาษยึด ก็สามารถขดเคยการยึดของกระดาษด้วยการเพิ่มหรือลดขนาดของเส้นรอบวงของโม้ผ้ายางหรือโม้แม่พิมพ์ได้ การตรวจสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ กระดาษ และน้ำยาฟาว์นเทน

(2) การติดตั้งแม่พิมพ์ ฝ่าย่าง การปรับตั้งแรงกดต่าง ๆ ที่ส่วนพิมพ์ รวมทั้งการตรวจสอบระบบทำขึ้นและระบบหมึกเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนตรวจสอบที่สำคัญ เช่น การปรับตั้งแรงกดของลูกกลิ้งหมึก ลูกกลิ้งน้ำ โมแม่พิมพ์ โมฝ่าย่าง และโมกดพิมพ์ การตรวจสอบการจ่ายน้ำยาฟาว์นเทนและหมึกพิมพ์บนแม่พิมพ์เพื่อปรับและรักษาสมดุลของน้ำกับหมึกพิมพ์ การปรับปริมาณหมึกพิมพ์ให้สีงานพิมพ์ได้คุณภาพตามที่ต้องการ การปรับตำแหน่งภาพที่พิมพ์ได้ และการตรวจสอบความตั้งของฝ่าย่าง เป็นต้น

(3) การปรับตั้งการรับชิ้นงานพิมพ์ที่ส่วนรับ การปรับตั้งการรองรับแผ่นพิมพ์ ให้ส่วนรับมีการตบแผ่นพิมพ์ให้เรียงกันเป็นตั้งอย่างมีระเบียบ และการตรวจสอบหน่วยพ่นแบ่ง ให้พ่นแบ่งแล้ว ป้องกันไม่ให้เกิดการซับหลังหรือเลอะหลังบนแผ่นกระดาษด้านที่ยังไม่พิมพ์

(4) การทดลองพิมพ์เพื่อตรวจสอบและควบคุมคุณภาพในเบื้องต้นก่อนพิมพ์จริง เมื่อเริ่มเปิดเครื่องและทดลองเดินเครื่องพิมพ์ในระดับรอบความเร็วต่ำ ให้สังเกตว่ามีเสียงหรือมีอะไรผิดปกติหรือไม่ จึงเริ่มป้อนวัสดุใช้พิมพ์ ทดลองพิมพ์ และตรวจสอบคุณภาพสิ่งพิมพ์ ในระหว่างทดลองพิมพ์ ช่วงพิมพ์ต้องตั้งแผ่นพิมพ์ออกมาตรวจสอบ อาทิ ตรวจสอบคุณภาพสีของงานพิมพ์ว่าตำแหน่งเครื่องหมายกันเหลืองเสมอกันทุกแผ่น การควบคุมการจ่ายหมึกพิมพ์และเทียบสีกับตัวอย่างสีและแผ่นปฐพีสีที่ลูกค้าต้องการดูก่อนจนกว่าจะแน่ใจ แล้วค่อยพิมพ์จริงๆ หากยังไม่ได้คุณภาพ ต้องปรับตั้งใหม่จนกระทั่งได้แผ่นพิมพ์ที่มีคุณภาพตรงตามต้องการ แสดงว่าเครื่องพิมพ์อยู่ในสภาพที่ปรับตั้งทุกส่วนถูกต้องพร้อมปฏิบัติงานพิมพ์จริง ทั้งนี้เพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ว่า งานพิมพ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามที่ลูกค้าต้องการ และเดินเครื่องพิมพ์ในระดับความเร็วรอบสูงตามปกติ

2.2.2 งานปฏิบัติการพิมพ์และควบคุมคุณภาพการพิมพ์ ถือว่าเป็นขั้นตอนการทำงานที่สำคัญที่สุดในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ เพราะคุณภาพสิ่งพิมพ์สำเร็จขึ้นกับการทำงานพิมพ์เป็นสำคัญ เมื่อการเตรียมพร้อมพิมพ์เสร็จแล้ว ก็มาถึงขั้นพิมพ์งานจริง ซึ่งประกอบด้วยงานที่สำคัญ ดังนี้

1) การพิมพ์งาน ขณะทำการพิมพ์ ผู้ควบคุมเครื่องพิมพ์จะต้องควบคุมงานพิมพ์ให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดอย่างสม่ำเสมอ ชิ้นงานที่พิมพ์ได้อาจในรูปของแผ่นพิมพ์ ม้วนพิมพ์ หรือรูปทรง 3 มิติ ขึ้นกับระบบการพิมพ์ จำนวนชิ้นงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้ทั้งหมดหักด้วยส่วนที่เสียหรือไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด จะเป็นเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานหลังพิมพ์ต่อไป

โดยกลีบนอก เป็นคำที่ใช้ในโรงพิมพ์สำหรับเรียก การพิมพ์ลงบนแผ่นพิมพ์ที่ใช้เพลท 2 ชุด พิมพ์ด้านหน้า 1 ชุด พิมพ์ด้านหลังอีกหนึ่งชุด กลีบในตัว เป็นคำที่ใช้ในโรงพิมพ์สำหรับเรียก การพิมพ์ลงบนแผ่นพิมพ์ที่ใช้เพลท 1 ชุด พิมพ์ด้านหน้าแล้วกลับกระดาษสลับข้างพิมพ์โดยด้านพื้นจับกระดาษยังคงเป็นข้างเดียวกันกับด้านแรก วิธีนี้ทำให้แผ่นพิมพ์ 1 แผ่น ได้งาน 2 ชุดเหมือนกัน

2) การควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ช่วงพิมพ์จำเป็นต้องเอาใจใส่ในสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ ตำแหน่งภาพบนหน้างานพิมพ์ ความคมชัดของภาพพิมพ์ ความถูกต้องของสีที่พิมพ์ ความสม่ำเสมอของน้ำหนักสีในภาพที่

พิมพ์ ความสะอาดของหน้างานพิมพ์ จำนวนพิมพ์ เป็นต้น ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะพิมพ์งานจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพงานพิมพ์ ซึ่งสิ่งที่ช่างพิมพ์ต้องตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ได้แก่

(1) ตำแหน่งภาพพิมพ์ การพิมพ์งานแต่ละชิ้น ตำแหน่งของส่วนที่เป็นภาพจะต้องอยู่ในตำแหน่งเดียวกันทุกชิ้นงาน มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาการพิมพ์เลื่อม สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการควบคุมตำแหน่งภาพพิมพ์โดยใช้เครื่องหมายตรวจสอบตำแหน่งภาพไว้นอกพื้นที่งานพิมพ์ ในกรณีพิมพ์หลายสี เครื่องหมายตรวจสอบตำแหน่งของทุกสีต้องทับกันสนิทพอดี

(2) การพิมพ์ซ้อนทับ ในกรณีที่ต้องพิมพ์สีซ้อนทับ นอกจากแต่ละสีจะต้องซ้อนทับกันพอดีโดยไม่เกิดการพิมพ์เลื่อมแล้ว การจับตัวกันระหว่างหมึกพิมพ์ที่อยู่ชั้นล่างกับหมึกพิมพ์ที่พิมพ์ซ้อนทับในลำดับถัดมาจะต้องดีด้วย จึงจะไม่เกิดการถอนหมึกพิมพ์สีที่พิมพ์ไว้ก่อน หรือปัญหาการจับหมึกกลับ (back trapping) มิฉะนั้นสีของภาพที่พิมพ์ได้จะเพี้ยนไปจากสีที่ต้องการ ทั้งนี้ลำดับการพิมพ์สีก่อนหลังต่างกันอาจทำให้สีที่พิมพ์ได้แตกต่างกันด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปสีควรพิมพ์สีที่มีความเหนียวของหมึกเรียงลำดับจากมากไปน้อย

(3) การปรับสมดุลน้ำกับหมึกให้เหมาะสม เพื่อให้สีบนชิ้นงานพิมพ์มีสีเข้มสม่ำเสมอ หากจ่ายปริมาณหมึกพิมพ์น้อยไป และ/หรือจ่ายน้ำยาฟาว์นเทนให้แม่พิมพ์มากเกินไป สีของงานพิมพ์จะดูซีดในทางตรงกันข้าม หากจ่ายหมึกพิมพ์ปริมาณมากเกินไป และ/หรือจ่ายน้ำยาฟาว์นเทนให้แม่พิมพ์น้อยเกินไป บริเวณส่วนภาพของงานพิมพ์ จะดูมืด การแห้งตัวของหมึกจะช้า และบริเวณไร้ภาพอาจติดเลอะหมึกพิมพ์ การใส่แถบควบคุมคุณภาพการพิมพ์ตรงส่วนนอกพื้นที่งานพิมพ์จะช่วยควบคุมสมดุลน้ำกับหมึกได้

(4) ขนาดของเม็ดสกรีน การพิมพ์งานที่มีเม็ดสกรีน ช่างพิมพ์จำเป็นต้องคอยตรวจสอบขนาดของเม็ดสกรีนของภาพที่พิมพ์ให้มีขนาดสม่ำเสมอ ไม่เกิดอาการเม็ดสกรีนบวม (dot gain) หรืออาการเม็ดสกรีนกร่อน (dot lost) ซึ่งอาจเกิดจากสมดุลน้ำกับหมึกไม่เหมาะสม การปรับตั้งแรงกดพิมพ์ไม่ถูกต้อง หรือแม่พิมพ์เกิดการหลุดลอก เป็นต้น

(5) การจัดการสีของงานพิมพ์ หนึ่งในจุดมุ่งหมายหลักของงานพิมพ์ คือ พิมพ์งานให้ได้สีตรงตามปรู๊ฟสีที่ตกลงกันไว้กับเจ้าของงาน และสีที่พิมพ์ได้เหมือนกันหมดทุกชิ้นงาน เนื่องจากมีหลายตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสีของงานพิมพ์ ที่สำคัญ ได้แก่ วัสดุใช้พิมพ์ หมึกพิมพ์ แม่พิมพ์ ฝ้ายาง และเครื่องพิมพ์ การจัดการสีของงานพิมพ์เพื่อควบคุมคุณภาพสีของหมึกบนชิ้นงานพิมพ์ให้ได้ผลที่สุด คือ วัสดุใช้พิมพ์และหมึกพิมพ์ที่ใช้กับชิ้นงานปรู๊ฟกับชิ้นงานพิมพ์จริงต้องเหมือนกัน

(6) ความสะอาดของภาพพิมพ์ งานพิมพ์ที่ดี ภาพพิมพ์ที่ได้ต้องสะอาด ปราศจากตำหนิ เช่น มีขี้หมึกติดมาทั้งในส่วนที่เป็นบริเวณภาพและบริเวณไร้ภาพ รอยขีดข่วน และรอยขับหลัง เป็นต้น

2.2.3 การทำความสะอาดเครื่องพิมพ์เมื่อเสร็จงาน เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อเตรียมพิมพ์งานชิ้นอื่นต่อหรือเลิกงาน กรณีที่ต้องพิมพ์งานชิ้นอื่นต่อ ช่างพิมพ์จะล้างหมึกจากแม่พิมพ์ ลูกกลิ้งหมึก ตลอดจนจนโมหรือชิ้นส่วนอื่นของเครื่องพิมพ์ระบบนั้นๆ ที่มีหมึกพิมพ์ติดค้างอยู่ จากนั้นจึงถอดแม่พิมพ์ออกจากเครื่องพิมพ์เพื่อ

นำไปเก็บรักษาตามกรรมวิธีของการพิมพ์แต่ละระบบ กรณีที่เป็นการเลิกงานประจำวันจะต้องนำหมึกออกจากอ่างหรือรางหมึก ล้างทำความสะอาดลูกกลิ้งหมึก โม่ฝ้ายาง และโม่แม่พิมพ์ของทุกหน่วยพิมพ์ให้เรียบร้อย

2.3 งานหลังพิมพ์ เป็นงานทำสิ่งพิมพ์สำเร็จหลังจากวัสดุพิมพ์ได้ผ่านการพิมพ์เป็นแผ่นพิมพ์หรือม้วนพิมพ์แล้ว เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปลักษณะโดยรวมขั้นสุดท้ายเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ งานหลังพิมพ์มีความสำคัญในด้านการเพิ่มความสวยงาม เพิ่มมูลค่า ดึงดูดความสนใจ ปกป้องสิ่งพิมพ์ เพิ่มความทนทาน และอำนวยความสะดวกในการใช้ งานหลังพิมพ์สำหรับการพิมพ์หนังสือและสิ่งพิมพ์ทั่วไปด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน คือ งานเปลี่ยนขนาดและรูปทรงให้กับสิ่งพิมพ์ และงานตกแต่งผิวสิ่งพิมพ์ ดังนี้ (ธีระ ปิยคุณากร 2548 และ บุญชัย วลีธรชีพสวัสดิ์ 2548)

2.3.1 งานเปลี่ยนขนาดและรูปทรง เป็นงานที่นำแผ่นพิมพ์มาทำให้มีขนาดหรือรูปทรงสำเร็จรูปตามที่ต้องการ ได้แก่ งานตัด งานพับ งานเก็บเล่ม งานทำเล่ม และงานอัดตัดตามแม่แบบ

(1) งานตัด เป็นงานเปลี่ยนขนาดและรูปทรงวัสดุพิมพ์และสิ่งพิมพ์ให้มีขนาดตามต้องการเพื่อการผลิตหรือนำไปสู่การใช้งานในขั้นตอนต่อไป งานตัดเกี่ยวข้องกับการตัดวัสดุพิมพ์ในขั้นตอนเตรียมพร้อมพิมพ์เพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องพิมพ์ และในขั้นตอนหลังการพิมพ์เพื่อแปรรูปแผ่นพิมพ์เป็นสิ่งพิมพ์สำเร็จ ลักษณะงานตัดแผ่นพิมพ์จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) งานตัดแบ่ง (cutting) ได้แก่ งานตัดแบ่งวัสดุพิมพ์เพื่อเตรียมป้อนพิมพ์ งานตัดแบ่งแผ่นพิมพ์ให้มีขนาดชิ้นงานเล็กลงเท่ากับขนาดสิ่งพิมพ์สำเร็จ หรือเป็นขนาดก่อนนำไปพับ การตัดต้องตรงตำแหน่งหรือแนวตัดที่ระบุไว้ แผ่นพิมพ์ที่ตัดต้องได้ฉาก

2) งานตัดเจียน (trimming) เป็นงานตัดเจียนขอบวัสดุพิมพ์และแผ่นพิมพ์ออกไป เพื่อให้มีรอยตัดที่ได้ฉาก วัสดุพิมพ์มีขนาดตามกำหนดที่จะป้อนพิมพ์ และแผ่นพิมพ์มีขนาดพร้อมใช้งานหรือมีขนาดเท่ากับขนาดสิ่งพิมพ์สำเร็จ เช่น นามบัตร โปสเตอร์ ใบบลิ้ว

งานตัดแบ่งและงานตัดเจียนดังกล่าว ใช้เครื่องตัดแบบใบมีดเดี่ยว ในกรณีงานตัดเจียนหนังสือ ใช้เครื่องตัดแบบ 3 ใบมีด เพราะเป็นงานตัดเจียนขอบหนังสือทั้งสามด้านให้เรียบ ได้แก่ ด้านหัว ด้านท้าย ด้านปาก ยกเว้นด้านสัน เพื่อให้เปิดอ่านได้ งานตัดเจียนหนังสืออาจตัดเจียนเนื้อในก่อนการทำเล่มแบบปกแข็ง ร้อยสันเกลียวหรือเข้าห้วง หรือตัดเจียนหนังสือหลังจากที่ทำเล่มแล้ว ได้แก่ การทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาหรือเย็บอก เย็บสัน ไส้สันทากาว เย็บกึ่ง และทากาวสัน แผ่นพิมพ์ที่เข้ามาสู่ขั้นตอนการตัด ต้องมีการใส่เครื่องหมายการตัดไว้ให้ครบถ้วน ได้แก่ เครื่องหมายแสดงตำแหน่งและระยะขอบเจียน เครื่องหมายแสดงตำแหน่งและระยะการตัดแบ่ง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตัดได้ฉาก ตัดตรงตำแหน่งรอยตัด และตัดได้งานที่มีขนาดถูกต้อง มีคุณภาพดี สม่่าเสมอเท่ากันทุกแผ่น

2.3.2 งานพับ เป็นการพับแผ่นพิมพ์เพื่อให้มีขนาดเล็กลงเท่ากับหรือใกล้เคียงกับขนาดของสิ่งพิมพ์สำเร็จรูป และมีหลายหน้า อาจเป็นการพับครั้งเดียวหรือหลายครั้ง แนวการพับมีทั้งแนวขนานหรือแนวตั้งฉาก หรือผสมผสาน แผ่นพิมพ์บางประเภทที่ตัดเจียนขอบเรียบร้อยก่อนนำมาพับ เช่น การ์ดอวยพร

โบร์ซัวร์ และแผ่นพับ เป็นต้น เมื่อพับแล้ว ได้สิ่งพิมพ์สำเร็จนำไปใช้งานได้ทันที การพับแผ่นพิมพ์ทำได้ทั้งใช้เครื่องพับและพับด้วยมือที่อาศัยไม้เนียนซึ่งเป็นแท่งไม้เกลาคิวให้เรียบ ขนาดเหมาะสมมือ เป็นเครื่องมือช่วยในงานพับ เพื่อให้พับได้เรียบร้อย การพับยกหนังสือนิยมใช้เครื่องพับเพราะพับได้ตรงตำแหน่ง เรียบร้อย และรวดเร็ว แต่การพับงานลักษณะพิเศษหรือซับซ้อนยังคงใช้การพับมือด้วยไม้เนียน



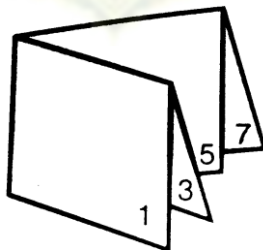
ภาพที่ 2.4 ไม้เนียน

รูปแบบของงานพับหลังพิมพ์สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

1) งานพับแบบหนึ่งรอยพับ (one direction fold) เป็นงานพับที่เรียบง่ายที่สุด เหมาะจะพับด้วยมือ โดยอาศัยไม้เนียน ใช้กรีดทำรอยพับบนแผ่นพิมพ์ให้เรียบตรง การพับ 1 ครั้ง ได้งานพิมพ์ 4 หน้า งานพับสามารถทำด้วยมือหรือด้วยเครื่องพับอัตโนมัติ งานพับหนึ่งรอยพับมักใช้กับขนาดแผ่นพิมพ์ที่ไม่ใหญ่มาก ส่วนมากไม่เกินขนาดเอ3 หากวัสดุใช้พิมพ์มีความหนาแน่น รอยพับจะไม่เรียบตรง ปริ แต่ก่ง่าย จำเป็นต้องกดเส้นทำรอยแนวพับ (scoring) ก่อนที่จะนำมาพับด้วยมือ จึงจะได้รอยพับที่เรียบและเป็นแนวตรง

2) งานพับมากกว่าหนึ่งรอยพับ (multi direction fold) มี 3 แบบ ได้แก่

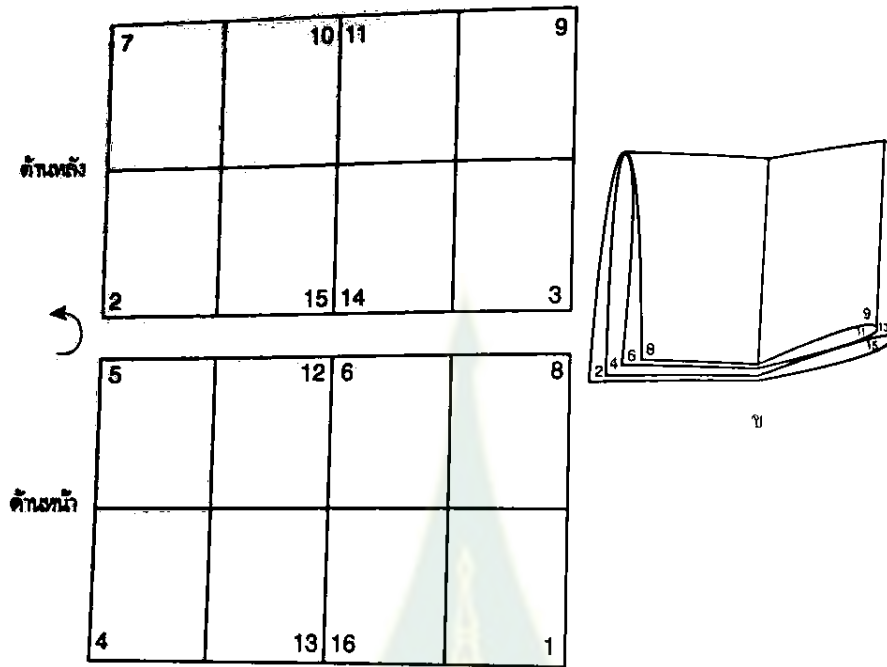
(1) งานพับแบบมูมฉาก (cross fold) เป็นงานพับสิ่งพิมพ์ที่ผ่านงานพับแบบหนึ่งรอยพับมาก่อน โดยแนวพับถัดไปจะทำมุม 90 องศากับแนวพับก่อนหน้านี้ งานพับมูมฉากสามารถพับด้วยมือหรือด้วยเครื่องพับก็ได้ งานพับแบบมูมฉากเป็นลักษณะงานพับหนังสือยก ใช้วิธีพับครึ่งแผ่นพิมพ์ทบเข้าหากัน แล้วกลับพับครึ่งทบเข้าหากันในแนวตั้งฉากกับแนวการพับครึ่งก่อนหน้านี้ ยิ่งรอยพับมาก ขนาดหนังสือจะยิ่งเล็กลง งานพับมูมฉาก 1 ครั้งจะได้งาน 4 หน้า พับ 2 ครั้งได้ 8 หน้า พับ 3 ครั้งได้ 16 หน้า นิยมเรียกแผ่นพิมพ์ที่พับแบบนี้ว่า "ยก" (signature) ซึ่งยังไม่ได้ตัดเจียนให้เป็นขนาดสำเร็จ ยกพิมพ์ที่พับได้ จะเข้าสู่ขั้นตอนเก็บเล่ม ทำเล่ม และตัดเจียน 3 ด้าน ให้เป็นหนังสือขนาดสำเร็จต่อไป การพับยกหนังสือที่ถูกต้อง เลขหน้าต้องเรียงลำดับ ซึ่งขึ้นกับรูปแบบการวางหน้าในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์



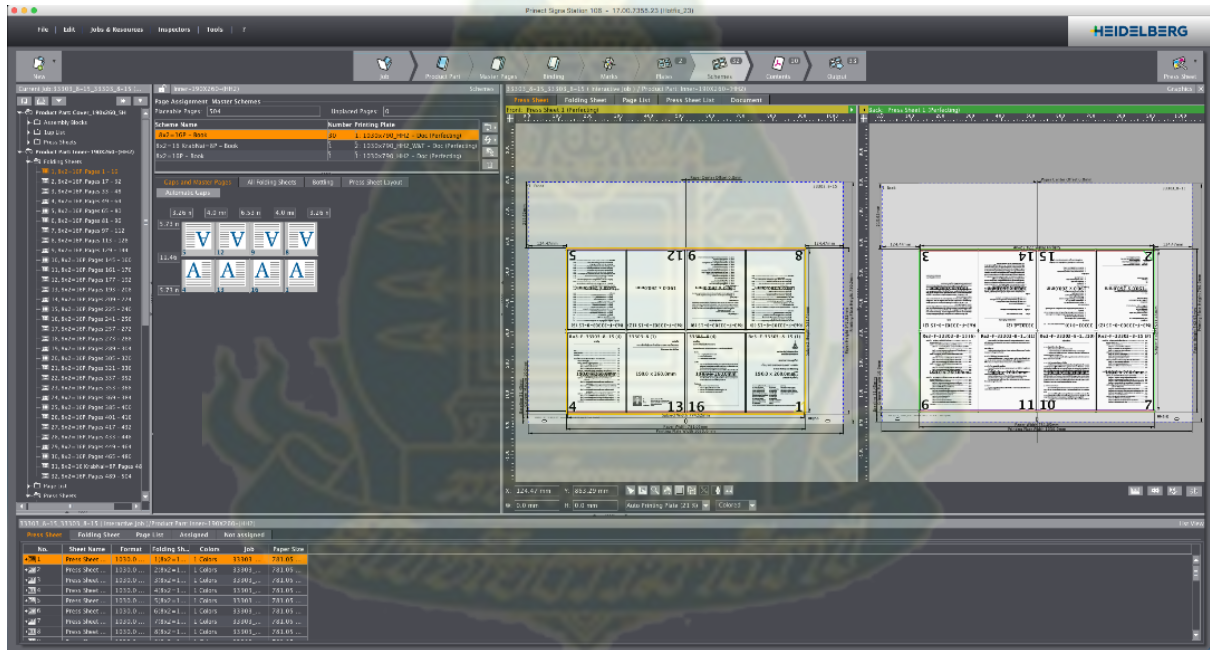
ภาพที่ 2.5 งานพับแบบมูมฉาก

ที่มา: บุญชัย วลีธรชีพสวัสดิ์. (2548). งานหลังพิมพ์ ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์* (หน่วยที่ 11).

นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. หน้า 198.



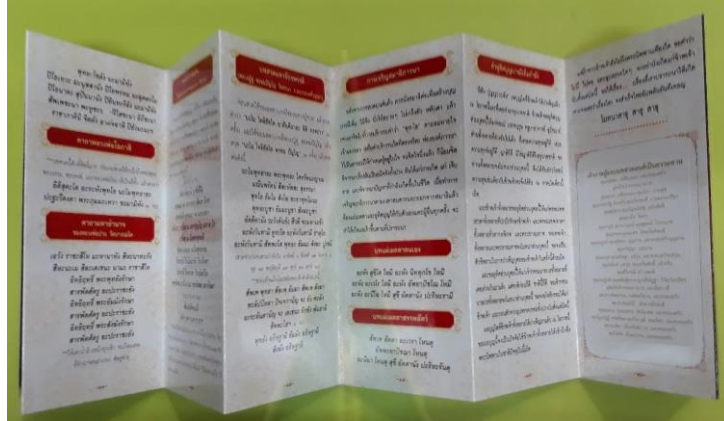
ก.



ค.

ภาพที่ 2.6 ก. รูปแบบการวางหน้าแบบกลับนอก ข. การพับเป็นยกพิมพ์ที่เรียงเลขหน้าถูกต้อง
 ค. การวางหน้าแบบกลับนอกบนหน้าจอด้วยโปรแกรมวางหน้า (imposition)
 ที่มา: บุญชัย วลีธรชีพสวัสดิ์. (2548). งานหลังพิมพ์ ใน เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ (หน่วยที่ 11).
 นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. หน้า 222.

(2) งานพับแบบขนาน (parallel fold) เป็นงานพับที่ขนานรอยพับไปเรื่อยๆ ไม่มีการหักหรือพับมุมฉาก เพื่อให้ได้สิ่งพิมพ์ที่มีขนาดแคบ ยาว กะทัดรัด เหมาะกับงานประเภทโบรชัวร์ ใบปลิว แผนที่ และฉลากยา สามารถแยกได้เป็นงานพับขนานแบบหีบเพลง งานพับขนานแบบแบ่งครึ่ง งานพับขนานแบบบานประตู และงานพับขนานแบบจดหมาย



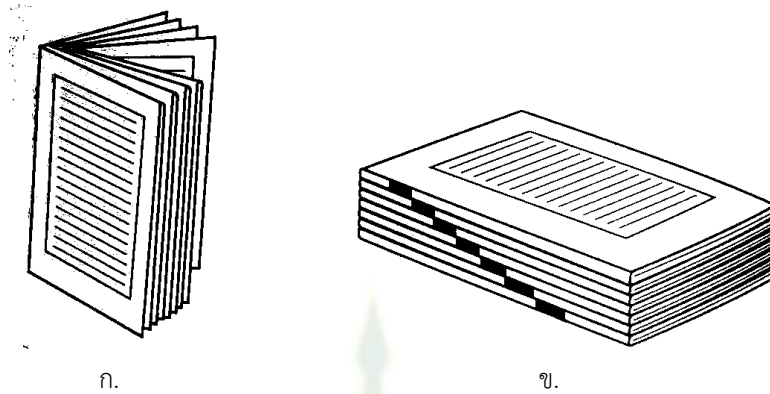
ภาพที่ 2.7 งานพับแบบขนาน

(1) งานพับแบบผสม (combination fold) เป็นงานพับแบบขนานก่อนแล้วตามด้วยงานพับแบบมุมฉาก เหมาะกับงานประเภท แผ่นพับ แผนที่ และฉลากยา

เครื่องพับอัตโนมัติ ทำการพับกระดาษโดยอาศัยสายพานและลูกกลิ้งในการป้อนและพับ มีตะแกรงเป็นตัวปรับตั้งระยะการพับ การพับด้วยเครื่องพับอัตโนมัติจะทำงานพับที่มีคุณภาพและทำงานได้เร็ว สามารถพับได้หลายทบ และเมื่อพับหลายทบสามารถปรุรอยพับเพื่อไล่อากาศออกจากรอยพับ ทำให้พับได้แน่นและไม่เกิดรอยยับในมุมพับ

2.3.3 งานเก็บเล่ม (collating) เป็นงานหลังพิมพ์สำหรับการทำหนังสือ เป็นการรวบรวมเนื้อในหนังสือที่พับเป็นยกพิมพ์และที่ตัดแบ่งเป็นแผ่นปลิวแล้ว นำมาตั้งกองจัดเรียงไว้แล้วเก็บรวมกันโดยจัดเรียงลำดับให้ถูกต้องเป็นเล่มหนังสือ งานเก็บเล่มจึงสามารถจำแนกได้เป็นงานเก็บเล่มยกพิมพ์และงานเก็บเล่มปลิว

1) งานเก็บยกพิมพ์ เป็นงานเก็บเล่มหนังสือยก เพื่อเก็บยกพิมพ์ต่างๆ ของเนื้อในหนังสือให้เรียงลำดับต่อกันอย่างถูกต้องก่อนที่จะนำไปเข้าเล่ม ในงานเก็บเล่มยกพิมพ์เพื่อทำหนังสือ สามารถแบ่งออกได้สองลักษณะ คือ งานเก็บเล่มยกพิมพ์แบบสอด ได้เนื้อในที่นำไปทำเล่มหนังสือแบบเย็บมุงหลังคา และงานเก็บเล่มยกพิมพ์แบบซ้อน สำหรับเศษยกที่เป็นแผ่นปลิว สามารถนำมาเก็บรวมกับยกพิมพ์แบบซ้อน ได้เนื้อในที่นำไปทำเล่มหนังสือแบบไสสันทากาวหรือแบบเย็บกึ่ง งานเก็บยกพิมพ์ สามารถทำโดยใช้เครื่องเก็บเล่มอัตโนมัติหรือใช้พนักงานเก็บเล่มก็ได้



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างรูปแบบการเก็บเล่ม ก. แบบสอด ข. แบบซ้อน

ที่มา: บุญชัย วลีธรรมสวัสดิ์. (2548). งานหลังพิมพ์ ใน เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ (หน่วยที่ 11).
 นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. หน้า 200.

ตัวอย่างงานเก็บยกพิมพ์แบบสอดและแบบซ้อนที่ใช้พนักงานเก็บเล่ม สำหรับยกพิมพ์เอกสารการสอน เป็นการเก็บเล่มแบบซ้อน มีจำนวนกองที่ต้องตั้งเพื่อเก็บทั้งหมดมีมากกว่าของแบบฝึกปฏิบัติ แต่ละกองมีจำนวนขึ้นที่เก็บเท่ากับจำนวนพิมพ์ อาจแบ่งการเก็บเป็น 2 รอบ เช่น รอบที่ 1 กองที่ 1-19 รอบที่ 2 กองที่ 20-36 แล้วค่อยนำส่วนที่เก็บ 2 รอบมารวมกันเป็น 1 เล่ม ส่วนยกพิมพ์แบบฝึกปฏิบัติ เป็นการเก็บเล่มแบบสอด เช่น มีจำนวนกองที่ต้องตั้งเพียงรอบเดียว เช่น 5 กอง แต่ละกองมีจำนวนขึ้นที่เก็บเท่ากับจำนวนพิมพ์ ก่อนเก็บเล่มต้องเตรียมตั้งกอง เรียงลำดับกองให้ถูกต้อง ทดลองเก็บเล่ม ตรวจสอบการเรียงลำดับกองและเลขหน้าของเล่มให้ถูกต้องก่อน จึงเก็บจริงตามจำนวนพิมพ์



เตรียมตั้งเรียงกองยกพิมพ์ รอบที่ 1 จำนวน 18 กอง



ทดลองเก็บเล่มแบบซ้อน รอบที่ 1



ตรวจสอบความถูกต้องของการเรียงยกและลำดับเลขหน้า



เก็บเล่มแบบซ้อน รอบที่ 1



ยกพิมพ์ที่เก็บเล่มแบบซ้อน รอบที่ 1 (กองที่ 1-19)

เพื่อรอเก็บรวมอีกครั้งกับชุดยกพิมพ์ที่เก็บรอบที่ 2 (กองที่ 20-36) เพื่อให้ครบเป็น 1 เล่ม

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างงานเก็บเล่มแบบซ้อนของยกพิมพ์เอกสารการสอน



เตรียมกองยกพิมพ์



ตั้งเรียงกองยกพิมพ์



ทดลองเก็บเล่มแบบสอด

ตรวจสอบความถูกต้องของการเรียงยกและลำดับเลขหน้า



เก็บเล่มแบบสอด



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างงานเก็บเล่มแบบสอดของยกพิมพ์แบบฝึกปฏิบัติ

2) งานเก็บแผ่นปลิว เป็นงานเก็บเล่มสำหรับแผ่นงานพิมพ์ขนาดเล็ก หรืองานพิมพ์ที่ได้รับการตัดแบ่งเป็นหน้าสิ่งพิมพ์สำเร็จก่อนที่จะนำมาเก็บเล่ม แผ่นปลิวที่ต้องการการเก็บเล่มมักจะเป็นแผ่นปลิวที่มีการเรียงลำดับหรือมีการเก็บชุด เช่น โฟर्मใบเสร็จ และใบสำคัญชนิดต่างๆ เป็นต้น

งานเก็บเล่มสามารถเก็บเล่มด้วยมือหรือด้วยเครื่องเก็บเล่มอัตโนมัติ งานเก็บเล่มด้วยมืออาศัยความชำนาญของผู้เก็บเล่ม งานทำหนังสือที่มียอดสิ่งพิมพ์ไม่สูงมาก มักเก็บเล่มด้วยมือ ส่วนงานเก็บเล่มด้วยเครื่องเก็บเล่มอัตโนมัติทำได้รวดเร็วกว่า และอาจติดตั้งเป็นหน่วยเก็บเล่มที่ต่อพ่วงอยู่ในสายการผลิตของเครื่องทำเล่มอัตโนมัติทั้งเครื่องไสสันทากาวและเครื่องเย็บมุงหลังคา

2.3.4 งานทำเล่ม เป็นงานที่นำยกพิมพ์ของหนังสือหรือแผ่นปลิวที่เก็บและเรียงลำดับเลขหน้าแล้ว มาทำเป็นรูปเล่มหนังสือหรือเข้าเล่มกับปกหนังสือ งานทำเล่มมีหลายแบบ ดังนี้

1) แบบதாகาว งานทำเล่มแบบนี้ใช้กาวในการยึดกระดาษแต่ละแผ่นไว้รวมกับปกให้เป็นเล่มหนังสือ มีทั้งใช้กาวร้อน (ต้องมีการหลอมกาวก่อนใช้งาน) และกาวเย็น โดยต้องมีการกรีดหรือไสเพื่อตกแต่งสันหนังสือให้รับกาวได้ดี ช่วยให้กาวซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษได้มากและยึดสันหนังสือไว้ได้แข็งแรง งานทำเล่มแบบதாகาวมีทั้งแบบไสสันและแบบไม่ไสสัน การไสสันเพื่อสไบบริเวณสันของยกหนังสือออกไป ให้แผ่นงานแต่ละแผ่นติดกาว หากเนื้อในหนังสือเป็นแผ่นปลิวที่เก็บเล่มมาแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องไสสัน สามารถதாகาวได้เลย

การทำเล่มแบบไสสันதாகาวด้วยกาวร้อนและใช้เครื่องไสสันதாகาวในการทำเล่ม เหมาะกับการทำเล่มหนังสือที่มีจำนวนหน้ามาก วิธีการทำเล่มจะป้อนตั้งยกพิมพ์เนื้อในที่เก็บเล่มซ้อนกันเป็นเล่ม ๆ แล้วเข้าเครื่อง เพื่อเจียนหรือไสส่วนที่เป็นสันหนังสือออก แล้วதாகาวร้อนที่สันด้วยลูกกลิ้งปาดกาวให้ทั่วลงในส่วนที่ถูกเจียนออก แล้วจึงส่งต่อไปหุ้มปิดปก จะได้สันหนังสือที่เรียบร้อย ค่าใช้จ่ายในการทำเล่มไม่สูง และทำได้รวดเร็ว





การปรับตั้งเครื่องไสเส้นทากาว



การเตรียมแผ่นพิมพ์ปกเพื่อป้อนเข้าเครื่องไสสันทากาว



การไสสันทากาวจนได้ตัวเลขหนังสือออกมาที่ส่วนรับ

ภาพที่ 2.11 การทำงานไสสันทากาว



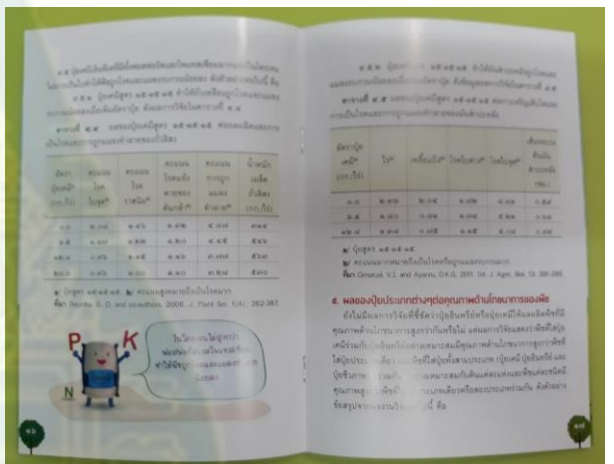
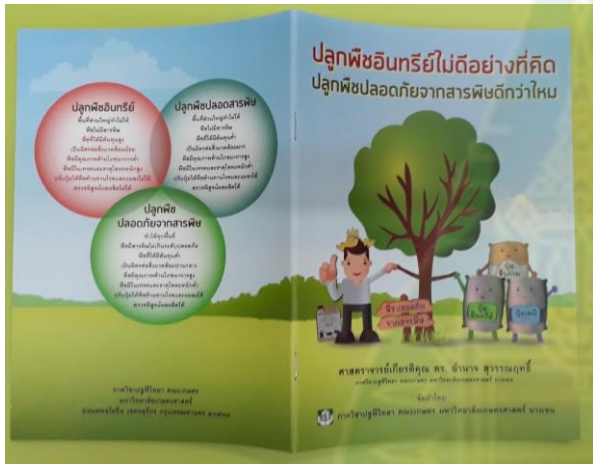
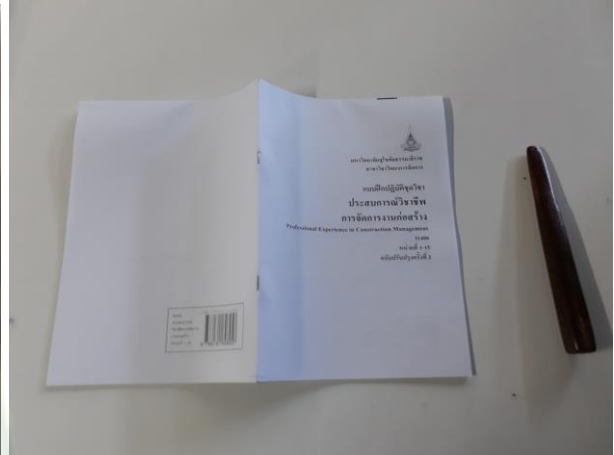
ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างหนังสือที่ทำเล่มแบบไสสันทากาว

2) แบบเย็บ เป็นการทำเล่มโดยนำยกพิมพ์ที่จัดเก็บเล่มเรียงไว้แล้วมาเย็บด้วยลวดหรือด้าย ซึ่งส่วนใหญ่นิยมทำกัน 2 แบบ คือ เย็บมุงหลังคาหรือเย็บอก และเย็บกึ่ง ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้อง คือ การเย็บมุงหลังคา

การเย็บมุงหลังคา ใช้เย็บเล่มหนังสือที่ไม่หนานัก การเก็บเล่มจะนำงานที่ได้จากการพับยกและเก็บเล่มแบบสอดเรียงกันให้ลำดับเลขหน้าถูกต้อง แล้วเย็บด้วยลวดโลหะหรือด้ายตรงกลางแนวรอยพับ จำนวนลวดหรือเข็มที่เย็บขึ้นกับขนาดของหนังสือตัวอย่างเช่น หนังสือขนาด A4 นิยมเย็บลวด 2 เข็ม ข้อดีของการทำเล่มแบบเย็บอก คือ ทำได้รวดเร็ว สามารถทางหนังสือออกได้เต็มที่ 180 องศา สันหนังสือสามารถวางออกได้เหมือนสันหลังคาบ้าน การจัดหน้างานต้องเสร็จครบทุกหน้าก่อนจึงจะพิมพ์ได้เนื่องจากหน้าแรกกับหน้าสุดท้ายจะอยู่บนแผ่นงานพิมพ์เดียวกัน การทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคา อาจเข้าเล่มเนื้อในกับปกหนังสือที่ใช้กระดาษต่างจากเนื้อใน หรือเข้าเล่มเนื้อในกับปกหนังสือที่ใช้กระดาษเหมือนเนื้อในซึ่งพิมพ์รวมเป็นยกเดียวกันที่เรียกว่า “ปกในตัว” ก็ได้ ข้อจำกัดของการเย็บมุงหลังคา คือ ไม่เหมาะกับหนังสือที่หนา



ภาพที่ 2.13 การทำงานทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เข็ม



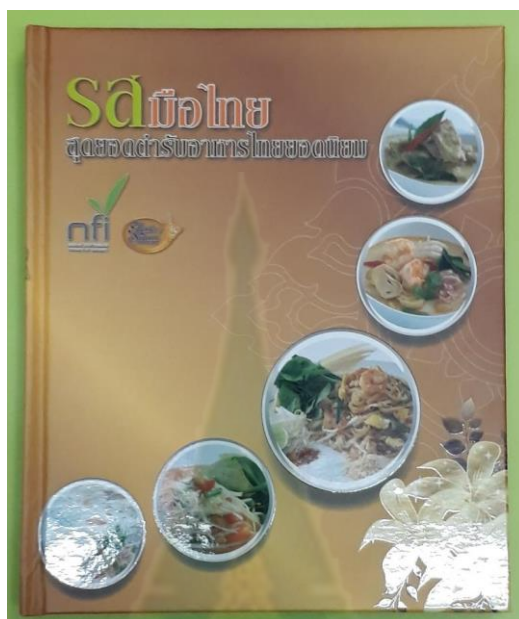
ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างหนังสือที่ทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เข็ม

2.3.2 งานหลังพิมพ์เพื่อการตกแต่งผิว เป็นงานที่ทำให้ผิวหน้าของสิ่งพิมพ์สวยงาม ดูดี หรือแปลกตาขึ้น ช่วยให้ผิวสิ่งพิมพ์คงทนต่อการขีดขีด ทนต่อความชื้น แสงแดด หรือสารเคมี ทำให้หมึกพิมพ์ไม่หลุดลอกง่าย และช่วยเสริมให้สิ่งพิมพ์แข็งแรงขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการเคลือบวารนิช โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานเคลือบวารนิช เป็นการทำให้ผิวของงานพิมพ์มันวาว ด้าน หรือมีลักษณะพิเศษ นอกจากนี้ยังช่วยปกป้องผิวหน้าของงานพิมพ์จากการขีดขีด ทนทานต่อการฉีกขาด และเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นงานพิมพ์

งานเคลือบวารนิช เป็นงานที่ใช้น้ำยาเคลือบที่เรียกว่า วารนิช เคลือบบนผิวแผ่นพิมพ์หรือม้วนพิมพ์ แล้วทำให้แห้ง คล้ายกับขั้นตอนการพิมพ์ งานเคลือบวารนิชอาจเป็นการเคลือบผิวทั้งหมดหรืองานเคลือบ

เฉพาะจุดก็ได้ น้ำยาเคลือบวาร์นิชที่เลือกใช้ต้องสัมพันธ์กับระบบทำแห้งของเครื่องเคลือบวาร์นิช ได้แก่ การแห้งตัวแบบปกติเมื่อสัมผัสกับอากาศ การแห้งตัวด้วยความร้อน และการแห้งตัวด้วยรังสียูวีซึ่งนิยมใช้มากที่สุด



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างหนังสือปกแข็งที่ปกมีการตกแต่งผิวด้วยการเคลือบเฉพาะจุด

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

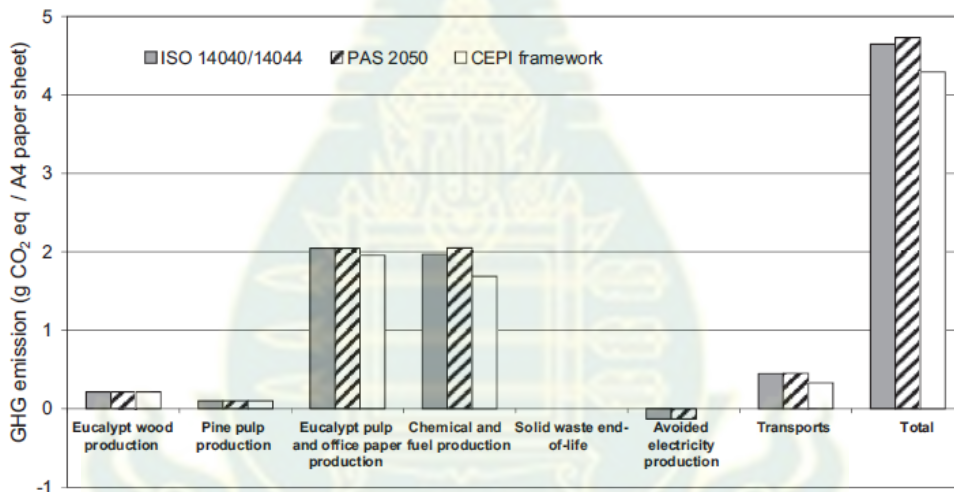
ปัจจุบันหลายภาคส่วนทั้งภายในและต่างประเทศได้ให้ความสนใจการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ปรัชญา เคียงประคอง และ อรัญ หาญสืบสาย (2553) ได้ทดลองคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการพิมพ์หนังสือ 1 เล่ม โดยพิจารณาตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง ไปจนถึงการกำจัดซากว่าปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการใช้การพิมพ์หนังสือเรื่อง "แรกเริ่มของสถาปัตยกรรมของสยามประเทศ" ที่พิมพ์ที่โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา พบว่าหนังสือเล่มดังกล่าวหนา 128 หน้า ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทั้งสิ้น 1.3 กิโลกรัม โดยพิมพ์ออกมาทั้งสิ้นจำนวน 500 เล่ม และพบว่าการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมการพิมพ์ในประเทศไทยที่จะได้รู้ว่าการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือฉลากปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาปริมาณเท่าไร และจะปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างไรให้ลดก๊าซเรือนกระจกได้ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

รชนีัย ไชยศรี (2554) ได้ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต และวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของซองเอกสารจากกระดาษคราฟท์และซองพลาสติกชนิดพอลิพรอพิลีน โดยใช้โปรแกรม SimaPro เวอร์ชัน 7.1 โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a สำหรับการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ผลการศึกษาพบว่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของซองเอกสารจากกระดาษคราฟท์และซองพลาสติกชนิดพอลิพรอพิลีนมีค่าเท่ากับ 47.3 และ 50.9 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อ 500 ซอง ตามลำดับ โดยการปลดปล่อยก๊าซเรือน

กระจกส่วนใหญ่มาจากขั้นตอนการกำจัดซากด้วยวิธีการฝังกลบ แนวทางการปรับปรุงเพื่อลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของซองกระดาษ ได้แก่ การเพิ่มสัดส่วนการรีไซเคิลกระดาษให้เป็น 100% และการเปลี่ยนแหล่งพลังงานมาเป็นพลังงานชีวมวล

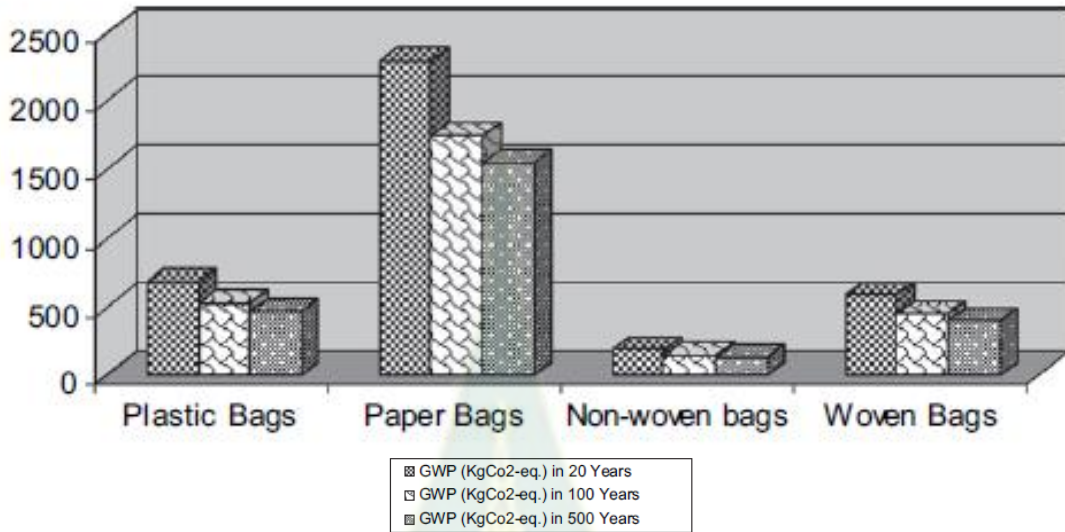
Ana Cláudia Dias และ Luís Arroja (2554) ได้ศึกษา คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์กระดาษ A4 โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้ เมื่อใช้วิธีคำนวณที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย วิธีที่ (1) อ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 14040/14044 วิธีที่ (2) อ้างอิงตามมาตรฐาน PAS วิธีที่ (3) อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษของยุโรป โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระดาษ A4 ที่ใช้ในสำนักงาน มีค่าเท่ากับ 4.64, 4.74 and 4.29 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ พบว่าทั้ง 3 วิธีคำนวณค่าได้ใกล้เคียงกันและระบุขั้นตอนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดได้สอดคล้องกัน คือ ขั้นตอนการเตรียมเยื่อกระดาษจากต้นยูคาลิปตัสและกระดาษสำนักงาน และขั้นตอนการผลิตสารเคมีและเชื้อเพลิง โดยการทดลองยังไม่สามารถระบุความแตกต่างที่ชัดเจนของ ทั้ง 3 วิธีได้ ต้องมีการตั้งข้อกำหนดเฉพาะ การกำหนดขอบเขตให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้นในอนาคต โดยผลการศึกษแสดงในภาพ



ภาพที่ 2.16 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์กระดาษ A4 ได้ เมื่อใช้วิธีคำนวณที่แตกต่างกัน

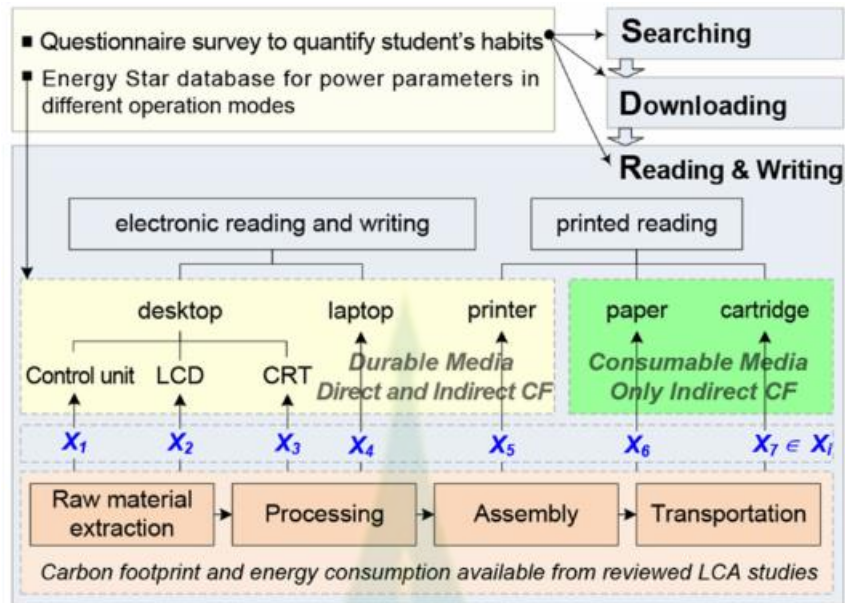
Subramanian Senthilkannan Muthu และคณะ (2554) ได้ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสิ่งพิมพ์ประเภท ถุงช้อปปิ้งในประเทศ ฮองกง จีน และอินเดีย ที่ผลิตจากวัสดุ 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษ พลาสติก ผ้าทอ และผ้าไม่ทอ โดยคำนวณแบบ cradle to gate อ้างอิงตามมาตรฐาน IPCC 2007 โดยทำการคำนวณหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมา ในระยะเวลา 20, 100 และ 500 ปีตามลำดับ พบว่า ถุงช้อปปิ้งที่ไม่ได้ถูกใช้งานซ้ำและไม่ได้มีการจัดการซากอย่างเหมาะสมมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงมาก เมื่อเทียบกับถุงที่ได้รับการจัดการซากอย่างเหมาะสมและถูกนำมาใช้ซ้ำ ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำ เมื่อเทียบกับถุงที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล หรือนำไปฝังกลบหลังจากการใช้ และเมื่อมี

การใช้ถุงซ้ำจนไม่สามารถใช้ต่อได้ ควรนำมารีไซเคิล จะได้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำกว่าการนำไปฝังกลบ โดยผลการศึกษาระบุในภาพ



ภาพที่ 2.17 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสิ่งพิมพ์ประเภท ถุงช้อปปิ้งในประเทศ ฮองกงจีนและอินเดีย

Guobao Song และคณะ (2558) ได้ศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการตีพิมพ์บทความทางวิทยาศาสตร์ลงในวารสารวิชาการ ทัศนศึกษา วารสารมหาวิทยาลัย ต้าเลี่ยน ในประเทศจีน โดยการศึกษาครอบคลุมถึง การศึกษาปัจจัยในการวิจัย การดาวน์โหลดข้อมูล การอ่านเอกสาร การเขียนบทความเพื่อตีพิมพ์ จากนั้นทำการเก็บข้อมูล และประมวลผลร่วมกับการใช้แบบจำลองของมอนติคาร์โล การศึกษาพบว่า การตีพิมพ์บทความในวารสาร มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 5.44 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ โดยขั้นตอนการอ่านเอกสารผ่านหน้าจออิเล็กทรอนิกส์ เป็นขั้นตอนที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมาคือขั้นตอนการเขียนบทความ และการสืบค้นข้อมูล ตามลำดับ โดยขอบเขตของการศึกษาแสดงในภาพ



ภาพที่ 2.18 ขอบเขตการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการตีพิมพ์บทความวิชาการ

เป็นที่น่าสนใจว่าสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มากกว่าสื่อสิ่งพิมพ์ คือ 4.24 และ 13.5 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านโยบายของมหาวิทยาลัยด้าเหลียน ในการจะเปลี่ยนเอกสารการสอนจากสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ อาจจะต้องถูกแก้ไขและทบทวน

โดยสรุป งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ และรูปแบบการศึกษาที่แตกต่างกัน ทำให้นักวิจัยได้เห็นแนวทางในการศึกษาได้ชัดเจนขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้ในงานวิจัยทั้งหมดเพื่อหาข้อสรุป เป็นแนวทางในการทำวิจัย ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จะศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition) การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory Analysis) การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) และการแปลผล (Interpretation) โดย บทที่ 3 จะนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต ตามด้วย การวิเคราะห์บัญชีรายการ และใน บทที่ 4 จะนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ การแปลผล รวมทั้งแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามลำดับ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต

3.1.1 เป้าหมาย

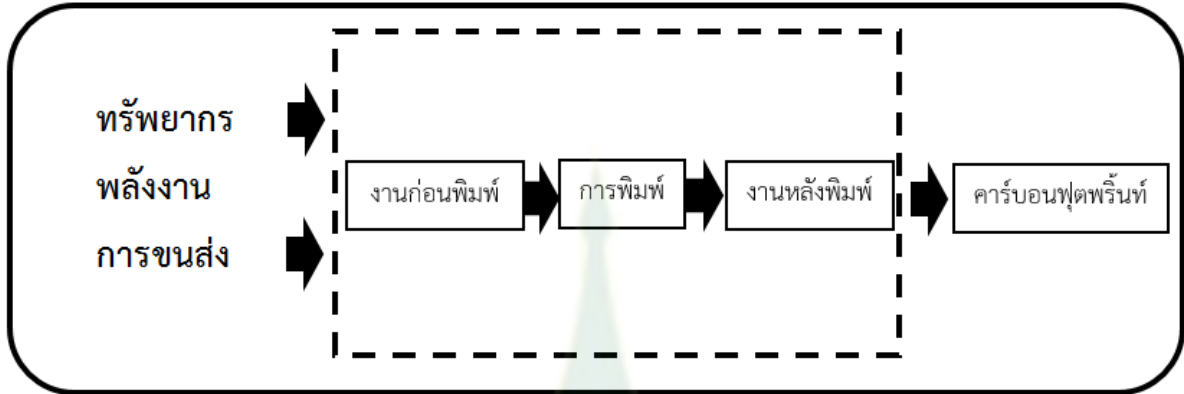
เป้าหมายของการศึกษาเพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นจากการบริการงานพิมพ์แบบออฟเซตพิจารณาในกลุ่มผลกระทบภาวะโลกร้อน (Global warming) เนื่องจากกิจกรรมภายในโรงพิมพ์มีความเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้ามาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

3.1.2 ขอบเขต

3.1.2.1 ขอบเขตของการศึกษา

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการบริการงานพิมพ์มีขอบเขตการประเมินแบบ Cradle-to-Gate (Business-to-Business : B2B) โดยพิจารณา 2 ช่วงวัฏจักรชีวิต ได้แก่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบและการผลิต ซึ่งกิจกรรมการให้บริการงานพิมพ์จะครอบคลุมตั้งแต่ ขั้นตอนงานก่อนพิมพ์ ขั้นตอนงานพิมพ์ และขั้นตอนงาน

หลังพิมพ์ ของเอกสารการสอนชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ประกอบด้วยเอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้คำย่อ อ.1 อ.2 และ บฝ. แทน เอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขอบเขตของการศึกษา

ข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของ อ.1 และ อ.2 เหมือนกัน ได้แก่ ขนาดรูปเล่ม จำนวนพิมพ์ มีจำนวนหน้า/จำนวนยก ชนิดกระดาษเนื้อในและปก เนื้อในพิมพ์สีเดียว (ดำ) ปกพิมพ์ 4 สี (C M Y K)* โดยแบบปกเหมือนกัน แต่ต่างกันที่สีของปกและข้อความเฉพาะเล่มบนปก (เล่มที่ หน่วยที่) การเคลือบปก การพับ การเก็บเล่ม และการทำเล่ม สำหรับข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของ บฝ. แตกต่างจาก อ.1 และ อ.2 คือ จำนวนหน้ากับจำนวนยกที่น้อยกว่า รูปเล่มแบบปกในตัวเพราะเนื้อในและปกพิมพ์โดยใช้กระดาษชนิดเดียวกัน การพับ การเก็บเล่ม และการทำเล่ม

ดังตารางเปรียบเทียบข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของ อ.1 อ.2 และ บฝ. ดังนี้

***หมายเหตุ**

C = Cyan (สีน้ำเงินเขียว)

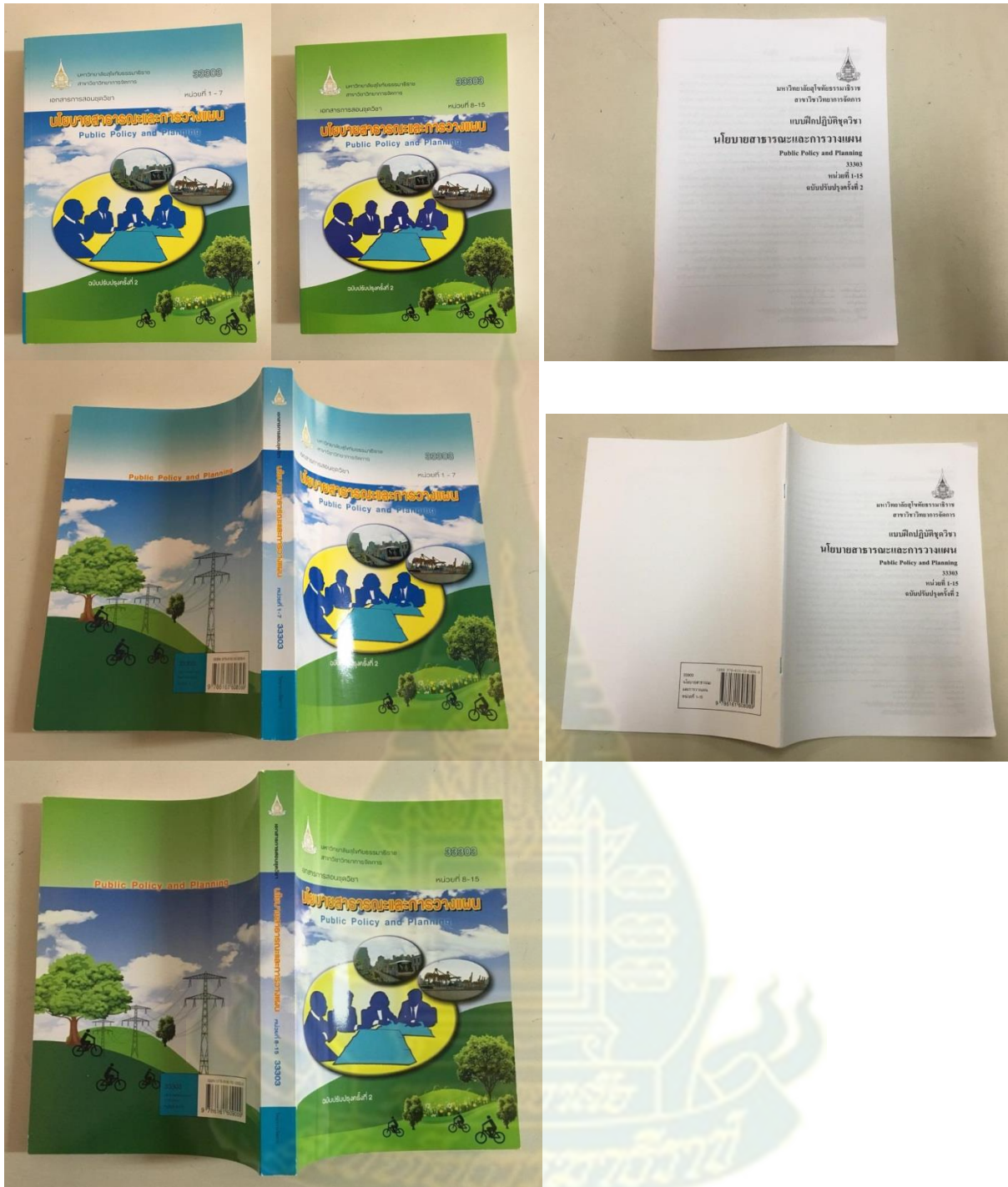
M = Magenta (สีม่วงแดง)

Y = Yellow (สีเหลือง)

K = Black (สีดำ)

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของเอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ

ข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์	อ.1	อ.2	บฝ.
ขนาดรูปเล่ม	7.5 X 10.25 นิ้ว (190 X 260 มิลลิเมตร)	7.5 X 10.25 นิ้ว (190 X 260 มิลลิเมตร)	7.5 X 10.25 นิ้ว (190 X 260 มิลลิเมตร)
จำนวนพิมพ์	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม
จำนวนหน้า	504 หน้า	504 หน้า	76 หน้า
จำนวนยก	63 ยก	63 ยก	9.5 ยก
สีที่พิมพ์เนื้อใน	1 สี (ดำ)	1 สี (ดำ)	1 สี (ดำ)
สีที่พิมพ์ปก	4 สี (C M Y K)	4 สี (C M Y K)	1 สี (ดำ)
ชนิดกระดาษเนื้อใน	ปอนด์ 70 แกรม	ปอนด์ 70 แกรม	ปอนด์ 70 แกรม
ชนิดกระดาษปก	อาร์ตการ์ด 260 แกรม	อาร์ตการ์ด 260 แกรม	ปอนด์ 70 แกรม
แม่พิมพ์เนื้อใน	ขนาดตัด 2 (790x1,030 มิลลิเมตร) - ขนาด - การวางหน้า - จำนวนแม่พิมพ์	ขนาดตัด 2 (790x1,030 มิลลิเมตร) กลับนอก 62 ยก (496 หน้า) กลับในตัว 1 ยก (8 หน้า) หน้าที่ 497-504 กลับนอก 62 แผ่น กลับในตัว 1 แผ่น	ขนาดตัด 2 (790x1,030 มิลลิเมตร) กลับนอก 8 ยก (64 หน้า) กลับในตัว 1 ยก (8 หน้า) หน้าที่ 27-30 และ 47-50 กลับในตัว 0.5 ยก (4 หน้า) หน้าที่ 25-26 และ 50-51 กลับนอก 8 แผ่น กลับในตัว (8 หน้า) 1 แผ่น กลับในตัว (4 หน้า) 1 แผ่น
แม่พิมพ์ปก	- ขนาด - จำนวน	ขนาดตัด 5 (525x459 มิลลิเมตร) 4 แผ่น (C M Y K)	-
การพับเนื้อใน	พับ 3 (496 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 155,000 แผ่น	พับ 3 (496 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 155,000 แผ่น	พับ 3 (64 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 20,000 แผ่น
	พับ 2 (8 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 5,000 แผ่น	พับ 2 (8 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 5,000 แผ่น	ผ่า 2 พับ 2 (8 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 5,000 แผ่น
	-	-	ผ่า 4 พับ 1 (4 หน้า/เล่ม) จำนวนแผ่นที่พับ 5,000 แผ่น
การเคลือบปก	เคลือบยูวี	เคลือบยูวี	-
การเก็บเล่ม	แบบซ้อน	แบบซ้อน	แบบสอด
การทำเล่ม	ไสสันทากาว	ไสสันทากาว	เย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เข็ม



เอกสารการสอนเล่ม 1



เอกสารการสอนเล่ม 2



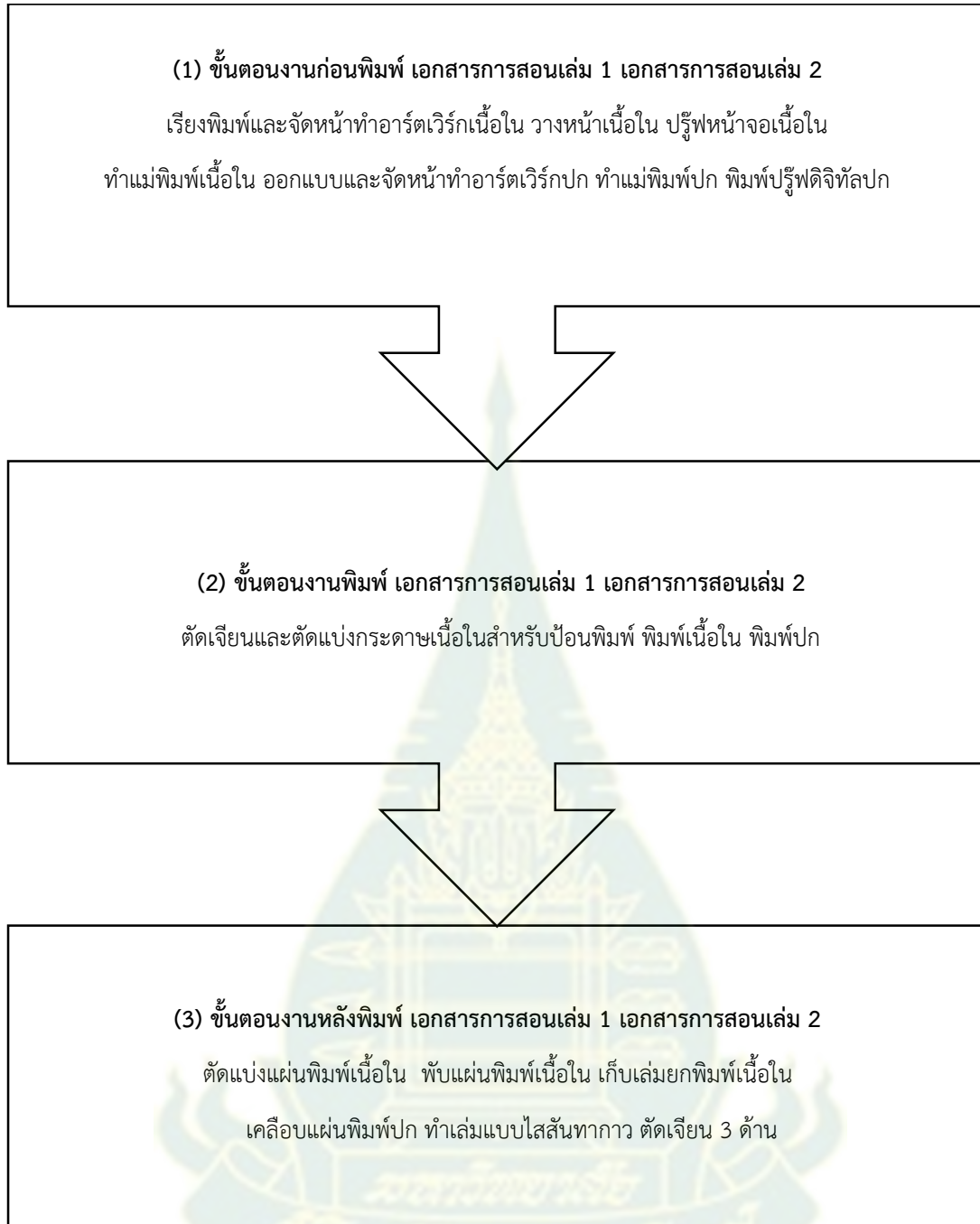
แบบฝึกปฏิบัติ

ภาพที่ 3.3 ขอบเขตระบบของเอกสารการสอนชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผนที่ประกอบด้วย เอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ

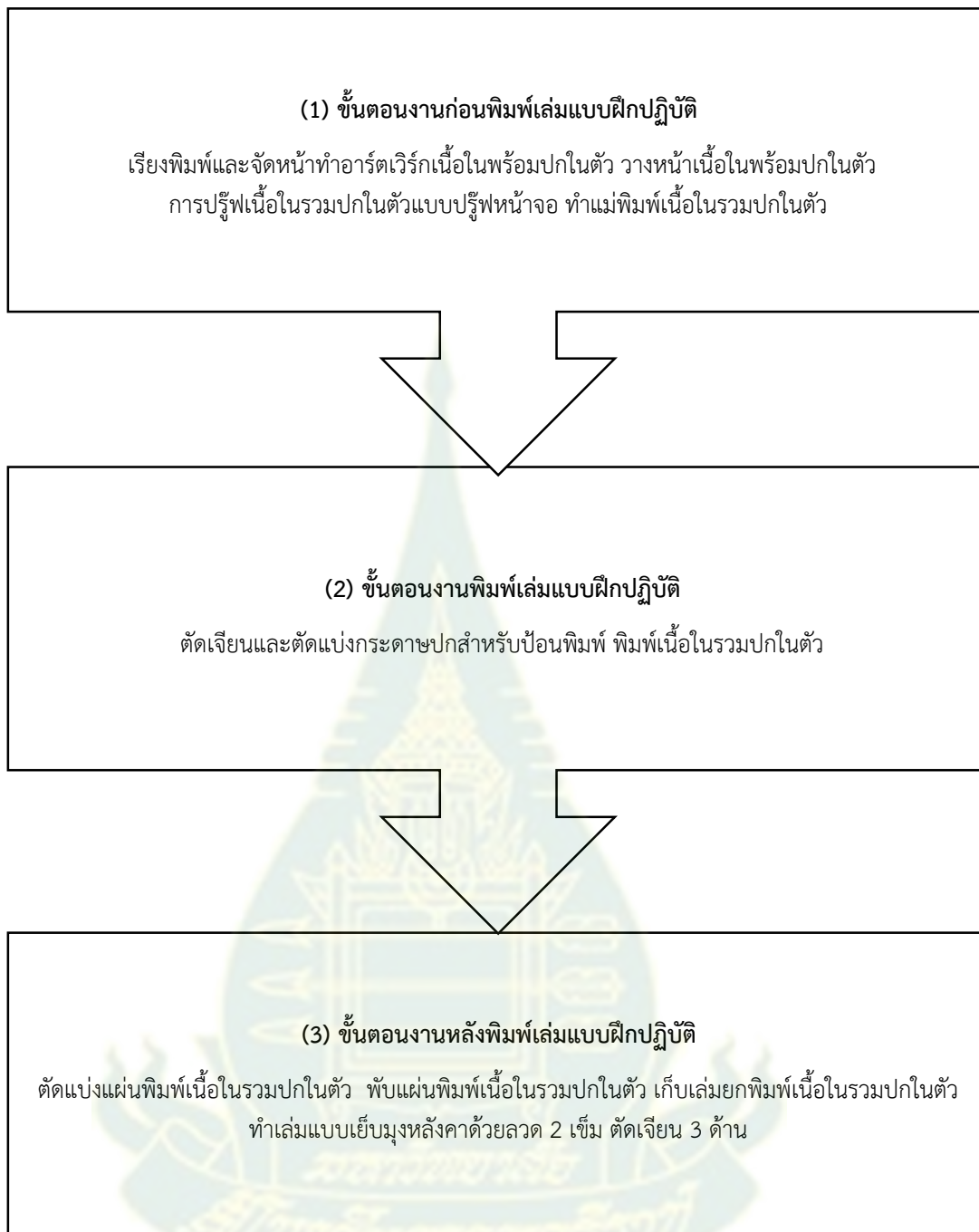
ทั้งนี้การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นต์ครั้งนี้ไม่ครอบคลุมงานก่อนกระบวนการพิมพ์ขั้นตอนอื่น ๆ ที่เหลือ ซึ่งไม่ได้ทำในโรงพิมพ์ และเป็นงานที่สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชได้กำหนดไว้อยู่แล้วไม่ว่าจะเป็น (1) งานกำหนดแนวคิดเพื่อผลิตสิ่งพิมพ์ กับ (2) งานศึกษากลุ่มเป้าหมายซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์สื่อสิ่งพิมพ์ สำหรับนักศึกษาและผู้เรียนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชเป็นหลัก (3) งานออกแบบเนื้อในเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติที่กำหนดไว้แล้วให้ทำในรูปแบบเดียวกันสำหรับทุกชุดวิชา และ (4) งานเตรียมเนื้อความ กับงานเตรียมภาพประกอบ ซึ่งก็คือ งานเตรียมต้นฉบับซึ่งผู้เขียนและคณะกรรมการกลุ่มผลิตหรือกลุ่มปรับปรุง ชุดวิชามีบทบาทรับผิดชอบพิจารณาและกลั่นกรองร่วมกันก่อนส่งมาที่สำนักพิมพ์

โดยขอบเขตระบบของเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ครอบคลุมการทำงานขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต อ.1 อ.2 และ บฝ.แสดงในภาพที่ 4.2 (ก) และ (ข)





ภาพที่ 3.4 (ก) รายละเอียดของขอบเขตระบบของเอกสารการสอนชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน
ที่เอกสารการสอนเล่ม 1 เอกสารการสอนเล่ม 2



ภาพที่ 3.4 (ข) รายละเอียดของขอบเขตระบบของเอกสารการสอนชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน

เล่มแบบฝึกปฏิบัติ

จะเห็นได้ว่า ขอบเขตระบบของเอกสารการสอนชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผนทั้งสามเล่ม ได้แก่ อ.1 อ.2 และ บฝ. ประกอบขั้นตอนการทำงานใน 3 งานหลัก ได้แก่ งานก่อนพิมพ์ งานพิมพ์ และงานหลังพิมพ์ตามลำดับ

สำหรับขอบเขตระบบของเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ได้แก่

- 1) งานก่อนพิมพ์ ประกอบด้วยงานก่อนพิมพ์ อ.1 และ อ.2 กับ งานก่อนพิมพ์ บฝ. ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงงานงานในกระบวนการพิมพ์เอกสารการสอนเล่ม 1 และเอกสารการสอนเล่ม 2

งานก่อนพิมพ์ อ.1 และ อ.2 มี 7 งาน	งานก่อนพิมพ์ บฝ. มี 4 งาน
1) การเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อใน	1) การเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปกในตัว
2) การวางหน้าเนื้อใน	2) การวางหน้าเนื้อในพร้อมปกในตัว
3) การปรับเนื้อในแบบพิสูจน์หน้าจอ (soft proof)	3) การปรับเนื้อในรวมปกในตัวแบบพิสูจน์หน้าจอ
4) การทำแม่พิมพ์เนื้อใน	4) การทำแม่พิมพ์เนื้อในรวมปกในตัว
5) การออกแบบและจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กปก	
6) การทำแม่พิมพ์ปก	
7) การปรับปกแบบพิมพ์แผ่นพิสูจน์ดิจิทัล (hard proof)	

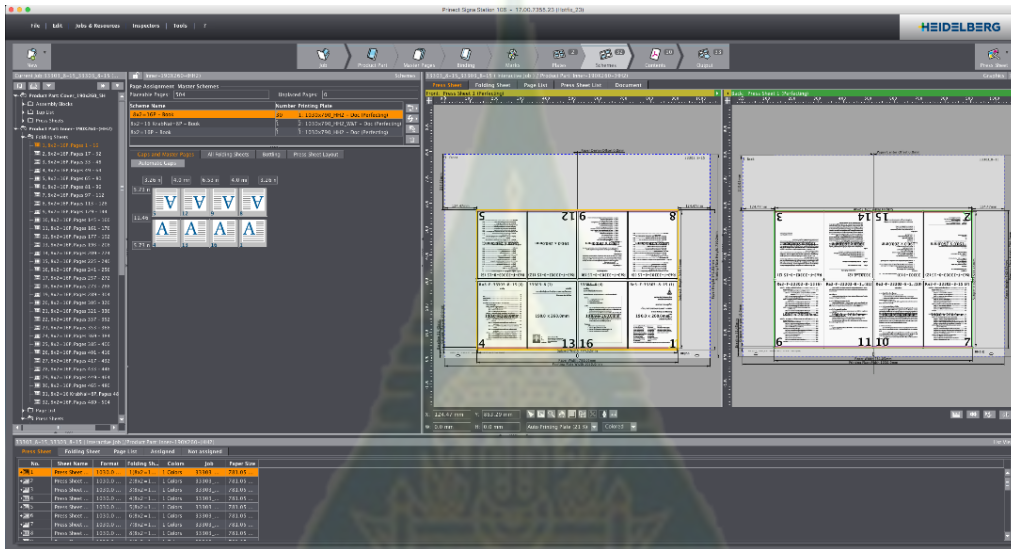
การทำงานเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อในของเอกสารการสอนทั้ง 2 เล่ม กับงานจัดหน้าอาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปกของแบบฝึกปฏิบัติ (หนังสือแบบปกในตัว) ดำเนินการตามรูปแบบการจัดหน้าที่ได้ออกแบบและกำหนดไว้แล้วในคู่มือแบบแผนการบรรณาธิการฯ ซึ่งเป็นหน้าที่ของหน่วยจัดหน้าชุดวิชา ฝ่ายจัดพิมพ์ โดยการทำงานจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์ก เป็นงานจัดการเนื้อความ อาทิ รูปแบบและขนาดตัวอักษรหรือฟอนต์ (font) ระยะระหว่างบรรทัด ระยะย่อหน้า จำนวนคอลัมน์ ระยะระหว่างคอลัมน์ แล้วประกอบเนื้อความที่จัดการกับภาพประกอบทั้งที่เป็นภาพถ่าย ภาพวาดลายเส้น ภาพกราฟิก และภาพตกแต่ง ที่หน่วยศิลปะ ฝ่ายจัดพิมพ์จัดทำไว้ให้สำหรับแต่ละหน้า โดยมีหน่วยบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการ ช่วยทำงานพิสูจน์อักษรและตรวจสอบความถูกต้องของอาร์ตเวิร์กแต่ละหน้าตามคู่มือแบบแผนการบรรณาธิการฯ ก่อนส่งไปวางหน้าและทำแม่พิมพ์

การทำงานออกแบบและทำอาร์ตเวิร์กปกหนังสือของเอกสารการสอนทั้งสองเล่ม เป็นการออกแบบกราฟิกบนปกด้านนอกทั้งปกหน้า ปกหลัง รวมสันปก ให้เหมาะกับคำอธิบายชุดวิชา เนื้อหาหลักของชุดวิชา และโครงสร้างขนาดรูปเล่มของหนังสือ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น Mac Pro PRT 37 (B2) (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.4 kW) ทั้งนี้องค์ประกอบด้านกราฟิกบนปกเอกสารการสอนเล่ม 1 และเล่ม 2 อาทิ รูปแบบและขนาดตัวพิมพ์ ภาพประกอบต่าง ๆ นั้น ออกแบบให้เหมือนกัน แต่กำหนดสีของปกให้แตกต่างกัน โดยเป็นหน้าที่ของหน่วยศิลปะ ฝ่ายจัดพิมพ์ การปรับสีของปกเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบโดยเป็นการปรับหน้าจอและมีการพิมพ์สีเดียว (ดำ) ขนาด A3 ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์รุ่น Lexmark W 850 แล้วส่งไปให้เจ้าหน้าที่พิสูจน์อักษร หน่วยบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการเป็นผู้ปรับข้อความและภาพ

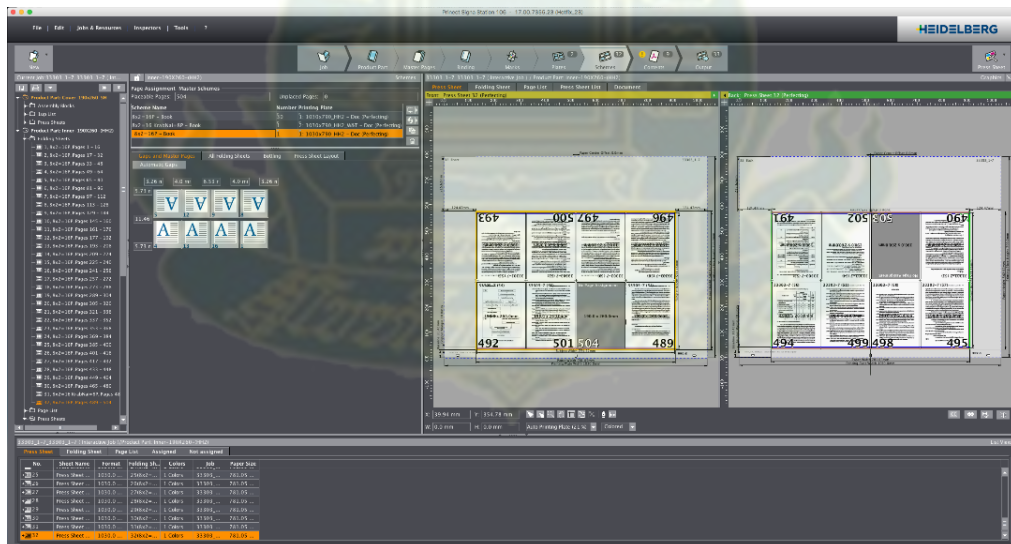
การวางหน้าเนื้อในของ อ.1 อ.2 และ บฟ. สัมพันธ์กับการตัดแบ่งแผ่นพิมพ์ การพับแผ่นพิมพ์เป็นยก และการเก็บยกพิมพ์

แผ่นพิมพ์เนื้อใน อ.1 และ อ.2 มีการวางหน้า 2 แบบ คือ

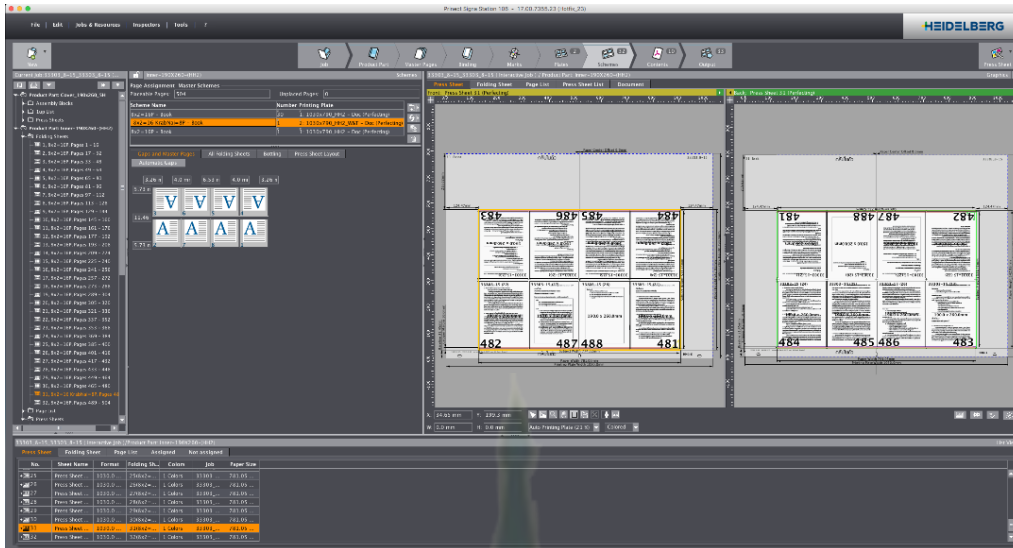
- วางหน้าแบบกลับนอก 62 ยก (496 หน้า) ซึ่งไม่ต้องตัดแบ่ง แต่นำไปพับ 3 (พับมุมฉาก 3 ครั้ง) ได้เลย
- วางหน้าแบบกลับในตัว สำหรับยกก่อนยกสุดท้าย ที่มีการตัดแบ่งแบบผ่า 2 นำไปพับ ซึ่งหมายถึง การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในขนาดตัดสองที่วางหน้าแบบกลับในตัว แต่ละแผ่นผ่าครึ่งให้เป็นขนาดตัด 4 ได้จำนวน 2 แผ่น แต่ละชั้นมี 8 หน้า ได้แก่ หน้าที่มีเลขหน้าตั้งแต่ 481-488 นำแผ่นพิมพ์ที่ตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 4 แล้วไปเข้าเครื่องพับเพื่อพับ 2 คือ พับแบบมุมฉาก 2 ครั้ง



ก. วางหน้าแบบกลับนอก ยกแรก ขนาดตัด 2 จำนวน 16 หน้า หน้า 1-16



ข. วางหน้าแบบกลับนอก ยกสุดท้าย ขนาดตัด 2 จำนวน 16 หน้า หน้า 490-504

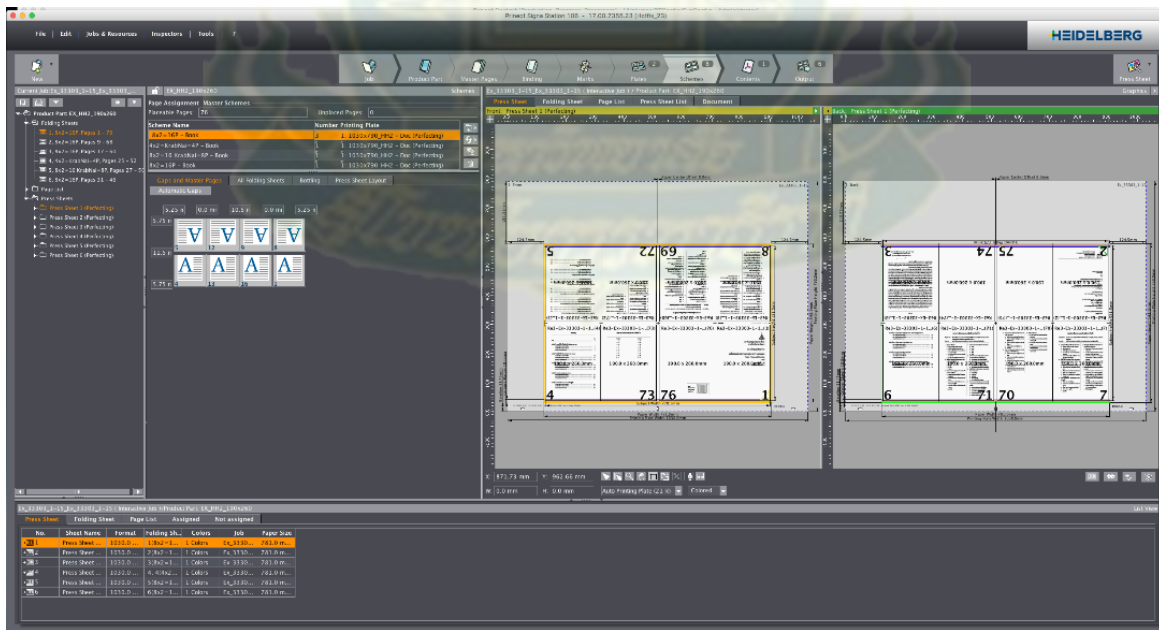


ค. วางหน้าแบบกลับในตัว ยกก่อนยกสุดท้าย ขนาดตัด 4 จำนวน 8 หน้า หน้า 481-488

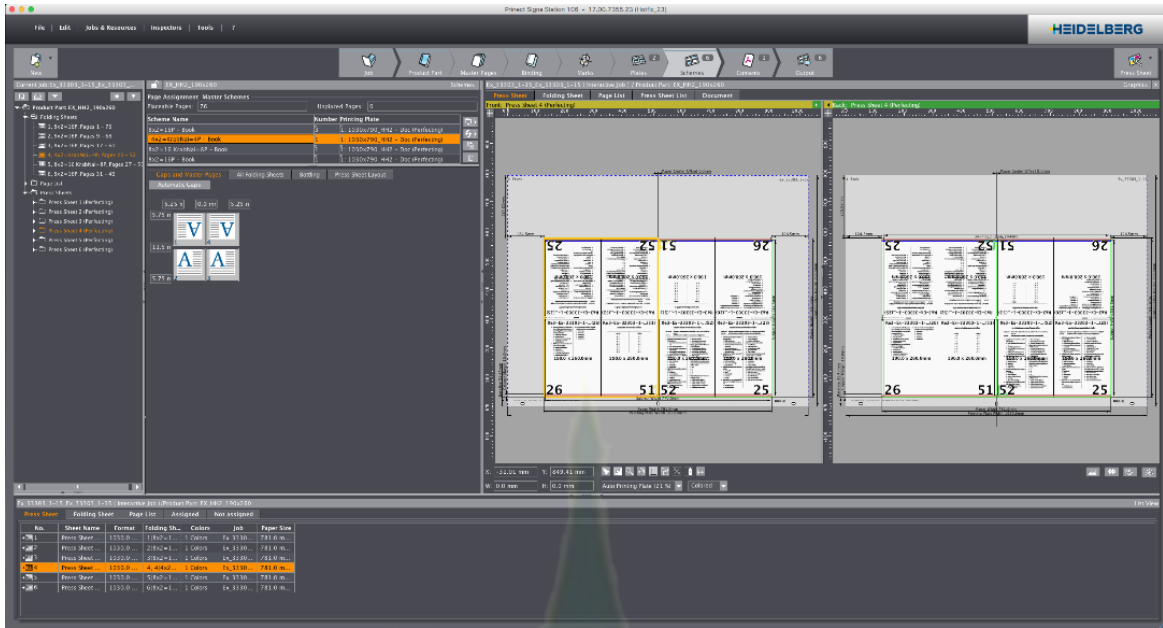
ภาพที่ 4.5 การวางหน้าเนื้อในของ อ.1 และ อ.2

แผ่นพิมพ์เนื้อในรวมปก ของ บฟ. มีการวางหน้า 2 แบบ คือ

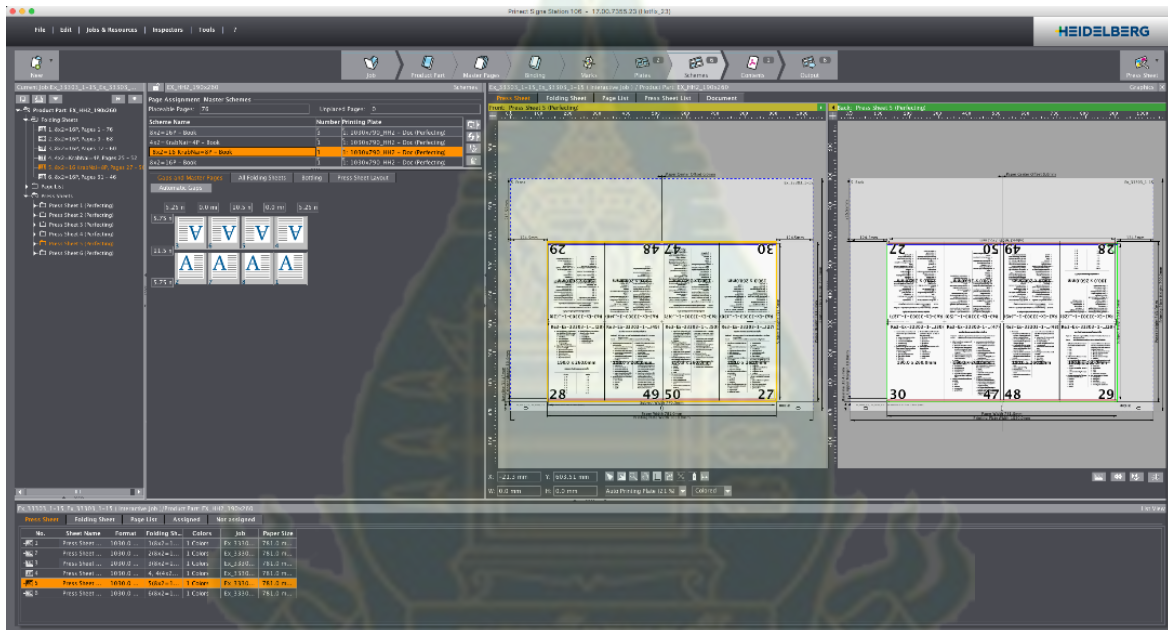
- วางหน้าแบบกลับนอกขนาดตัด 2 8 ยก (64 หน้า) ไม่ต้องตัดแบ่ง
- วางหน้าแบบกลับในตัว ได้แก่ แผ่นพิมพ์ขนาดตัด 2 นำไปพับ 3 โดยพับมุมจาก 3 ครั้ง ที่นำไปตัดแบ่งแบบผ่า 4 พับ 1 ซึ่งหมายถึง การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์ให้เป็นขนาดตัด 5 จำนวน 4 ชั้น แต่ละชั้นมี 4 หน้า ประกอบด้วยหน้าที่มีเลขหน้า 25-26 และ 50-51 นำแผ่นพิมพ์ที่ตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 5 แล้วไปเข้าเครื่องพับเพื่อพับแบบ 1 รอยพับ (พับ 1 ครั้ง) และแผ่นพิมพ์ที่นำไปตัดแบ่งแบบผ่า 2 พับ 2 ได้เป็นขนาดตัด 4 จำนวน 2 ชั้น แต่ละชั้นมี 8 หน้า ประกอบด้วยหน้าที่มีเลขหน้า 27-30 และ 47-50 นำแผ่นพิมพ์ที่ตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 4 แล้วไปเข้าเครื่องพับเพื่อพับ 2



ก. วางหน้าแบบกลับนอก ยกแรก ขนาดตัด 2 จำนวน 16 หน้า หน้า 1-8, 69-76



ข. วางหน้าแบบกลับในตัว ยกที่ 4 ขนาด ตัด 5 ฝ่า 4 พับ 1 จำนวน 4 หน้า หน้าที่ 25, 26, 50, 51



ค. วางหน้าแบบกลับในตัว ยกที่ 5 ขนาดตัด 4 ฝ่า 2 พับ 2 จำนวน 8 หน้า หน้าที่ 27-30, 47-50

ภาพที่ 3.6 การวางหน้าเนื้อในของ บฝ.

การวางหน้าเนื้อใน การปรับปรุงเนื้อในแบบปรับปรุงหน้าจอ การทำแม่พิมพ์เนื้อใน การออกแบบและจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กปก และการทำแม่พิมพ์ปก มีรายละเอียดตามข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของอ.1 อ.2 และ บฝ. ที่ระบุในภาคผนวกที่ 1

เครื่องที่ใช้ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์สำหรับการผลิต อ.1 อ.2 และ บฝ. ของชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ได้แก่

(1) เครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่น iMac (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.4 kW) และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ สีเดียว (ดำ) รุ่น LEXMARK (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 360 W) ใช้ในการออกแบบและพิมพ์อาร์ตเวิร์กเนื้อในกับปกของ อ.1 และ อ.2 กับอาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปกของ บฝ.

(2) เครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP (computer to plate) รุ่น HEIDELBERG Suprasetter 106 (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 54kW) ใช้ในการทำแม่พิมพ์เนื้อใน การทำแม่พิมพ์ปก ของ อ.1 และ อ.2 กับ การทำแม่พิมพ์เนื้อในรวมปกของ บฝ

คุณลักษณะสำคัญของเครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP มีดังนี้

- เป็นเครื่องสร้างภาพบนแม่พิมพ์แบบ external drum ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ชนิดให้ความร้อน (thermal laser) และต่อพ่วง (in line) กับเครื่องล้างแม่พิมพ์อัตโนมัติ

- ต่อพ่วง (in line) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ RIP Server และเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับวางหน้าเพื่อทำแม่พิมพ์พร้อมโปรแกรมวางหน้าหนังสือเล่มและงานพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไป (imposition program) เพื่อทำแม่พิมพ์

- ขนาดแม่พิมพ์ที่ใช้ ใหญ่สุดไม่น้อยกว่า 1140 x 930 มิลลิเมตร เล็กสุดไม่มากกว่า 450 x 370

มิลลิเมตร

- ขนาดพื้นที่สร้างภาพบนแม่พิมพ์ ใหญ่สุดไม่น้อยกว่า 1140 x 910 มิลลิเมตร เล็กสุดไม่มากกว่า 450 x 350

มิลลิเมตร

- ความหนาของแม่พิมพ์ระหว่าง 0.15 - 0.30 มิลลิเมตร

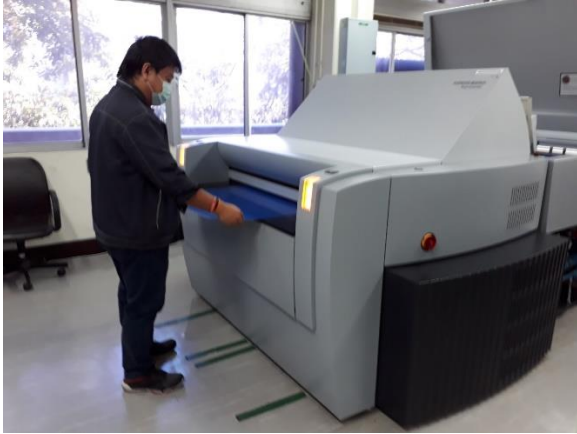
- ความเร็วในการถ่ายแม่พิมพ์ไม่ต่ำกว่า 20 แผ่นต่อชั่วโมง

- ความละเอียดในการถ่ายแม่พิมพ์ไม่น้อยกว่า 2400 จุดต่อนิ้ว ที่ขนาดภาพ 1020 x 700 มิลลิเมตร

บนแม่พิมพ์ขนาด 1030 x 800 มิลลิเมตร



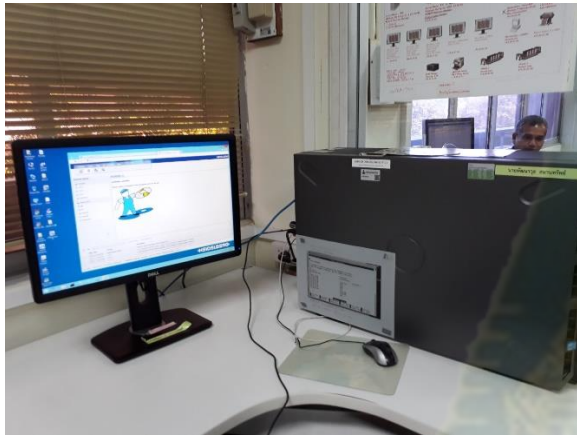
เครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP



การป้อนแม่พิมพ์เพื่อสร้างภาพของเครื่องทำแม่พิมพ์ CTP



เครื่องล้างแม่พิมพ์อัตโนมัติ



เครื่องคอมพิวเตอร์ RIP Server



เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับวางหน้าพร้อมโปรแกรมวางหน้า และใช้ในการปรับเนื้อใน ของ 0.1 และ 0.2 กับการปรับเนื้อในรวมปกของ บฉ. แบบปรับหน้าจ่อ

ภาพที่ 3.7 ชุดเครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP รุ่น HEIDELBERG Suprasetter 106

(3) เครื่องพิมพ์ดิจิทัลที่ใช้พิมพ์แผ่นปรับปก 0.1 และ 0.2 เป็นเครื่องพิมพ์พ่นหมึกรุ่น EPSON STYLUS Pro 9900 (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.0 kW) ที่พิมพ์ได้ 12 สี พร้อมตู้ไฟสำหรับตรวจสอบคุณภาพแผ่นปรับ



ภาพที่ 3.8 เครื่องพิมพ์พ่นหมึกรุ่น EPSON STYLUS Pro 9900

2) งานพิมพ์ ประกอบด้วย งานพิมพ์ อ.1 และ อ.2 มี 3 งาน ได้แก่ 1) การตัดเจียนและตัดแบ่งกระดาษเนื้อในสำหรับป้อนพิมพ์ 2) การพิมพ์เนื้อใน และการพิมพ์ปก และงานพิมพ์ บฝ. มี 2 งาน ได้แก่ 1) การตัดเจียนและตัดแบ่งกระดาษปกสำหรับป้อนพิมพ์ และ 2) การพิมพ์เนื้อในรวมปก

การตัดเจียนและตัดแบ่งกระดาษเนื้อใน อ.1 อ.2 และ บฝ. สำหรับป้อนพิมพ์ ประกอบด้วยการตัดเจียนขอบกระดาษขนาดตัด 1 และตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 2 ซึ่งเป็นขนาดป้อนพิมพ์

การตัดเจียนและตัดแบ่งกระดาษปก อ.1 และ อ.2 สำหรับป้อนพิมพ์ ประกอบด้วยการตัดเจียนขอบกระดาษขนาด 25 X 36 นิ้ว และตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 5 ซึ่งเป็นขนาดป้อนพิมพ์

การพิมพ์เนื้อใน อ.1 และ อ.2 การพิมพ์ปก อ.1 และ อ.2 และการพิมพ์เนื้อในรวมปก บฝ. มีจำนวนพิมพ์ชนิดกระดาษ และสีของหมึกที่พิมพ์ตามข้อมูลการผลิตสิ่งพิมพ์ของอ.1 อ.2 และ บฝ. ที่ระบุในภาคผนวกที่ 1

เครื่องที่ใช้ในขั้นตอนงานพิมพ์สำหรับการผลิต อ.1 อ.2 และ บฝ. ชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ได้แก่

(1) เครื่องตัดใบมีดเดี่ยวหรือเครื่องตัดด้านเดียว รุ่น Perfecta 115TS (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 10.0 kW) ใช้ในการตัดเจียนและตัดแบ่งกระดาษเนื้อในและปกสำหรับป้อนพิมพ์ คุณลักษณะสำคัญของเครื่องตัดใบมีดเดี่ยว รุ่น Perfecta 115TS มีดังนี้ ควบคุมและสั่งงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ผ่านหน้าจอแสดงผล LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว เป็นระบบสัมผัส (touch screen) สามารถตั้งโปรแกรมการตัดและเก็บข้อมูลได้



ภาพที่ 3.9 เครื่องตัดใบมีดเดี่ยว รุ่น Perfecta 115TS

(2) เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น 2 สี (2 หน่วยพิมพ์) ขนาดตัด 2 ใช้ในการพิมพ์เนื้อใน อ.1 และ อ.2 กับการพิมพ์เนื้อในรวมปกของ บฝ. จำนวน 2 เครื่อง คือ เครื่องพิมพ์รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SM 102-2P (รหัสเครื่อง HH2) และ เครื่องพิมพ์รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 102-2P (รหัสเครื่อง HH3) (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 30.0 kW)

เครื่องพิมพ์ HH2 และ HH3 เป็นเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นที่มี 2 หน่วยพิมพ์ เรียงต่อกันในแนวนอน (unit type) โครงสร้างหน่วยพิมพ์เป็นแบบสามโม ได้แก่ โมแม่พิมพ์ โมผ้ายาง และโมกดพิมพ์ หน่วยพิมพ์ทั้งสองหน่วยสามารถพิมพ์ 2 สี บนกระดาษด้านเดียว (stringy) หรือ พิมพ์สีเดียวบนกระดาษสองด้าน (perfecting โดยหน่วยพิมพ์ที่ 1 พิมพ์ด้านแรก แล้วส่งต่อไปที่อุปกรณ์กลับกระดาษ คือ โมรับส่งกระดาษ (transfer cylinder) ที่มีอยู่ระหว่างหน่วยพิมพ์ที่ 1 และ 2 ช่วยกลับแผ่นพิมพ์อีกด้านหนึ่งที่ยังไม่พิมพ์ขึ้นเพื่อส่งเข้าพิมพ์ที่หน่วยพิมพ์ที่ 2 หน่วยป้อนกระดาษเป็นแบบซ้อนเหลื่อม ใช้ระบบหมึกแบบต่อเนื่อง และระบบทำขึ้นแบบต่อเนื่องที่ใช้แอลกอฮอล์ผสมในน้ำยาฟาว์เทน ลักษณะงานพิมพ์เนื้อในส่วนใหญ่เป็นงานพิมพ์ลายเส้นสีเดียว (ดำ) ได้แก่ ตัวอักษรกับภาพประกอบลายเส้น และงานพิมพ์ภาพประกอบที่เป็นภาพสกรีนสีเดียว (ดำ)

เครื่องพิมพ์ HH2 (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SM 102-2P) มีคุณลักษณะสำคัญดังนี้

- พิมพ์ได้ 2 ระบบ คือ ระบบพิมพ์ด้านเดียวหรือหน้าเดียว 2 สี (stringy) และระบบพิมพ์สีเดียว 2 ด้าน หรือ 2 หน้า (perfecting)
- ขนาดกระดาษใหญ่สุด 28.35 x 40.16 นิ้ว (720 X 1020 มิลลิเมตร)
- ขนาดกระดาษเล็กสุด พิมพ์หน้าเดียว 13.39 x 18.90 นิ้ว (340 X 480 มิลลิเมตร)
- ขนาดกระดาษเล็กสุด พิมพ์ 2 หน้า 15.75 x 18.90 นิ้ว (400 X 480 มิลลิเมตร)
- ขนาดแม่พิมพ์ 31.10 X 40.16 นิ้ว (790 X 1030 มิลลิเมตร)
- ความเร็วในการพิมพ์ 13,000 เทียบพิมพ์/ชั่วโมง
- พื้นที่พิมพ์ใหญ่สุด 27.56 x 40.16 นิ้ว (700 X 1020 มิลลิเมตร)

เครื่องพิมพ์ HH3 (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 102-2P) มีคุณลักษณะสำคัญเช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์ HH2 ยกเว้นข้อต่อไปนี้

- ขนาดกระดาษเล็กสุด พิมพ์หน้าเดียว 15.75 X 18.90 นิ้ว (400 X 480 มิลลิเมตร)
- ความเร็วในการพิมพ์ 14,000 เทียบพิมพ์/ชั่วโมง



ได้ควบคุมคุณภาพและส่วนป้อน



ส่วนป้อนและส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 2 หน่วยพิมพ์



ส่วนรับ



ส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 2 หน่วยพิมพ์ และส่วนรับ

ภาพที่ 3.10 เครื่องพิมพ์ HH2 (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SM 102-2P)



โต๊ะควบคุมคุณภาพ



ส่วนป้อน



โต๊ะควบคุมคุณภาพและส่วนรับ



ส่วนรับ ส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 2 หน่วยพิมพ์ ส่วนป้อน



ส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 2 หน่วยพิมพ์ และส่วนป้อน



ส่วนป้อน

ภาพที่ 3.11 เครื่องพิมพ์ HH3 (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 102-2P)

(3) เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น 4 สี (4 หน่วยพิมพ์) ขนาดตัด 5 ใช้ในการพิมพ์ปก อ.1 และ อ.2 คือ เครื่องพิมพ์รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 52 (รหัสเครื่อง 5H) (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 30.0 kW)

เครื่องพิมพ์ 5H เป็นเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น ส่วนพิมพ์มี 4 หน่วยพิมพ์ เรียงต่อกันในแนวนอน โครงสร้างหน่วยพิมพ์เป็นแบบสามโม ได้แก่ โมแม่พิมพ์ โมผ้ายาง และโมกดพิมพ์ หน่วยพิมพ์ทั้งสี่หน่วยสามารถพิมพ์ 4 สี ต่อเนื่องกัน บนกระดาษด้านเดียว หน่วยป้อนกระดาษเป็นแบบซ้อนเหลื่อม ใช้ระบบหมึกและระบบทำสีแบบ Anicolor ที่ใช้แอลกอฮอล์ผสมในน้ำยาฟาว์นเทน ลักษณะงานพิมพ์ปกเป็นงานพิมพ์ภาพสกรีนแบบสอดสี 4 สี ใช้หมึกพิมพ์ชุดสี่สี (process color: C M Y K) ที่ประกอบด้วยหมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว (C, cyan) ม่วงแดง (M, magenta) เหลือง (Y, yellow) และดำ (K, black)

เครื่องพิมพ์ 5H (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 52) มีคุณลักษณะสำคัญ ดังนี้

- ระบบพิมพ์ด้าน/หน้าเดียว 4 สี
- ขนาดกระดาษใหญ่สุด 14.57 X 20.47 นิ้ว (370 X 520 มิลลิเมตร)
- ขนาดกระดาษเล็กสุด 4.13 X 5.71 นิ้ว (105 X 145 มิลลิเมตร)
- พื้นที่พิมพ์ใหญ่สุด 14.17 X 20.47 นิ้ว (360 X 520 มิลลิเมตร)
- ขนาดแม่พิมพ์ 18.07 X 20.67 นิ้ว (459 X 525 มิลลิเมตร)
- ความเร็วในการพิมพ์ 15,000 เทียบพิมพ์/ชั่วโมง



ส่วนรับ ส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 4 หน่วยพิมพ์



ส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 4 หน่วยพิมพ์และส่วนป้อน



ส่วนป้อน





โตไฟสำหรับควบคุมการทำงานและคุณภาพ ส่วนรับที่ต่อกับส่วนพิมพ์แบบแนวนอน 4 หน่วยพิมพ์

ภาพที่ 3.12 เครื่องพิมพ์ 5H (รุ่น HEIDELBERG Speedmaster SX 52)

เครื่องพิมพ์ HH2 HH3 และเครื่องพิมพ์ 5H มีการติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยลดเวลาในการเตรียมพร้อมพิมพ์ ลดเวลาในการพิมพ์ และลดการสูญเสียกระดาษ และช่วยในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ได้แก่ อุปกรณ์ป้องกันกระดาษต่อเนื่อง อุปกรณ์ตั้งขนาดกระดาษอัตโนมัติที่สั่งการจากกดปุ่มบนจอสัมผัสของโต๊ะควบคุมวิถีไกลได้ อุปกรณ์เปลี่ยน (ถอดและใส่) แม่พิมพ์กึ่งอัตโนมัติ อุปกรณ์ปรับปริมาณหมึกวิถีไกล ระบบทำขึ้นแบบใช้แอลกอฮอล์ผสมในน้ำยาฟาว์เทนที่จ่ายต่อเนื่องอัตโนมัติ อุปกรณ์ล้างฝ้ายางอัตโนมัติ ติดตั้งบนทุกหน่วยพิมพ์ และอุปกรณ์ล้างชุดลูกกลิ้งหมึกอัตโนมัติ อุปกรณ์เสริมเหล่านี้จึงช่วยให้การทำงานเตรียมพร้อมพิมพ์ การพิมพ์ และการควบคุมคุณภาพรวดเร็วขึ้นมาก

ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) ระบบควบคุมการทำงานวิถีไกล (2) จอภาพแสดงผลข้อมูลรายละเอียดการทำงาน (3) หน่วยบันทึกข้อมูลงานพิมพ์ (4) โคมไฟให้แสงสว่างมาตรฐาน (D50) สำหรับดูสีงานพิมพ์ (5) อุปกรณ์สำรองไฟสำหรับระบบควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ และแสดงสถานะข้อมูล ดังต่อไปนี้ (1) การควบคุมปริมาณการจ่ายหมึก และสามารถปรับบริเวณการจ่ายหมึกเฉพาะพื้นที่ (Ink-Zone) (2) การกำหนดและควบคุมจำนวนแผ่นพิมพ์ การควบคุมฉากข้างให้สอดคล้องกับข้อมูลขนาดกระดาษที่ใช้พิมพ์ที่ป้อนข้อมูล (3) การปรับตั้งแรงกดพิมพ์ให้สอดคล้องกับข้อมูลความหนาของกระดาษที่ป้อนข้อมูล (4) การปรับตำแหน่งโมแม่พิมพ์เพื่อควบคุมตำแหน่งภาพพิมพ์ (register) ได้อย่างน้อย 3 ทิศทาง คือในแนวซ้าย-ขวา แนวนบน-ล่าง และแนวทแยง

3) งานหลังพิมพ์ ประกอบด้วยงานหลังพิมพ์ อ.1 และ อ.2 กับ งานหลังพิมพ์ บฟ. ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงงานงานในกระบวนการพิมพ์แบบฝึกปฏิบัติ

งานหลังพิมพ์ อ.1 และ อ.2 มี 6 งาน	งานหลังพิมพ์ บ.ฝ. มี 5 งาน
1) การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อใน	1) การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อใน
2) การพับแผ่นพิมพ์เนื้อใน	2) การพับแผ่นพิมพ์เนื้อในรวมปก
3) การเก็บเล่ม (เก็บยกพิมพ์เนื้อในแบบซ้อน)	3) การเก็บเล่ม (เก็บยกพิมพ์เนื้อในรวมปกแบบสอด)
4) การเคลือบยูวีแผ่นพิมพ์ปก	-
5) การทำเล่มแบบไสสันทากาว	4) การทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เข็ม
6) การตัดเจียน 3 ด้าน	5) การตัดเจียน 3 ด้าน

การตัดแบ่งและการพับแผ่นพิมพ์ แผ่นพิมพ์เนื้อใน อ.1 และ อ.2 ที่วางหน้าแบบกลับนอก 62 ยก (496 หน้า) ไม่ต้องตัดแบ่ง ยกเว้นยกก่อนยกสุดท้าย มีการตัดแบ่งแบบผ่า 2 พับ 2 ซึ่งหมายถึง การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในขนาดตัดสองที่วางหน้าแบบกลับในตัว แต่ละแผ่นผ่าครึ่งให้เป็นขนาดตัดสี่ 2 ชั้น แต่ละชั้นมี 8 หน้า ประกอบด้วยหน้าที่มีเลขหน้าตั้งแต่ 481-488 นำแผ่นพิมพ์ที่ตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 4 เพื่อเตรียมส่งไปเข้าเครื่องพับเพื่อพับแบบมูมฉาก 2 ครั้ง

แผ่นพิมพ์เนื้อใน บ.ฝ. ที่วางหน้าแบบกลับนอก 8 ยก (64 หน้า) ไม่ต้องตัดแบ่ง แผ่นพิมพ์ที่ต้องตัดแบ่งได้แก่ แผ่นที่วางหน้าแบบกลับในตัว ตัดแบ่งแบบผ่า 2 พับ 2 ได้เป็นขนาดตัด 4 จำนวน 2 ชั้น แต่ละชั้นมี 8 หน้า ประกอบด้วยหน้าที่มีเลขหน้า 27-30 และ 47-50 แผ่นพิมพ์ที่ตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 4 แล้ว จะนำไปเข้าเครื่องพับเพื่อพับแบบมูมฉาก 2 ครั้ง และแผ่นที่วางหน้าแบบกลับในตัว ตัดแบ่งแบบผ่า 4 พับ 1 ซึ่งหมายถึง การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์ให้เป็นขนาดตัด 5 จำนวน 4 ชั้น แต่ละชั้นมี 4 หน้า ประกอบด้วยหน้าที่มีเลขหน้า 25-26 และ 50-51 แผ่นพิมพ์ที่ตัดแบ่งเป็นขนาดตัด 5 แล้ว จะนำไปเข้าเครื่องพับเพื่อพับแบบ 1 รอยพับ (พับ 1 ครั้ง)

การพับแผ่นพิมพ์ งานพับเป็นยกพิมพ์ใช้เครื่องพับอัตโนมัติ (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 3.8 kW)

การเก็บเล่ม งานเก็บเล่มใช้พนักงานเก็บเล่ม โดยยกพิมพ์เอกสารการสอนเป็นการเก็บเล่มแบบซ้อน มีจำนวนกองที่ต้องตั้งเพื่อเก็บทั้งหมด 32 กอง ๆ ละ 5000 ชั้น แบ่งการเก็บเป็น 2 รอบ รอบที่ 1 กองที่ 1-16 รอบที่ 2 กองที่ 17-32 แล้วค่อยนำส่วนที่เก็บ 2 รอบมารวมกันเป็น 1 เล่ม ส่วนยกพิมพ์แบบฝึกปฏิบัติ เป็นการเก็บเล่มแบบสอด มีจำนวนกองที่ต้องตั้งเพื่อเก็บทั้งหมด 6 กอง ๆ ละ 5000 ชั้น



ภาพที่ 3.13 งานเก็บเล่มแบบซ้อนของเอกสารการสอน



ภาพที่ 3.14 งานเก็บเล่มแบบสอดของแบบฝึกปฏิบัติ

การทำงานหลังพิมพ์ของปก อ.1 และ อ.2 ประกอบด้วยงานเคลือบแผ่นพิมพ์ปกด้วยน้ำยาเคลือบยูวีและใช้เครื่องเคลือบยูวีอัตโนมัติ (เป็นงานที่จ้างทำจากภายนอก) งานตัดเจียนขอบแผ่นพิมพ์ปก แล้วนำยกพิมพ์เนื้อในที่เก็บเล่มแบบสอดแล้วกับแผ่นพิมพ์ปกที่เคลือบยูวีและตัดเจียนขอบแล้วไปทำเล่ม การทำเล่มเอกสารการสอนทั้งเล่ม 1 และเล่ม 2 ใช้วิธีไสสันทากาวด้วยเครื่องไสสันทากาว ส่วนแบบฝึกปฏิบัติที่เป็นแบบปกในตัว นำยกพิมพ์เนื้อในรวมปกที่เก็บเล่มแบบซ้อนไปทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคา 2 เข็มด้วยลวด โดยใช้เครื่องเย็บลวดอัตโนมัติ จากนั้นจึงนำตัวเล่มเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติไปตัดเจียน 3 ด้าน ด้วยเครื่องตัดแบบ 3 ใบมีด

ยกพิมพ์เนื้อในเอกสารการสอนที่เก็บเล่มแบบสอดแล้วกับแผ่นพิมพ์ปกที่เคลือบยูวีและตัดเจียนขอบแล้วไปทำเล่ม การทำเล่มเอกสารการสอนทั้งเล่ม 1 และเล่ม 2

เครื่องที่ใช้ในขั้นตอนงานหลังพิมพ์สำหรับการผลิต อ.1 อ.2 และ บฝ. ชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ได้แก่

1) เครื่องตัดใบมีดเดี่ยวหรือเครื่องตัดด้านเดียว รุ่น Perfecta 115TS (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 10.0 kW) ใช้ในการตัดเจียนและตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในบางยกของ อ.1 และ อ.2 กับ แผ่นพิมพ์เนื้อในรวมปกบางยกของ บฝ.

2) เครื่องพับ รุ่น Stahlfolder KH66/4KTL (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 3.8 kW) ใช้ในการพับแผ่นพิมพ์เนื้อในของ อ.1 และ อ.2 ประกอบด้วยแผ่นพิมพ์ขนาดตัด 2 ตัด 4 และ ตัด 5 กับแผ่นพิมพ์เนื้อในรวมปกของ บฝ. ขนาดตัด 2 และ ตัด 4

เครื่องพับ รุ่น Stahlfolder KH66/4KTL มีคุณลักษณะสำคัญดังนี้

- เป็นเครื่องพับกระดาษอัตโนมัติชนิดป้อนแผ่น
- ขนาดกระดาษใหญ่สุดที่ป้อนพับ
- ไม่น้อยกว่า 630 x 1000 มิลลิเมตร
- สามารถพับกระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานสูงสุดไม่น้อยกว่า 160 แกรม และต่ำสุดไม่มากกว่า 45 แกรม
- ความเร็วในการพับสูงสุดไม่น้อยกว่า 180 เมตร/นาที
- สามารถพับแบบผสมระหว่างแบบขนานและแบบตั้งฉาก
- มีอุปกรณ์สำหรับปรุรอยพับกระดาษ

- มีระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถปรับตั้งระยะการพับ-ควบคุมและตรวจสอบการทำงานของเครื่องพับบนหน้าจอแสดงผล



ภาพที่ 3.15 เครื่องพับ รุ่น Stahlfolder KH66/4KTL

3) เครื่องทำเล่มไสสันทากาว รุ่น Horizon System Binder SB-09S (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 20.0 kW) ใช้ในการเข้าเล่มเนื้อในกับปก อ.1 และ อ.2 ด้วยวิธีการทำเล่มแบบไสสันทากาว

เครื่องทำเล่มไสสันทากาว รุ่น Horizon System Binder SB-09S มีคุณลักษณะสำคัญดังนี้

- ความเร็วเครื่องในการทำเล่มสูงสุด 4,000 เล่มต่อชั่วโมง
- ความหนาหนังสือระหว่าง 1- 45 มิลลิเมตร
- ขนาดปกเล็กสุด 135 x 220 มิลลิเมตร
- ขนาดปกใหญ่สุด 400 x 660 มิลลิเมตร



ภาพที่ 3.16 เครื่องไสเส้นทากาว รุ่น Horizon System Binder SB-09S

4) เครื่องทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด รุ่น Saddle Stitcher Model S-450 (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.7 kW) ใช้ในการเข้าเล่มเนื้อในรวมปกของ บพ. ด้วยวิธีการทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาหรือเย็บอกด้วยลวด 2 เข็ม (ไม่มีข้อมูลคุณลักษณะของเครื่อง เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีอายุการใช้งานนาน)



ภาพที่ 3.17 เครื่องทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด รุ่น Saddle Stitcher Model S-450

5) เครื่องตัด 3 ใบมีด หรือเครื่องตัดเจียน 3 ด้าน รุ่น Perfecta Circuit-F (กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 10.0 kW) เป็นเครื่องตัดเจียนรูปเล่มหนังสือ แบบตัดสามด้านอัตโนมัติ มีคุณลักษณะสำคัญดังนี้

- ตัดเจียนรูปเล่มหนังสือขนาดเล็กสุด ตั้งแต่ 105 X 145 มิลลิเมตรขึ้นไป
- ตัดเจียนรูปเล่มหนังสือขนาดใหญ่สุด ไม่น้อยกว่า 300 X 360 มิลลิเมตร
- ความหนาของหนังสือที่สามารถป้อนเข้าตัดได้ ไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร
- ความเร็วสูงสุด ไม่น้อยกว่า 1500 รอบต่อชั่วโมง
- ป้อนได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบป้อนด้วยมือ



ภาพที่ 3.18 เครื่องตัด 3 ไบมีต รุ่น Perfecta Circuit-F

3.1.2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา

เป็นการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ที่ประกอบด้วย เอกสารการสอนเล่มที่ 1 จำนวน 504 หน้า เอกสารการสอนเล่มที่ 2 จำนวน 504 หน้า และแบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 76 หน้า รวม 3 เล่ม

3.1.2.3 หน่วยผลิตภัณฑ์

(1) เอกสารการสอนเล่ม 1 หน่วยผลิตภัณฑ์คือ เล่มเอกสารจำนวน 1 เล่ม ขนาดพิมพ์สำเร็จ 7.5"x10.25" (190 x 260 มม.) เนื้อในใช้กระดาษปอนด์ 70 แกรม พิมพ์ 1 สี (สีดำ) จำนวน 504 หน้า (63 ยก) ปกใช้กระดาษอาร์ตการ์ด 260 แกรม พิมพ์ 4 สีด้านเดียว เคลือบยูวี ทำเล่มด้วยวิธีไสสันทากาว

(2) เอกสารการสอนเล่ม 2 หน่วยผลิตภัณฑ์คือ เล่มเอกสารจำนวน 1 เล่ม ขนาดพิมพ์สำเร็จ 7.5"x10.25" (190 x 260 มม.) เนื้อในใช้กระดาษปอนด์ 70 แกรม พิมพ์ 1 สี (สีดำ) จำนวน 504 หน้า (63 ยก) ปกใช้กระดาษอาร์ตการ์ด 260 แกรม พิมพ์ 4 สีด้านเดียว เคลือบยูวี ทำเล่มด้วยวิธีไส้นทากาว

(3) แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยผลิตภัณฑ์ คือ เล่มแบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 1 เล่ม ขนาดพิมพ์สำเร็จ 7.5"x10.25" (190 x 260 มม.) เนื้อในใช้กระดาษปอนด์ 70 แกรม พิมพ์ 1 สี (สีดำ) จำนวน 76 หน้า (9.5 ยก) ปกเป็นแบบปกในตัว ทำเล่มด้วยวิธีเย็บมุงหลังคา

3.1.2.4 การปันส่วน

ในการศึกษาครั้งนี้มีการปันส่วนของแม่พิมพ์ออฟเซตที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์หนังสือ เนื่องจากเป็นการคำนวณผลกระทบของหนังสือใช้หน่วยต่อ 1 เล่ม ซึ่งแม่พิมพ์สามารถนำไปใช้ในงานพิมพ์ได้จำนวน 3,000 เทียบพิมพ์เป็นอย่างน้อย (เนื่องจากแม่พิมพ์สามารถพิมพ์งานได้หลายเทียบพิมพ์แตกต่างกัน ดังนั้นใน PCR จึงกำหนดให้คำนวณโดยใช้ 3,000 เทียบพิมพ์ เพื่อให้สามารถนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกันได้) ทั้งนี้มีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องได้แก่ทำความสะอาดเครื่องจักรและเก็บรักษาแม่พิมพ์หลังใช้งาน สำหรับพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรคำนวณมาจากแผ่นป้ายติดเครื่องจักร (nameplate) หรือข้อมูลเฉพาะผลิตภัณฑ์ แล้วปันส่วนจากฐานข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ใช้จริงของโรงพิมพ์ย้อนหลัง 12 เดือน

3.1.2.5 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลจะจัดเก็บตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ประกอบด้วย ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์การบริการสร้างสรรค์เนื้อหาสำหรับสื่อสิ่งพิมพ์ (PCR “Content Creation for Printing”) กำหนดให้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 12 เดือน ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานก่อนพิมพ์ (PCR “Prepress”) กำหนดให้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 12 เดือน และข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ (PCR “Press and Post Press”) กำหนดให้รวบรวมข้อมูลช่วงการทดสอบงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ โดยแบ่งเป็นการพิมพ์ออฟเซตชนิดป้อนแผ่นอย่างน้อย 2,500 แผ่น การเคลือบผิวและกระบวนการงานหลังพิมพ์รวบรวมอย่างน้อย 1,000 ชิ้นงาน

ดังนั้นการศึกษานี้จึงรวบรวมข้อมูลจากบันทึกรายการเบิกใช้วัสดุและข้อมูลการทดสอบงานพิมพ์ของสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 ถึง กันยายน 2559

โดยใช้ 2 แนวทางได้แก่

(1) การใช้ข้อมูลปฐมภูมิ ที่ได้จากการวัด การคำนวณหรือการประมาณปริมาณวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้จริงในกระบวนการผลิตของโรงพิมพ์

(2) การใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ที่ได้จากการสอบถามจากพนักงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตนั้นๆ รวมทั้งข้อมูลสถิติที่จัดเก็บไว้ในแต่ละหน่วยงานของโรงพิมพ์

3.1.2.6 ข้อจำกัดในการศึกษา

การมีเวลาที่จำกัดในการเก็บข้อมูลทำให้ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ครอบคลุมทั้งหมดได้ ดังนั้นข้อมูลการใช้วัตถุดิบทรัพยากรและพลังงานที่รวบรวมได้ถือเป็นค่าเฉลี่ย สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณผลกระทบด้านบริการ กรณีปริมาณการใช้หมึกพิมพ์ออฟเซต สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ และพลังงานไฟฟ้าในแต่ละ

งานมีความแตกต่างกัน และมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น ขนาดงาน จำนวนตัวอักษรและภาพ ชนิดกระดาษ น้ำหนักกระดาษและค่า FT ที่ไม่เท่ากันในแต่ละเดือน กรณีหมึกพิมพ์ดิจิทัลในเครื่องพิมพ์ไม่สามารถเก็บปริมาณการใช้ได้โดยตรงเนื่องจากเป็นตลับทึบ และไม่สามารถนำออกมาชั่งน้ำหนักทุกครั้งที่มีการพิมพ์จึงอาศัยการคำนวณปริมาณหมึกที่ใช้พิมพ์จากข้อมูลเฉพาะของผลิตภัณฑ์ กรณีคุณลักษณะเฉพาะของน้ำเสีย ที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ได้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง จึงใช้สัมประสิทธิ์ในฐานข้อมูลแทน

3.2 การจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลปริมาณการไหลของสารขาเข้าและสารขาออกที่เกี่ยวข้องกับงานที่ศึกษาทั้งหมด โดยเก็บข้อมูล ณ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ในช่วงเดือนกันยายน 2558 ถึงกันยายน 2559 ดำเนินการทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตาม **หน่วยการทำงาน** ที่กำหนดไว้คือ เอกสารการสอนเล่ม 1 จำนวน 1 เล่ม เอกสารการสอนเล่ม 2 จำนวน 1 เล่ม และแบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 1 เล่ม โดยดำเนินการตามแนวทางต่อไปนี้

(1) วัตถุดิบและพลังงาน ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 จำนวน 1 เล่ม เอกสารการสอนเล่ม 2 จำนวน 1 เล่ม และแบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 1 เล่ม ข้อมูลในส่วนนี้ได้จากการสอบถามผู้ปฏิบัติงานในโรงพิมพ์ โรงงานผลิตกระดาษ หมึก กาว และลวดเย็บ ที่ใช้ในการผลิตเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติ

(2) สินค้านำเข้าและการเก็บในคลังสินค้า สำหรับการวิจัยนี้ ไม่ได้พิจารณาสินค้านำเข้าและการเก็บในคลังสินค้า ที่ใช้ในการผลิตเอกสารการสอน

(3) บรรจุภัณฑ์ สำหรับการวิจัยนี้ ไม่ได้พิจารณาบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุกระดาษ หมึก กาว และลวดเย็บ ที่ใช้ในการผลิตเอกสารการสอน

(4) การขนส่ง สำหรับการวิจัยนี้ ได้พิจารณาการขนส่ง กระดาษ หมึกพิมพ์ แม่พิมพ์ กาว และลวดเย็บ ที่ใช้ในการผลิตเอกสารการสอน โดยเก็บข้อมูลด้านระยะทางจากผู้จัดจำหน่ายถึงโรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช และระบุชนิดของรถ โดยกำหนดให้การเดินทางขากลับเป็นการขนส่งแบบรถเปล่าไม่มีการบรรทุก ตามข้อกำหนดใน PCR

ในขั้นตอนนี้จะแสดงบัญชีรายการข้อมูล ส่วนตารางบันทึกข้อมูลแสดงไว้ใน ภาคผนวก 1

3.2.1 บัญชีรายการข้อมูล

ในขั้นตอนนี้จะแสดงบัญชีรายการข้อมูลของเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ ชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตของระบบ โดยทำการระบุชนิดของ สารขาเข้าและสารขาออกในแต่ละกระบวนการอย่างละเอียด ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

กรณีเอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผนเล่ม 1 และ เล่ม 2

1. บัญชีรายการข้อมูลส่วนเนื้อในของเอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน เล่ม 1 และ เล่ม 2 มีดังนี้



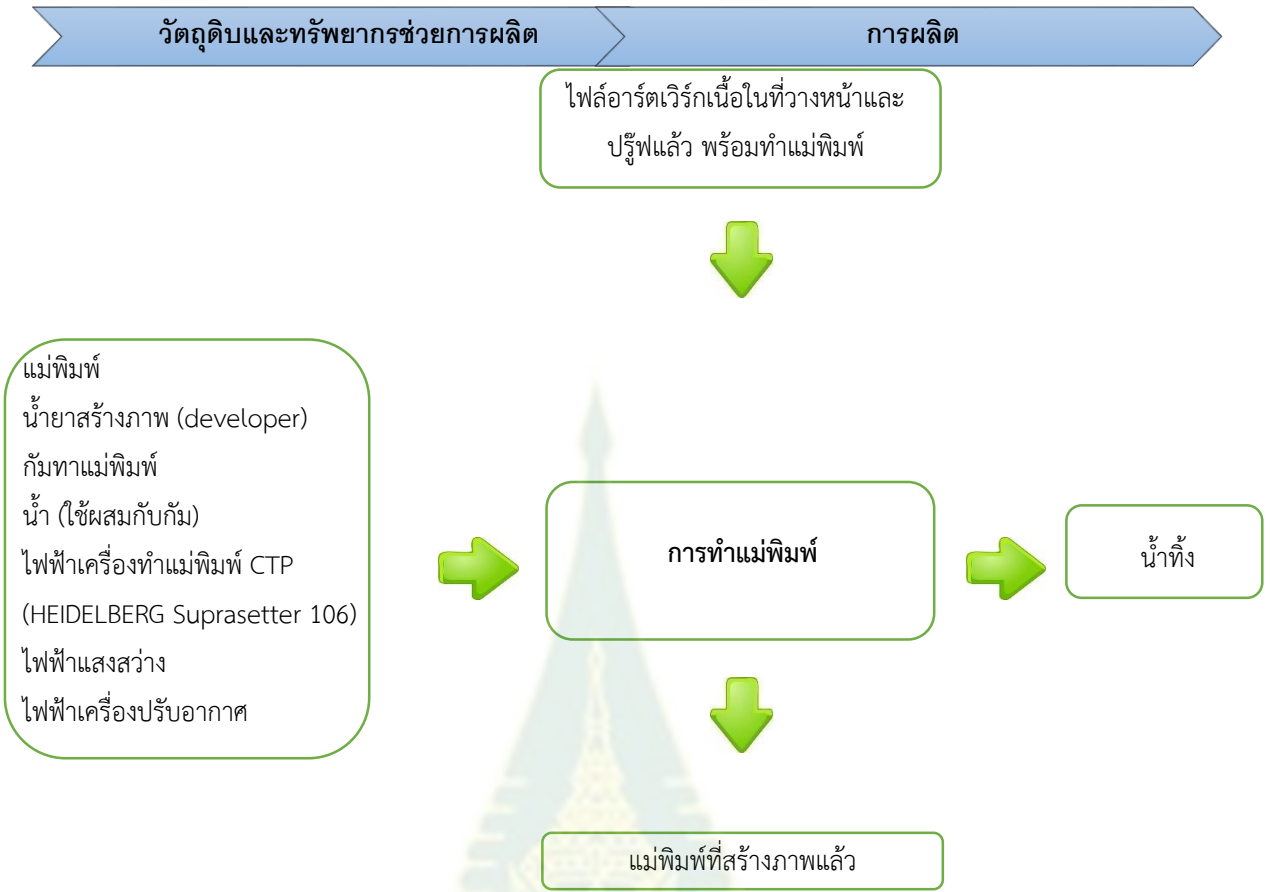
ภาพที่ 3.19 บัญชีรายการข้อมูลการเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อใน



ตารางที่ 3.20 บัญชีรายการข้อมูลการวางหน้าเนื้อหา



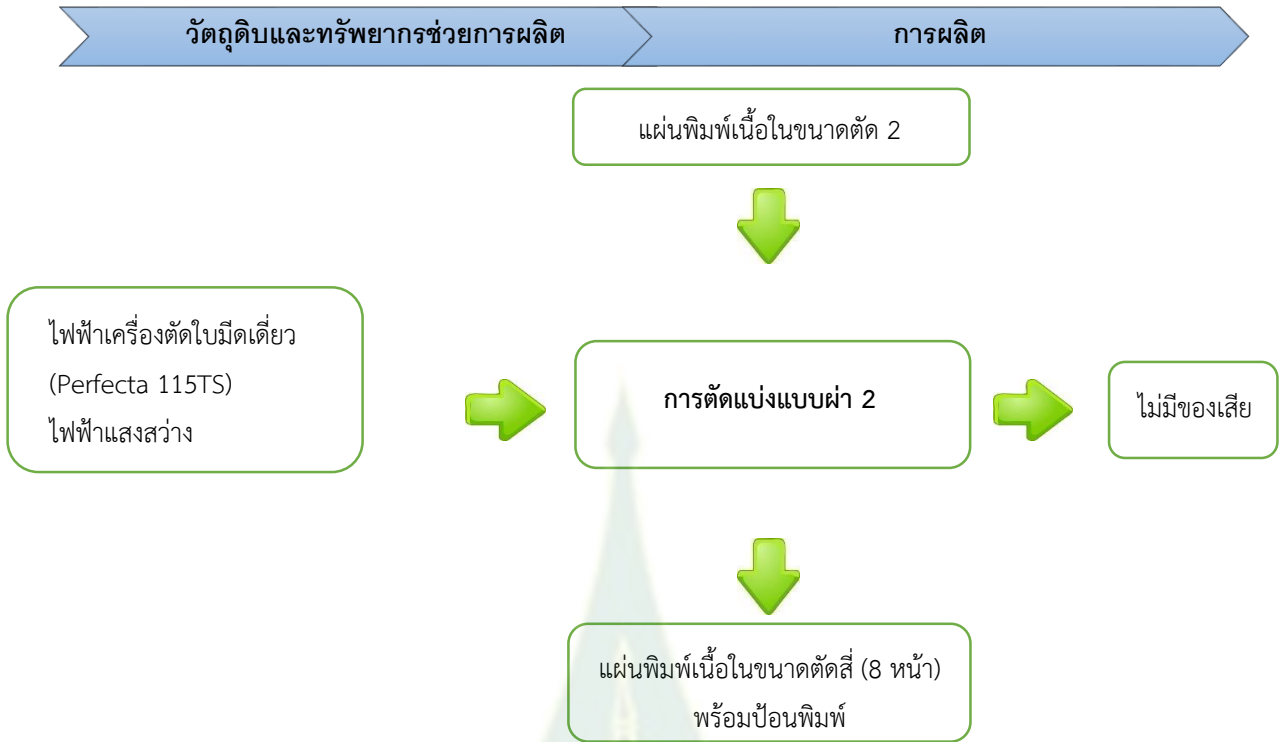
ตารางที่ 3.21 บัญชีรายการข้อมูลการพิสูจน์ไฟล์อาร์ตเวิร์กเนื้อในที่วางหน้าแล้ว (พิสูจน์หน้าจอ)



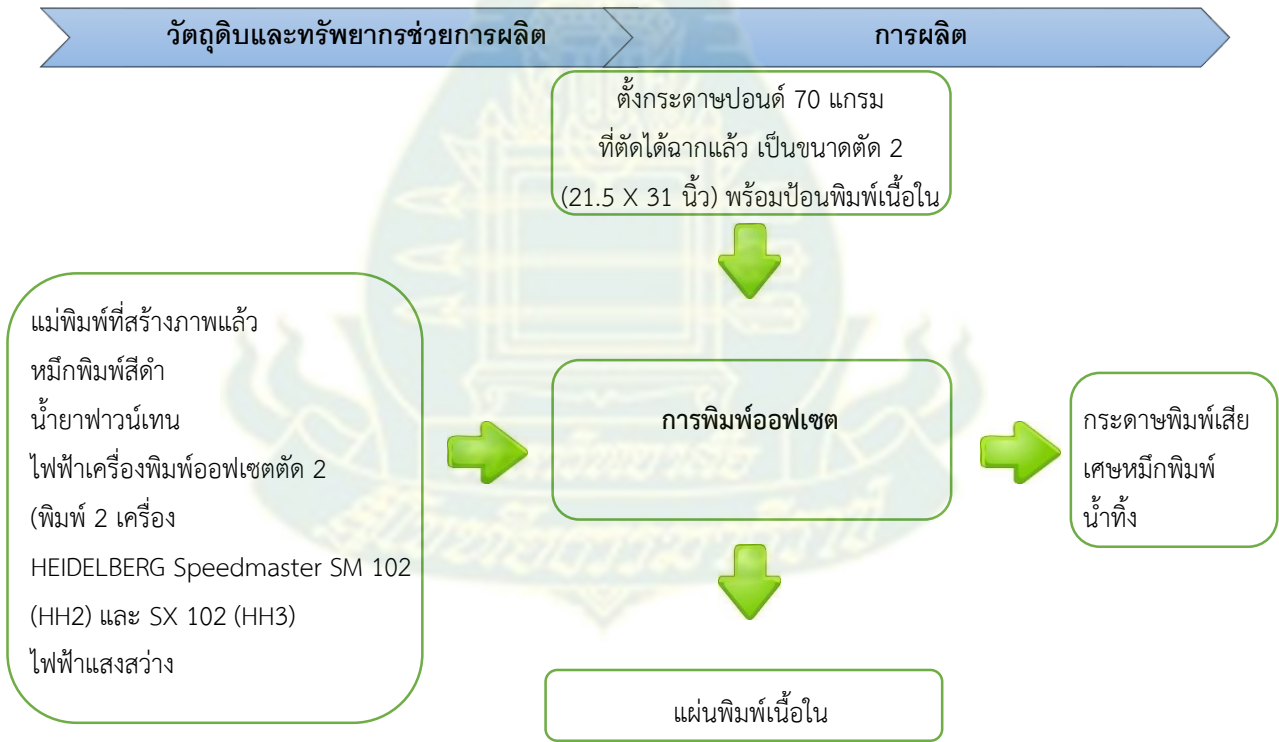
ตารางที่ 3.22 บัญชีรายการข้อมูลการทำแม่พิมพ์เนื้อใน



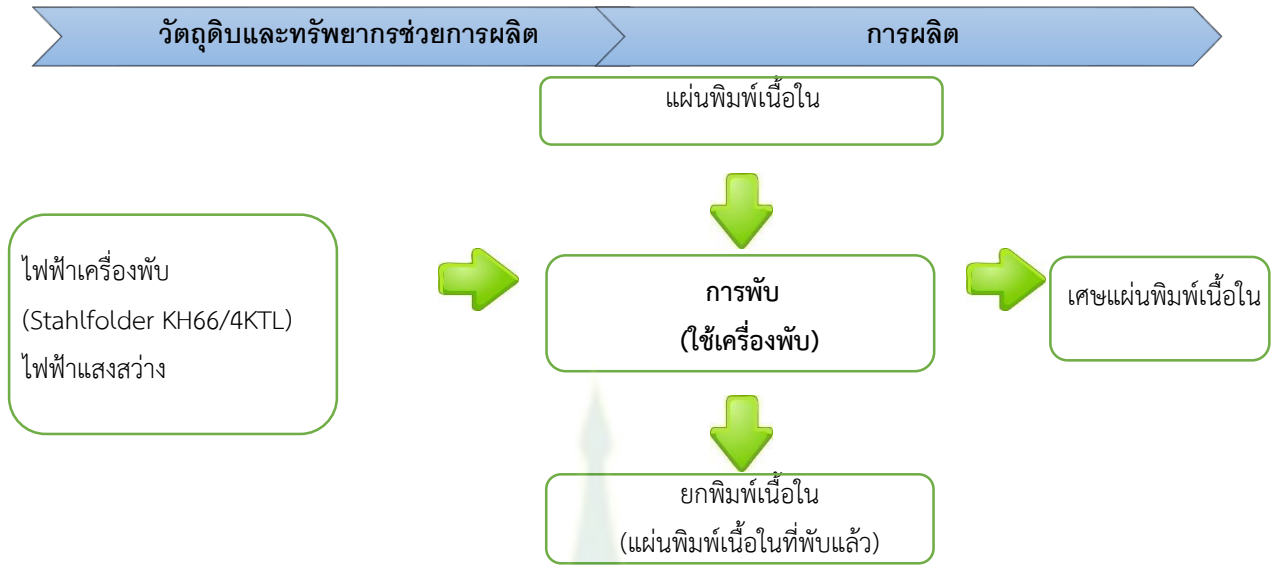
ตารางที่ 3.23 บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียนขอบกระดาษ 4 ด้าน และการตัดแบ่ง เพื่อใช้ป้อนพิมพ์เนื้อใน



ตารางที่ 3.24 บัญชีรายการข้อมูลการตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในเอกสารการสอน แบบผ่า 2 พับ 2



ตารางที่ 3.25 บัญชีรายการข้อมูลการพิมพ์เนื้อใน



ตารางที่ 3.26 บัญชีรายการข้อมูลการพับ



ตารางที่ 3.27 บัญชีรายการข้อมูลการเก็บเล่มแบบซ้อน

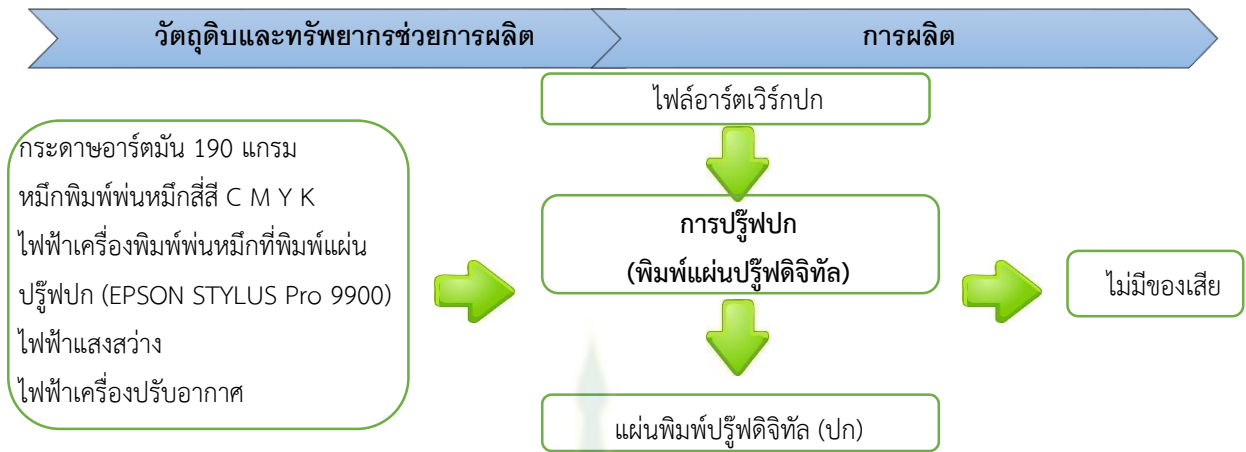
2. บัญชีรายการข้อมูลส่วนปกของเอกสารการสอนชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผนเล่ม 1 และ เล่ม 2



ตารางที่ 3.28 บัญชีรายการข้อมูลการออกแบบและทำอาร์ตเวิร์กปก



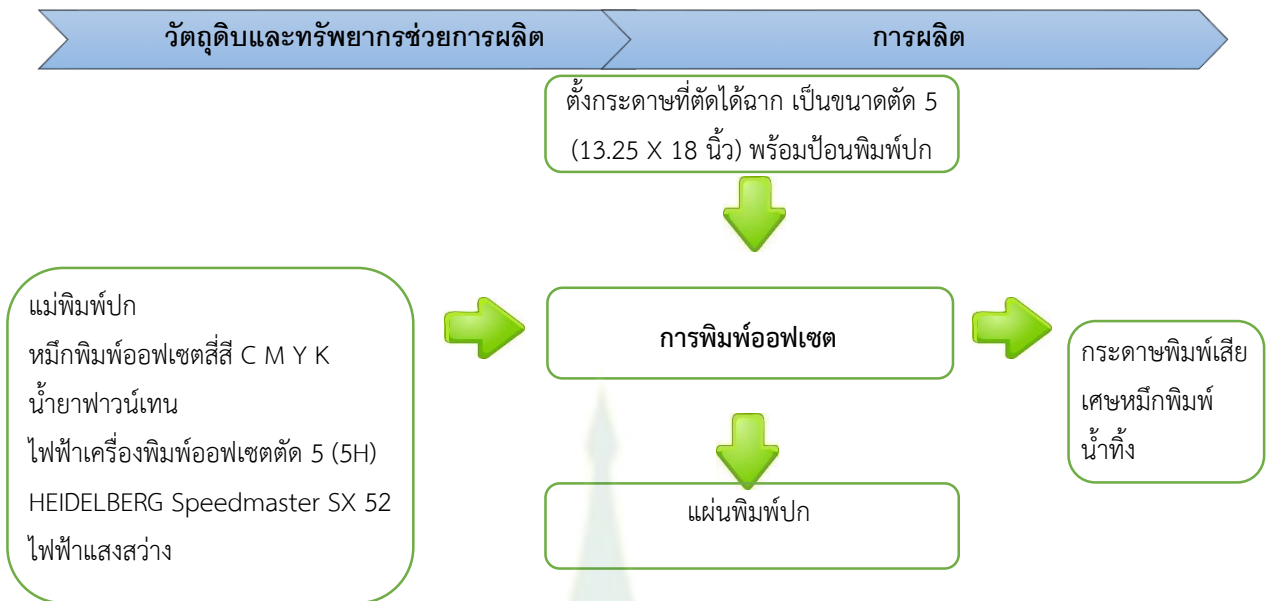
ตารางที่ 3.29 บัญชีรายการข้อมูลการทำแม่พิมพ์ปก



ตารางที่ 3.30 บัญชีรายการข้อมูลการปฐุพก (พิมพ์แผ่นปฐุพกดิจิทัล)



ตารางที่ 3.31 บัญชีรายการข้อมูลการตัดกระดาษป้อนพิมพ์ปก

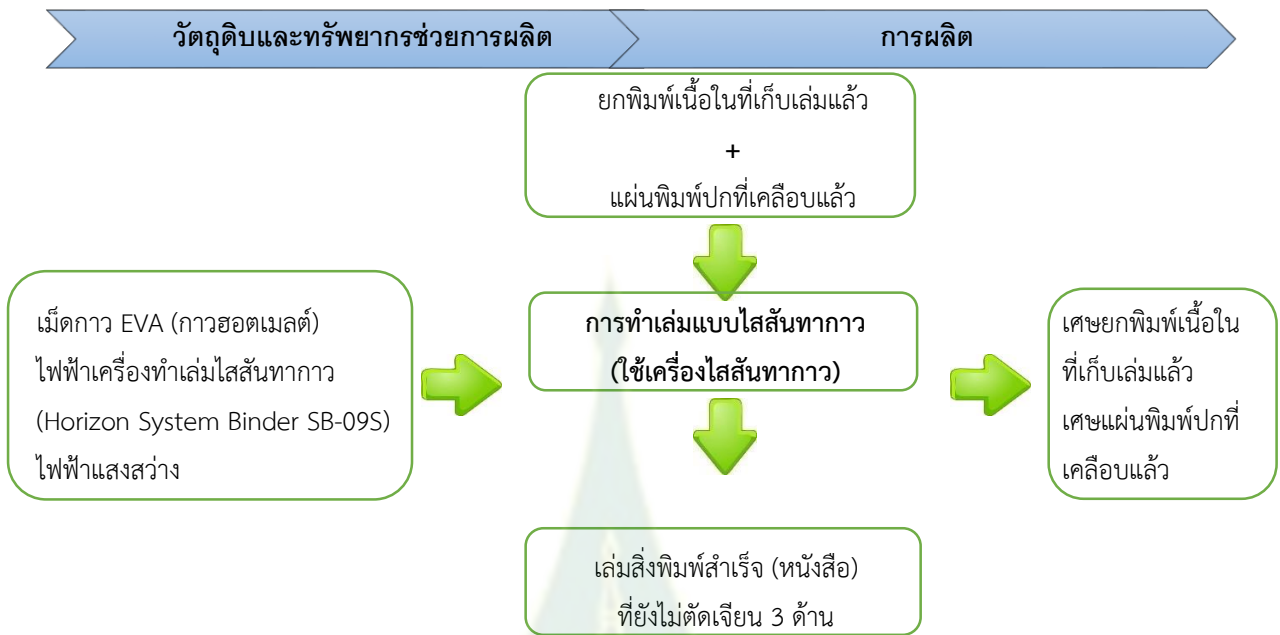


ตารางที่ 3.32 บัญชีรายการข้อมูลการพิมพ์ปก



ตารางที่ 3.33 บัญชีรายการข้อมูลการเคลือบปก

3. บัญชีรายการข้อมูลส่วนการทำเล่มของเอกสารการสอนชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผนเล่ม
1. และ เล่ม 2



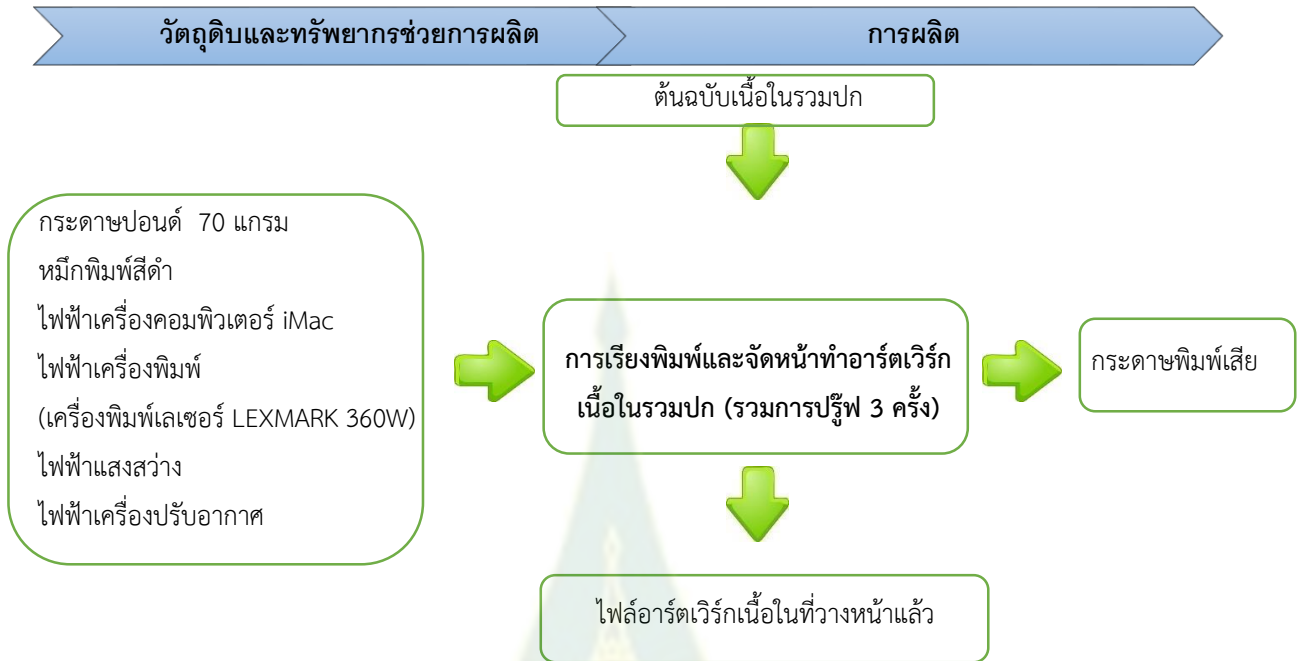
ตารางที่ 3.34 บัญชีรายการข้อมูลการไสสันทากาว



ตารางที่ 3.35 บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียน 3 ด้าน

กรณีแบบฝึกปฏิบัติชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน (บฝ.)

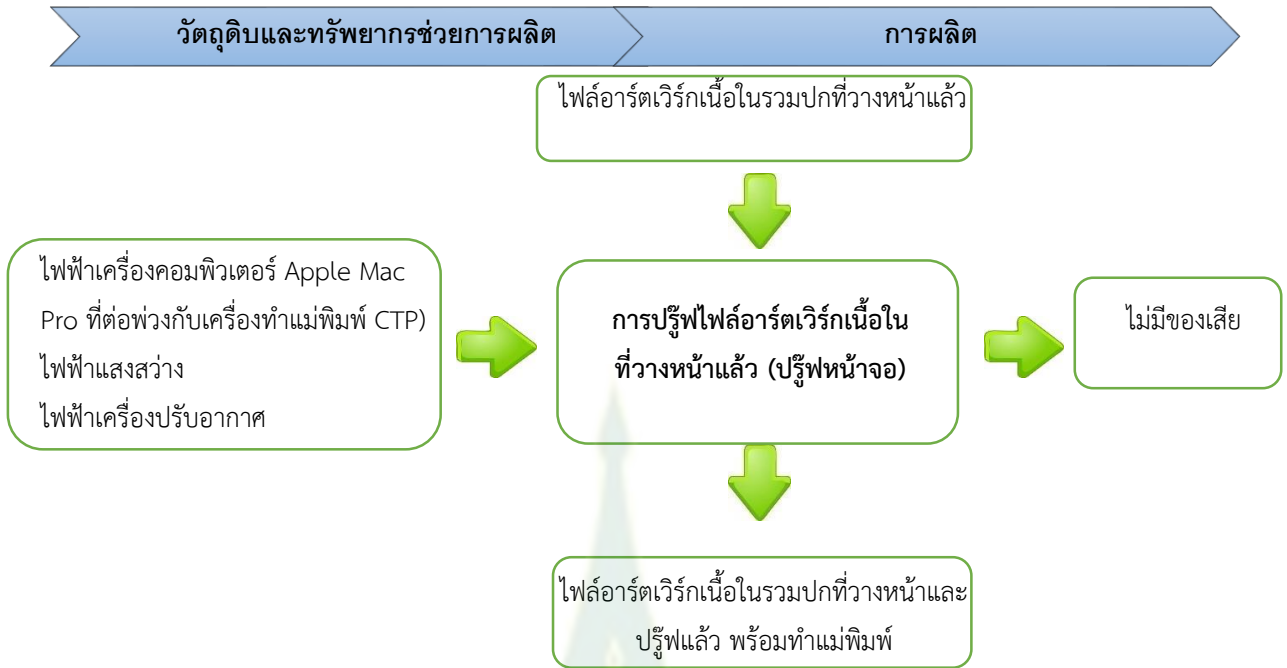
บัญชีรายการข้อมูลส่วนเนื้อในรวมปกของแบบฝึกปฏิบัติชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน มีดังนี้



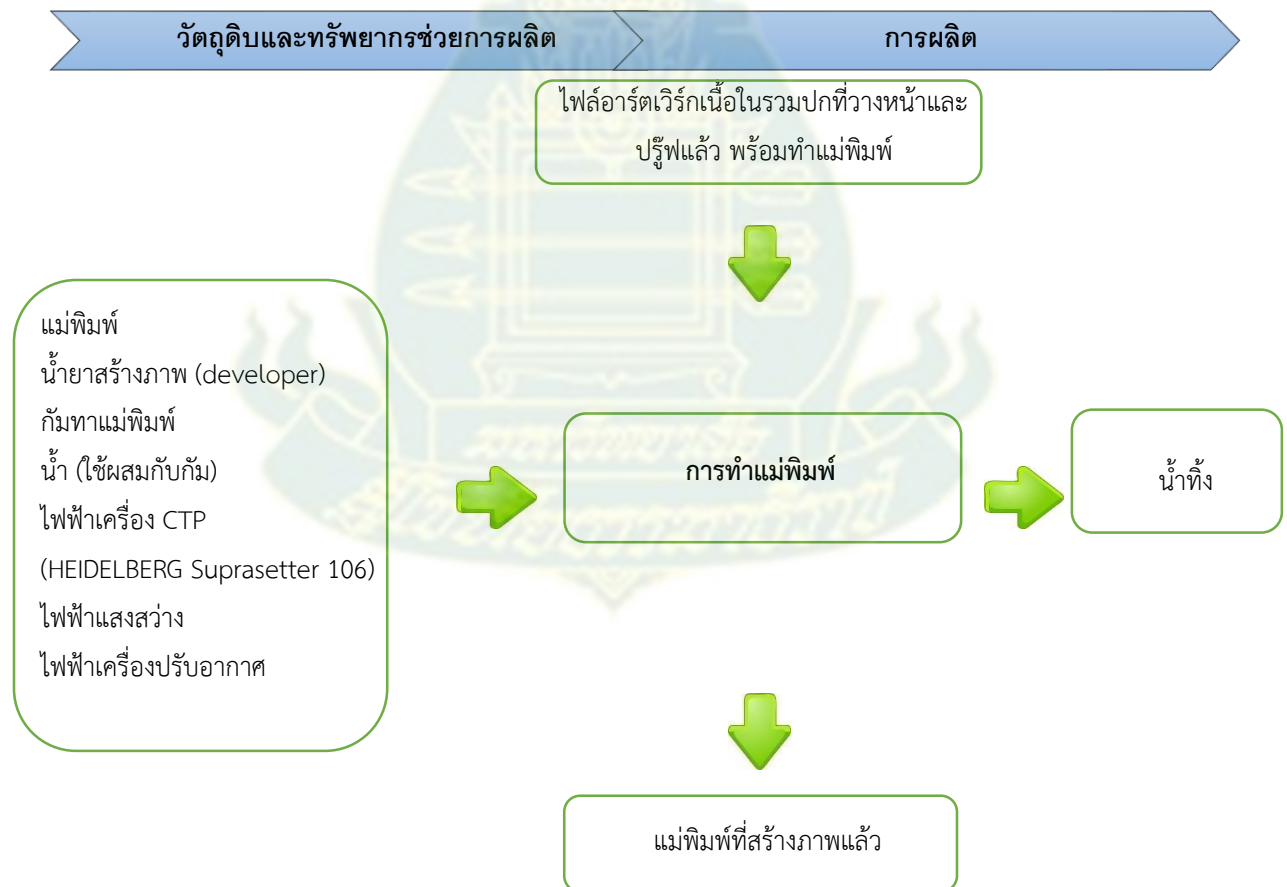
ตารางที่ 3.36 บัญชีรายการข้อมูลการเรียงพิมพ์และจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปก



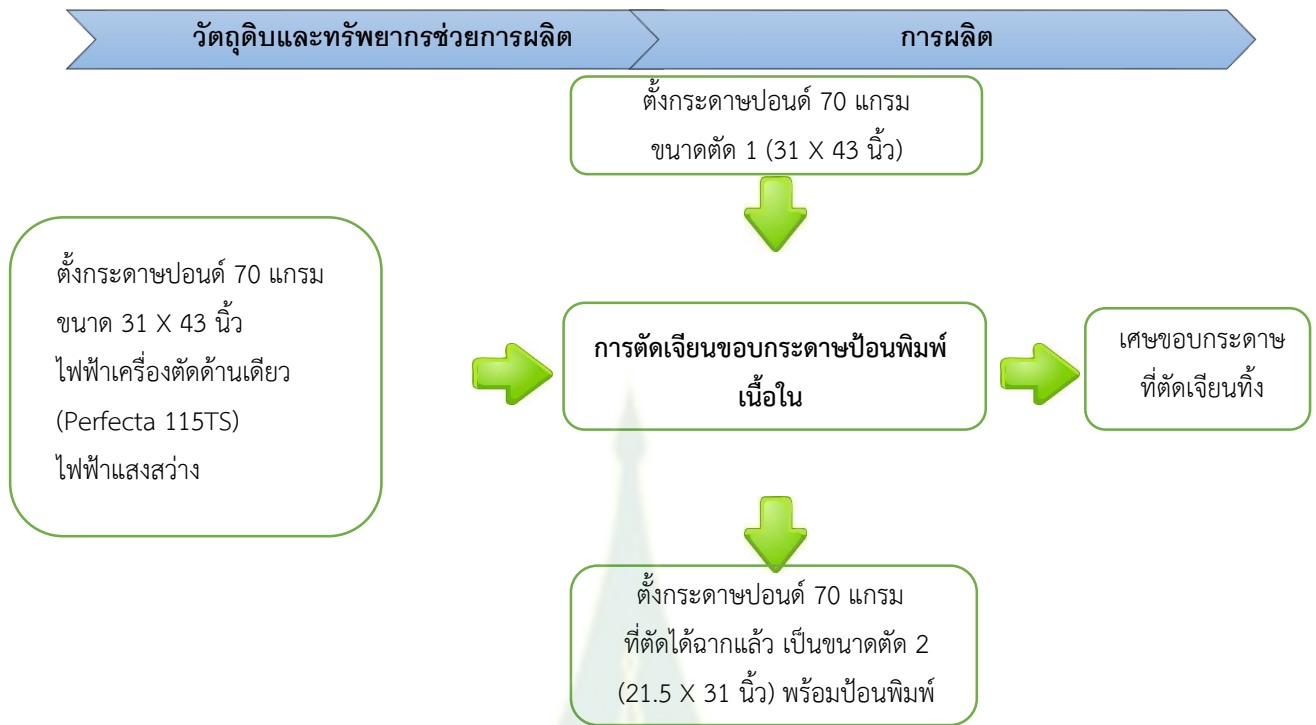
ตารางที่ 3.37 บัญชีรายการข้อมูลการวางหน้าเนื้อใน



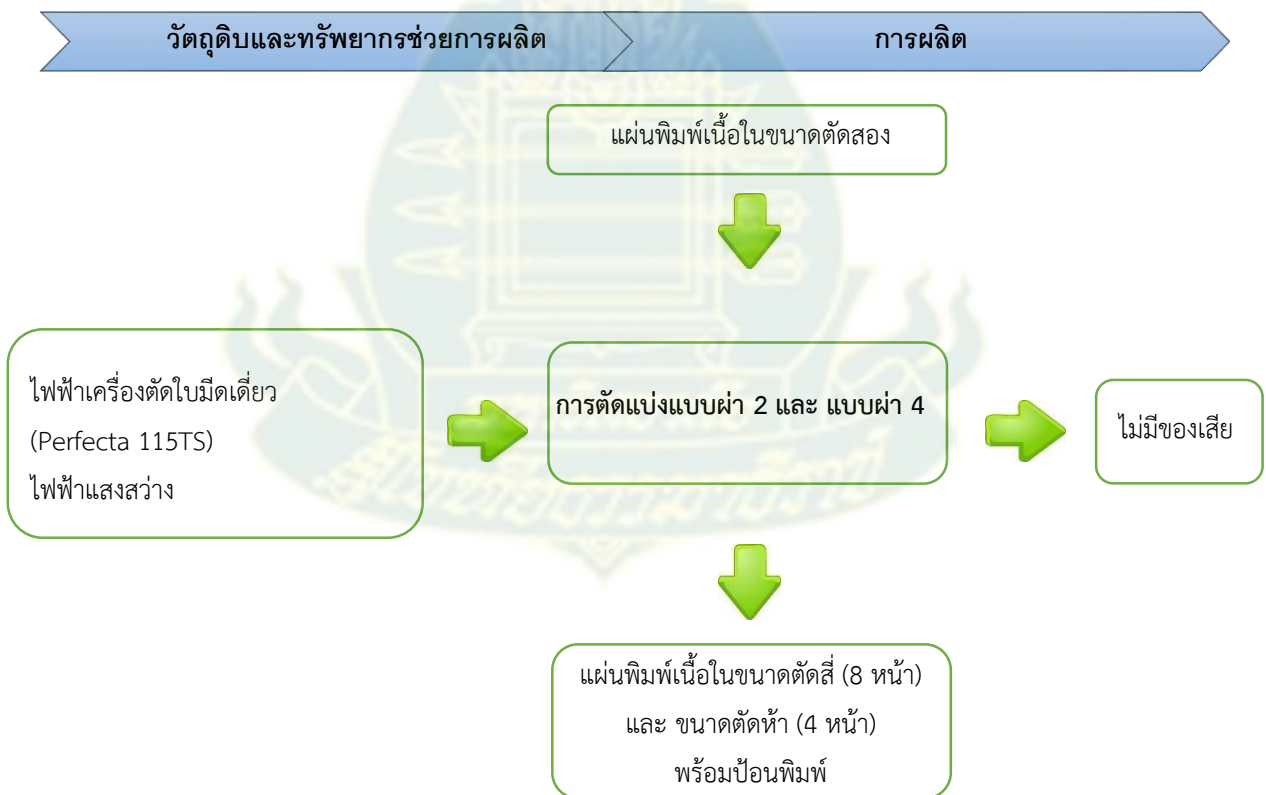
ตารางที่ 3.38 บัญชีรายการข้อมูลการพิสูจน์ไฟล์อาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปกที่วางหน้าแล้ว (พิสูจน์หน้าจอ)



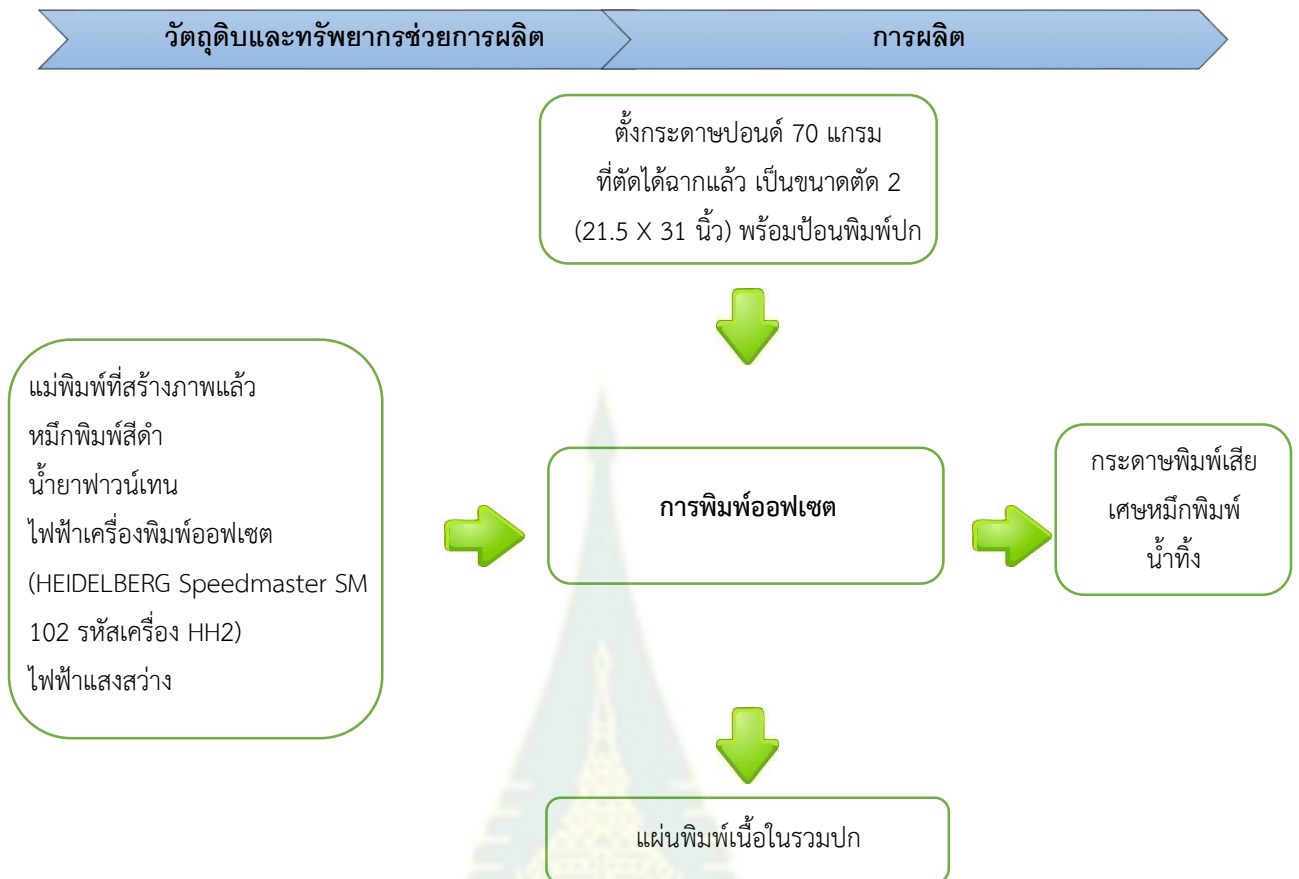
ตารางที่ 3.39 บัญชีรายการข้อมูลการทำแม่พิมพ์เนื้อในรวมปก



ตารางที่ 3.40 บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียนขอบกระดาษ 4 ด้าน เพื่อป้อนพิมพ์เนื้อในรวมปก



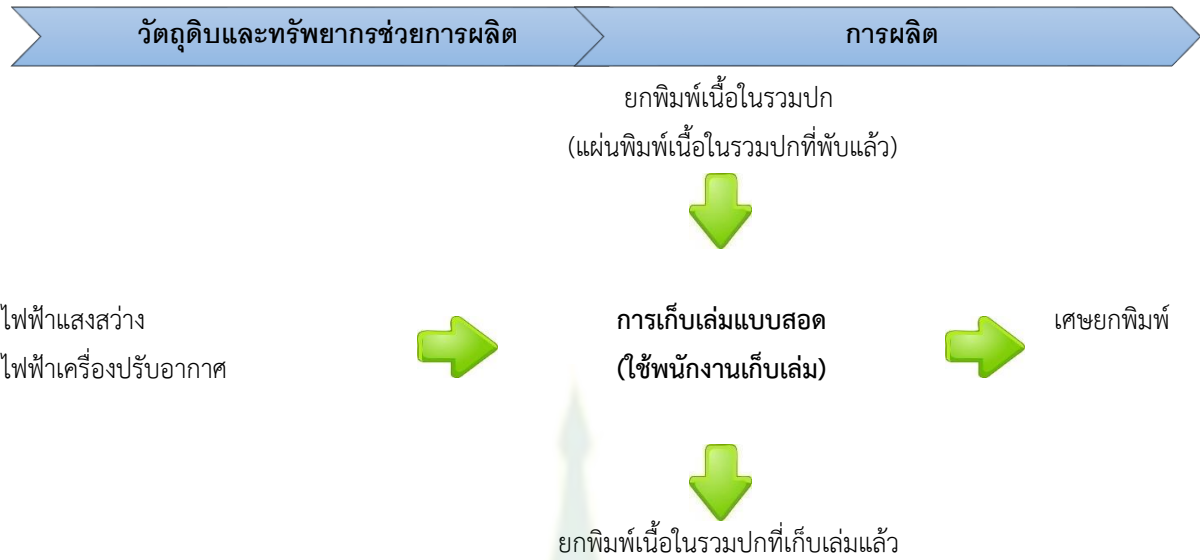
ตารางที่ 3.41 บัญชีรายการข้อมูลการตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อในแบบฝึกปฏิบัติ แบ่งเป็นแบบผ่า 2 พับ 2 และแบบผ่า 4 พับ 1



ตารางที่ 3.42 บัญชีรายการข้อมูลการพิมพ์เนื้อในรวมปก



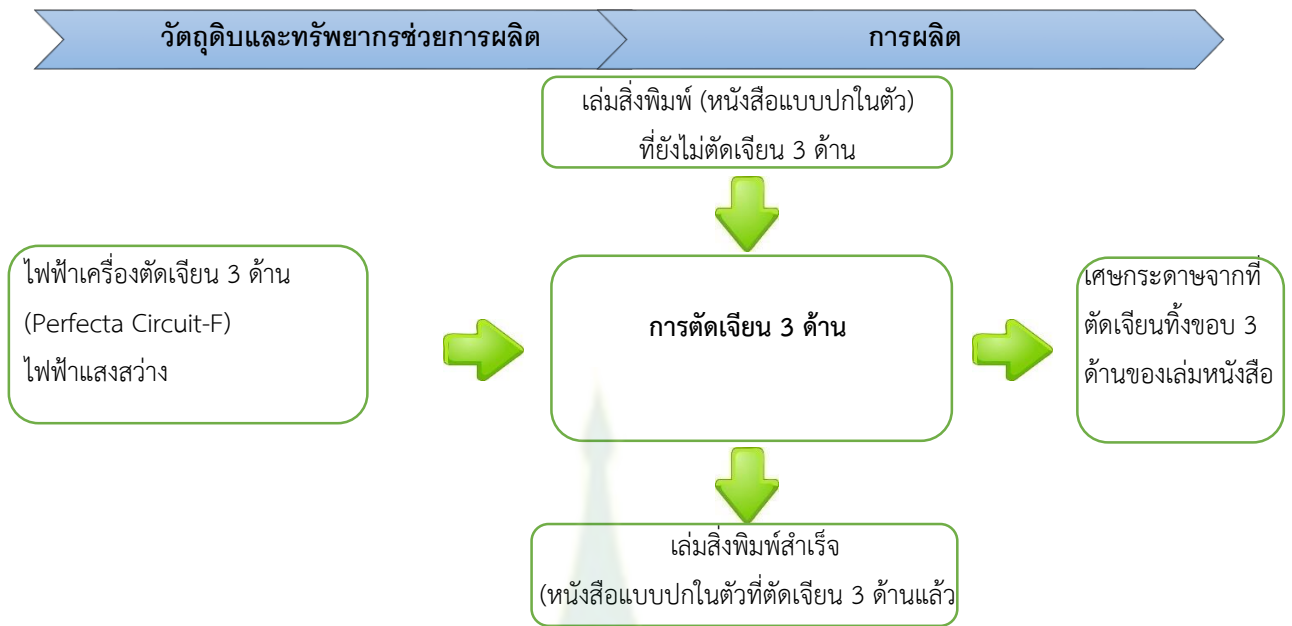
ตารางที่ 3.43 บัญชีรายการข้อมูลการพับ



ตารางที่ 3.44 บัญชีรายการข้อมูลการเก็บเล่มแบบสอด



ตารางที่ 3.45 บัญชีรายการข้อมูลการทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด



ตารางที่ 3.46 บัญชีรายการข้อมูลการตัดเจียน 3 ด้าน

หมายเหตุ ตารางบันทึกข้อมูลแสดงไว้ใน ภาคผนวก 1



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช: กรณีศึกษา ชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ในบทที่ 4 นี้ ได้นำเสนอผลการข้อมูลวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) ศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน (2) แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอน

เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ตามขอบเขตการศึกษาที่กำหนดไว้ ในขั้นตอนนี้จะดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงกระบวนการผลิตเอกสารการสอน โดยคำนวณออกมาเป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ที่ถูกปล่อยออกมาในช่วง 100 ปี หลังจากมาการผลิตเอกสารการสอนดังกล่าวออกมา

สมการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

$$\text{GHG emissions} = \sum (\text{activity}_i \times \text{GHG emission factor}_i) \quad (1)$$

GHG Emissions (kg) คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากช่วงวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ในขอบเขตที่ศึกษา

Activity_i คือ ข้อมูลปริมาณการใช้วัตถุดิบ และทรัพยากรที่ใช้ในกิจกรรม หรือกระบวนการผลิต ในแต่ละช่วงของวัฏจักรชีวิต ที่สอดคล้องกับขอบเขตของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

GHG Emission Factor_i คือ ค่าศักยภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะมีค่าแตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ และชนิดของพลังงานที่ใช้ในกิจกรรม หรือกระบวนการผลิต

โดยสมการในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในขั้นตอนต่างๆ แสดงดังนี้

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ=

$$\text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่ง} + \text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบ} \quad (2)$$

$$(2) = (3) + (4)$$

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่ง=

$$\text{น้ำหนักสินค้า(ตัน)} \times \text{ระยะทาง (กม.)} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Kg-CO2/kg)} \quad (3)$$

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบ=

$$\text{น้ำหนักของวัตถุดิบ(ตัน)} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Kg-CO2/kg)} \quad (4)$$

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขั้นตอนการผลิต=

$$\text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องจักร(kWh)} \times \text{จำนวนเวลาในการผลิต(hr)} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Kg-CO2/kg)} \quad (5)$$

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม* = ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ + ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขั้นตอนการผลิต (6)

$$(6) = (2) + (5)$$

*หมายเหตุ งานวิจัยนี้ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบ Business-to-Business ดังนั้นค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจึงเท่ากับ ผลรวมของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบและค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขั้นตอนการผลิต

ในการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละผลิตภัณฑ์ นักวิจัยจำเป็นต้องดำเนินการอ้างอิงให้สอดคล้องกับ **ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rule: PCR)** ในส่วนการพิมพ์ มีข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง 2 ฉบับได้แก่

(1) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press”

(2) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านงานบริการและงานสร้างสรรค์เนื้อหาสำหรับสื่อสิ่งพิมพ์ PCR “Content Creation for Printing” (ไม่อยู่ในขอบเขตการวิจัย)

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยโดยอ้างอิงจาก **ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press”** แสดงในภาพที่ 4.1 เอกสารฉบับเต็มแสดงใน ภาคผนวก x

ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์

PCR “Press and Post Press”

- 5 ร่างข้อกำหนดเฉพาะผลิตภัณฑ์ด้านบริการ (PCR) ฉบับนี้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการ “การจัดทำแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้านการบริการ” ดำเนินการโดยมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ซึ่งคณะกรรมการเทคนิคคาร์บอนฟุตพริ้นท์เห็นชอบให้พัฒนาขึ้นเป็นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ด้านการบริการสิ่งพิมพ์ เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนา PCR สำหรับการบริการในรูปแบบอื่นๆ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปปรับใช้ในเชิงธุรกิจหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป เอกสารฉบับนี้อยู่ในระหว่างการพัฒนา
- 10 ทดลองใช้งานภายใต้โครงการเท่านั้น มีผลตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2555 ถึงวันที่ 30 สิงหาคม 2555 ซึ่งเป็นวันสิ้นสุดโครงการ ฯ
- (1) **ขอบเขตของเอกสาร**
- ข้อกำหนดเฉพาะผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นภายใต้ระบบการขอการรับรองเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ที่ดำเนินการโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ภาพที่ 4.1 ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press”

ตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press” หมวด (2) ได้กำหนด รายละเอียดผลิตภัณฑ์การบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ที่ครอบคลุม การจัดพิมพ์ ข้อความหรือรูปภาพบนกระดาษและงานหลังการพิมพ์ที่มีขอบเขตกิจกรรมแบ่งตามการแบ่งหมวดผลิตภัณฑ์ซึ่งมีขอบเขตตั้งแต่การเตรียมเครื่องพิมพ์ จนถึงการจัดทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมเครื่องพิมพ์
2. การพิมพ์
3. การล้างเครื่องพิมพ์
4. การเคลือบผิวสิ่งพิมพ์
5. การทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ
6. การบรรจุบรรจุภัณฑ์

ตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press” หมวด (5.2) ได้กำหนดขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ พิจารณาภายใต้ขอบเขตการรับรองผลิตภัณฑ์แบบธุรกิจ-ธุรกิจ (B2B) ซึ่งประกอบด้วยขั้นของวัฏจักรชีวิต 2 ขั้นตอนประกอบด้วย

- 1) **ขั้นการได้มาของวัตถุดิบ (Material acquisition)** พิจารณาที่มาของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในขั้นการผลิต ตั้งแต่การถลุง สกัด สีนแร่จากธรรมชาติ การแปรรูป วัตถุดิบ และการขนส่งมายังโรงพิมพ์
- 2) **ขั้นการผลิต** พิจารณาการใช้วัตถุดิบแปรรูป พลังงานและทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่องานพิมพ์และหลังพิมพ์ การบรรจุ รวมถึงการจัดการมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้น

(5.2) ขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์	
20	แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ พิจารณาภายใต้ขอบเขตการรับรองผลิตภัณฑ์แบบธุรกิจ-ธุรกิจ (B2B) ซึ่งประกอบด้วยขั้นของวัฏจักรชีวิต 2 ขั้นตอนประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> ขั้นการได้มาของวัตถุดิบ (Material acquisition) พิจารณาที่มาของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในขั้นการผลิต ตั้งแต่การถลุง สกัด สีนแร่จากธรรมชาติ การแปรรูป วัตถุดิบ และการขนส่งมายังโรงพิมพ์
25	<ol style="list-style-type: none"> ขั้นการผลิต พิจารณาการใช้วัตถุดิบแปรรูป พลังงานและทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่องานพิมพ์และหลังพิมพ์ การบรรจุ รวมถึงการจัดการมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้น

ภาพที่ 4.2 ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press”
หมวด (5.2)

จากข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ PCR “Press and Post Press” แบบ (B2B) ดังกล่าว (ภาพที่ 4.2) จะเห็นว่าในขั้นตอนการผลิตสิ่งพิมพ์ เป็นการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เฉพาะงานพิมพ์และงานหลังพิมพ์เท่านั้น

และในส่วน ขั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบ (ภาพที่ 4.2) ต้องพิจารณาที่มาของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในขั้นการผลิต ซึ่งรวมถึงแม่พิมพ์ ที่มีการจัดทำอยู่ในกระบวนการก่อนพิมพ์ด้วย

ดังนั้นในการทำวิจัยจึงต้องทำการเก็บข้อมูลทั้งกระบวนการก่อนพิมพ์ กระบวนการพิมพ์ และกระบวนการหลังพิมพ์ จากนั้นในขั้นตอนการคำนวณ จึงนำข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนงานก่อนพิมพ์ เฉพาะส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแม่พิมพ์ นำมารวมกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์และงานหลังพิมพ์ ดังแสดงในสมการ (7) และ (8) ตามลำดับ

$$\text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม} = \text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์} + \text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานหลังพิมพ์} \quad (7)$$

$$\text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์} = \text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานผลิตแม่พิมพ์} + \text{ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์} \quad (8)$$

โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 และบฝ. แสดงในตารางที่ 4.1-4.3 และ
รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในขั้นตอนย่อยในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 และบฝ. แสดงในตารางที่
4.4-4.6

ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ค่าการปันส่วนพื้นที่ รายละเอียดการ
ขนส่ง แสดงในภาคผนวก



ตารางที่ 4.1 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1 (จำนวน 1 เล่ม)			
กระบวนการ ก่อนพิมพ์ (แม่พิมพ์ 1 แผ่น)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการก่อนพิมพ์
	2.1200 KgCO ₂ eq	2.1260 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0060 KgCO ₂ eq	
	0.0060 KgCO ₂ eq		
กระบวนการพิมพ์* (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการพิมพ์
	3.0288 KgCO ₂ eq	3.0288 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.2789 KgCO ₂ eq (1) (รวมการผลิตแม่พิมพ์)	0.2815 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0026 KgCO ₂ eq	
	0.0026 KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.1902 KgCO ₂ eq (2)	0.1910 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0008 KgCO ₂ eq	
	0.0008 KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.0076 KgCO ₂ eq	0.0076 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.0660 KgCO ₂ eq (3)	0.0660 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
*ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมของเอกสารการสอนเล่ม 1 เท่ากับ 0.4725 + 0.0736 = 0.5462 KgCO₂eq			

*หมายเหตุ (1) PCR กำหนดให้คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม คิดเฉพาะกระบวนการพิมพ์และกระบวนการหลังพิมพ์ โดยได้กำหนดให้รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการทำแม่พิมพ์ 1 แผ่น ที่ใช้ซ้ำ 5,000 เทียบพิมพ์ ในการทำหนังสือ 1 เล่ม รวมไว้ใน กระบวนการพิมพ์แล้ว (2) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.000 ไม่ได้หมายความว่ากรณีอื่นๆ ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจปลดปล่อยน้อยมากในศนียมตำแหน่งต่างๆ จนไม่ถูกนำมาคำนวณ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้คำนวณที่ศนียมตำแหน่งที่สามเท่านั้น (3) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์ = ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานผลิตแม่พิมพ์+ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 เท่ากับ 0.5462 KgCO₂eq โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.4725 KgCO₂eq ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการหลังพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.0736 KgCO₂eq

เป็นที่น่าสังเกตว่ากระบวนการที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดได้แก่ กระบวนการพิมพ์ (0.4725 KgCO₂eq) และกระบวนการหลังพิมพ์ (0.0736 KgCO₂eq) ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากในกระบวนการพิมพ์มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด และมีการใช้พลังงานในการทำงานของเครื่องตัดและเครื่องพิมพ์ จึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกระบวนการอื่นนั่นเอง

ตารางที่ 4.2 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เอกสารการสอนเล่ม 2

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 2 (จำนวน 1 เล่ม)			
กระบวนการ ก่อนพิมพ์ (แม่พิมพ์ 1 แผ่น)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการก่อนพิมพ์
	2.1200 KgCO ₂ eq	2.1258 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0058 KgCO ₂ eq	
	0.0058 KgCO ₂ eq		
กระบวนการพิมพ์* (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการพิมพ์
	3.0210 KgCO ₂ eq	3.0210 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.2787 KgCO ₂ eq (1) (รวมการผลิตแม่พิมพ์)	0.2813 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0026 KgCO ₂ eq	
	0.0026 KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.2087 KgCO ₂ eq (2)	0.2096 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0009 KgCO ₂ eq	
	0.0009 KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.0076 KgCO ₂ eq	0.0076 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กระบวนการหลังพิมพ์
	0.0660 KgCO ₂ eq (3)	0.0660 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
*ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมของเอกสารการสอนเล่ม 2 เท่ากับ 0.4909 + 0.0736 = 0.5665 KgCO₂eq			

*หมายเหตุ (1) PCR กำหนดให้คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม คิดเฉพาะกระบวนการพิมพ์และกระบวนการหลังพิมพ์ โดยได้กำหนดให้รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการทำแม่พิมพ์ 1 แผ่น ที่ใช้ซ้ำ 5,000 เทียบพิมพ์ ในการทำหนังสือ 1 เล่ม รวมไว้ใน กระบวนการพิมพ์แล้ว (2) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.000 ไม่ได้หมายความว่ากรณีนั้นๆ ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจปลดปล่อยน้อยมากในศตวรรษตามตำแหน่งต่างๆ จนไม่ถูกนำมาคำนวณ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้คำนวณที่ศตวรรษตามตำแหน่งที่สามเท่านั้น (3) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์ = ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานผลิตแม่พิมพ์+ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 2 เท่ากับ 0.5665 KgCO₂eq โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.4909 KgCO₂eq ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการหลังพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.0736 KgCO₂eq เป็นที่น่าสังเกตว่ากระบวนการที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดได้แก่ กระบวนการพิมพ์ (0.4909 KgCO₂eq) และกระบวนการหลังพิมพ์ (0.0736 KgCO₂eq) ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากในกระบวนการพิมพ์มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด และมีการใช้

พลังงานในการทำงานของเครื่องตัดและเครื่องพิมพ์ จึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกระบวนการอื่นนั่นเอง

ตารางที่ 4.3 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม บฟ.

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม บฟ. (จำนวน 1 เล่ม)			
กระบวนการก่อนพิมพ์ (แม่พิมพ์ 1 แผ่น)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการก่อนพิมพ์
	2.1200 KgCO ₂ eq	2.1235 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0035 KgCO ₂ eq	
	0.0035 KgCO ₂ eq		
กระบวนการพิมพ์* (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการพิมพ์
	0.4467 KgCO ₂ eq	0.4467 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
กระบวนการหลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบและทรัพยากร	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการหลังพิมพ์
	0.0000* KgCO ₂ eq	0.0000* KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ	0.0003 KgCO ₂ eq	
	0.0003 KgCO ₂ eq		
*	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	0.1074 KgCO ₂ eq
	0.0397 KgCO ₂ eq (2)	0.0399 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0002 KgCO ₂ eq	
	0.0002 KgCO ₂ eq		
*	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมจากการผลิต	0.0127 KgCO ₂ eq
	0.0100 KgCO ₂ eq (3)	0.0127 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต	0.0000* KgCO ₂ eq	
	0.0000* KgCO ₂ eq		
*ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมของเอกสารการสอนเล่ม บฟ.เท่ากับ 0.0974 + 0.0127 = 0.1074 KgCO₂eq			

*หมายเหตุ (1) PCR กำหนดให้คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม คิดเฉพาะกระบวนการพิมพ์และกระบวนการหลังพิมพ์ โดยได้กำหนดให้รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการทำแม่พิมพ์ 1 แผ่น ที่ใช้ซ้ำ 5,000 เทียบพิมพ์ ในการทำหนังสือ 1 เล่ม รวมไว้ใน กระบวนการพิมพ์แล้ว (2) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.000 ไม่ได้หมายความว่ากรณีอื่นๆ ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจปลดปล่อยน้อยมากในทศนิยมตำแหน่งท้ายๆ จนไม่ถูกนำมาคำนวณ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้คำนวณที่ทศนิยมตำแหน่งที่สามเท่านั้น (3) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์ = ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานผลิตแม่พิมพ์+ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์งานพิมพ์

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม บฟ. เท่ากับ 0.1074 KgCO₂eq โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.0974 KgCO₂eq ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระบวนการหลังพิมพ์มีค่าเท่ากับ 0.0127 KgCO₂eq

เป็นที่น่าสังเกตว่ากระบวนการที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด ได้แก่ กระบวนการพืชม์ (0.0974 KgCO₂eq) และกระบวนการหลังพืชม์ (0.0127 KgCO₂eq) ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากในกระบวนการพืชม์มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด และมีการใช้พลังงานในการทำงานของเครื่องตัดและเครื่องพืชม์ จึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกระบวนการอื่นนั่นเอง

เมื่อเปรียบเทียบค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระหว่างเอกสารการสอนเล่ม 1 และเอกสารการสอนเล่ม 2 พบว่า เอกสารการสอนเล่ม 1 และเอกสารการสอนเล่ม 2 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ใกล้เคียงกัน คือมีเล่ม 1 มีค่าเท่ากับ 0.5462 KgCO₂eq และเล่ม 2 มีค่าเท่ากับ 0.5665 KgCO₂eq ตามลำดับ เนื่องจากเอกสารการสอนทั้ง 2 เล่ม มีจำนวนหน้าที่ใกล้เคียงกัน และรูปแบบในการผลิตที่คล้ายคลึงกันมาก เมื่อพิจารณาในรายละเอียดจะพบว่าเอกสารการสอนเล่ม 1 และเล่ม 2 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนงานงานหลังพืชม์ที่เท่ากันคือ 0.736 KgCO₂eq โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนงานพืชม์ที่แตกต่างกันเล็กน้อย คือ เล่ม 1 มีค่าเท่ากับ (0.4725 KgCO₂eq) เล่ม 2 มีค่าเท่ากับ (0.4909 KgCO₂eq) โดยเป็นที่น่าสังเกตว่า เล่ม 2 จะมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนของการผลิตที่มากกว่าเล่ม 1 เล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระหว่างเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 กับเอกสารการสอนเล่ม บฝ. พบว่าเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 มี ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่สูงกว่า เอกสารการสอนเล่ม บฝ. โดยเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 มี ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.5462 KgCO₂eq และ 0.5665 KgCO₂eq ตามลำดับ ขณะที่เอกสารการสอนเล่ม บฝ. มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เท่ากับ 0.1074 KgCO₂eq โดยมีค่าน้อยกว่า 5 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับการที่เอกสารการสอนเล่มบฝ. มีจำนวนหน้าน้อยกว่าจำนวนแม่พืชม์ที่น้อยกว่า และออกแบบรูปเล่มโดยใช้กระดาษเนื้อในมาทำเป็นปกในตัว และตัวปกไม่ได้เคลือบยูวีเหมือนกับ เอกสารการสอนเล่ม 1 และ เล่ม 2 จึงทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่น้อยกว่า

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1 (จำนวน 1 เล่ม)		
กระบวนการ ก่อนพิมพ์ (แม่พิมพ์ 1 แผ่น)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 2.1200 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # วัสดุทำแม่พิมพ์ 2.1200.KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 2.1260 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0060 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่งดิจิทัลปรูฟ (เนื้อ) 0.0016 KgCO ₂ eq #ขนส่งแม่พิมพ์ 0.0033 KgCO ₂ eq #ขนส่งดิจิทัลปรูฟ (ปก) 0.0011 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 3.0288 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #เรียงพิมพ์อาร์ตเวอร์ค (เนื้อ) 0.0017 KgCO ₂ eq #วางหน้า ปรูฟหน้าจอบ 0.0011 KgCO ₂ eq #อาร์ตเวอร์ค (ปก) 0.000* KgCO ₂ eq #ขนส่งดิจิทัลปรูฟ (เนื้อ) 0.1284 KgCO ₂ eq #ทดสอบพิมพ์ 0.2003.KgCO ₂ eq #ทำแม่พิมพ์ 2.6973 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 3.0288 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่งน้ำยา developer 0.000 KgCO ₂ eq	
กระบวนการพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 0.2789 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #เนื้อ(กระดาษ) 0.1960.KgCO ₂ eq #ทำแม่พิมพ์ 0.0710 KgCO ₂ eq #ปก(กระดาษ) 0.0128 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 0.2815 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0026 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่ง (เนื้อ) 0.0025 KgCO ₂ eq #ขนส่ง (ปก) 0.0001 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.1902 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ปก 0.000* KgCO ₂ eq #พิมพ์ (ปก) (หมึก/เคมี) 0.0100 KgCO ₂ eq #เนื้อใน 0.0064 KgCO ₂ eq #พิมพ์ (เนื้อ) (หมึก/เคมี) 0.1737.KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.1910 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0008 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่ง (เนื้อ) 0.0008 KgCO ₂ eq #ขนส่ง (ปก) 0.0000* KgCO ₂ eq	
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 0.0076 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # การอบ UV 0.0042 KgCO ₂ eq # ไส้เส้นทากาว 0.0034 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 0.0076 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่งวัสดุอบ UV 0.0042 KgCO ₂ eq #ขนส่งกาว 0.0034 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.0660 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ตัด (เนื้อ) 0.006 KgCO ₂ eq #ตัด (ปก) 0.000* KgCO ₂ eq #พับ (เนื้อ) 0.0585.KgCO ₂ eq #เก็บเล่ม 0.007 KgCO ₂ eq #เข้าเล่ม 0.0049.KgCO ₂ eq #ตัด 3 ด้าน 0.0013 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.0660 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0000* KgCO ₂ eq (ไม่มี)	

*หมายเหตุ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.000 ไม่ได้หมายความว่ากรณีอื่นๆ ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจปลดปล่อยน้อยมากในศตวรรษข้างหน้าจนไม่ถูกนำมาคำนวณ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้คำนวณที่ทศนิยมตำแหน่งที่สามเท่านั้น

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 1 โดยแสดงให้เห็นรายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในแต่ละกระบวนการย่อยในการผลิต

กรณีกระบวนการพิมพ์ จะพบว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด ได้แก่ กระบวนการได้มาซึ่งวัสดุในการพิมพ์เนื้อใน (กระดาษที่ใช้พิมพ์เนื้อใน) รองลงมาคือกระบวนการพิมพ์ส่วนเนื้อใน โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.1960 KgCO₂eq และ 0.1737 KgCO₂eq ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของกระบวนการผลิตกระดาษต้องใช้ความร้อนใช้น้ำและสารเคมีจำนวนมากในการย่อยสลายไม้ให้กลายเป็นเซลลูโลสและนำมาขึ้นรูปเป็นกระดาษจึงทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงตามลำดับ ส่วนกระบวนการพิมพ์นั้นเป็นกระบวนการหลักในการผลิตเอกสารการสอน ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ในการดำเนินการ ซึ่งทำให้ต้องมีการใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูง

กรณีกระบวนการหลังพิมพ์ จะพบว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด ได้แก่ กระบวนการผลิตในส่วนงานพับเนื้อใน ซึ่งเป็นการพับโดยใช้เครื่องจักร รองลงมาคือกระบวนการผลิตในส่วนงานเข้าเล่มแบบไสสันทากาว โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.0585 KgCO₂eq และ 0.0049 KgCO₂eq ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของการผลิตทั้งงานพับและงานเข้าเล่มแบบไสสันทากาว ดำเนินการโดยใช้เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้ต้องมีการใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงนั่นเอง



ตารางที่ 4.5 รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 2

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 2 (จำนวน 1 เล่ม)		
กระบวนการ ก่อนพิมพ์ (แม่พิมพ์ 1 แผ่น)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 2.1200 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # วัสดุทำแม่พิมพ์ 2.1200 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 2.1258 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0058 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่งดิจิทัลปรูฟ (เนื้อ) 0.0014 KgCO ₂ eq #ขนส่งแม่พิมพ์ 0.0033 KgCO ₂ eq #ขนส่งดิจิทัลปรูฟ (ปก) 0.0011 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 3.0210 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #เรียงพิมพ์อาร์ตเวอร์ค (เนื้อ) 0.0017 KgCO ₂ eq #วางหน้า ปรูฟหน้าจอบ 0.0011 KgCO ₂ eq #อาร์ตเวอร์ค (ปก) 0.000* KgCO ₂ eq #ขนส่งดิจิทัลปรูฟ (เนื้อ) 0.1250 KgCO ₂ eq #ทดสอบพิมพ์ 0.2000 KgCO ₂ eq #ทำแม่พิมพ์ 2.6940 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 3.021 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่งน้ำยา developer 0.000* KgCO ₂ eq	
กระบวนการพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 0.2789 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #เนื้อ(กระดาษ) 0.1959 KgCO ₂ eq #ทำแม่พิมพ์ 0.0699 KgCO ₂ eq #ปก(กระดาษ) 0.0129 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 0.2813 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0026 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่ง (เนื้อ) 0.0025 KgCO ₂ eq #ขนส่ง (ปก) 0.0001 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.2087 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ตัด (ปก) 0.0001 KgCO ₂ eq #พิมพ์ (ปก) (หมึก/เคมี) 0.025 KgCO ₂ eq #ตัด (เนื้อ) 0.0008 KgCO ₂ eq #พิมพ์ (เนื้อ) (หมึก/เคมี) 0.1769 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.2096 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0009 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่ง (เนื้อ) 0.0008 KgCO ₂ eq #ขนส่ง (ปก) 0.0001 KgCO ₂ eq	
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 0.0076 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #การอบ UV 0.0042 KgCO ₂ eq #ใส่สันทากาว 0.0034 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 0.0076 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ขนส่งวัสดุอบ UV 0.0000* KgCO ₂ eq #ขนส่งกาว 0.0000* KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.0660 KgCO ₂ eq คำนวณจาก #ตัด (เนื้อ) 0.006 KgCO ₂ eq #ตัด (ปก) 0.000* KgCO ₂ eq #พับ (เนื้อ) 0.0585 KgCO ₂ eq #เก็บเล่ม 0.007 KgCO ₂ eq #เข้าเล่ม 0.0049 KgCO ₂ eq #ตัด 3 ด้าน 0.0013 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.0660 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0000* KgCO ₂ eq (ไม่มี)	

*หมายเหตุ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.000 ไม่ได้หมายความว่ากรณีนั้นๆ ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจปลดปล่อยน้อยมากในศตวรรษข้างหน้าๆ จนไม่ถูกนำมาคำนวณ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้คำนวณที่ทศนิยมตำแหน่งที่สามเท่านั้น

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม 2 โดยแสดงให้เห็นรายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในแต่ละกระบวนการย่อยในการผลิต

กรณีกระบวนการพิมพ์ จะพบว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด ได้แก่ กระบวนการได้มาซึ่งวัสดุในการพิมพ์เนื้อใน (กระดาษที่ใช้พิมพ์เนื้อใน) รองลงมาคือกระบวนการพิมพ์ส่วนเนื้อใน โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.1959 KgCO₂eq และ 0.1769 KgCO₂eq ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของกระบวนการผลิตกระดาษต้องใช้ความร้อนใช้น้ำและสารเคมีจำนวนมากในการย่อยสลายไม้ให้กลายเป็นเซลลูโลสและนำมาขึ้นรูปเป็นกระดาษจึงทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูง ส่วนกระบวนการพิมพ์นั้นเป็นกระบวนการหลักในการผลิตเอกสารการสอน ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ในการดำเนินการ ซึ่งทำให้ต้องมีการใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูง

กรณีกระบวนการหลังพิมพ์ จะพบว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด ได้แก่ กระบวนการผลิตในส่วนงานพับเนื้อใน ซึ่งเป็นการพับโดยใช้เครื่องจักร รองลงมาคือกระบวนการผลิตในส่วนงานเข้าเล่มแบบไสสันทากาว โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.0585 KgCO₂eq และ 0.0049 KgCO₂eq ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของการผลิตทั้งงานพับและงานเข้าเล่มแบบไสสันทากาว ดำเนินการโดยใช้เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้ต้องมีการใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูง

เป็นที่น่าสังเกตว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงในกระบวนการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 และเล่ม 2 เป็นกระบวนการเดียวกัน มีค่าต่างกันไม่มากนัก



ตารางที่ 4.6 รายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม บฝ.

ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่ม บฝ. (จำนวน 1 เล่ม)		
กระบวนการ ก่อนพิมพ์ (แม่พิมพ์ 1 แผ่น)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 2.1200 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # วัสดุทำแม่พิมพ์ 2.1200 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 2.1235 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0035 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ขนส่งดิจิทัลปริ๊นท์ (เนื้อปก) 0.0002 KgCO ₂ eq # ขนส่งแม่พิมพ์ 0.0033 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.4467 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # เรียงพิมพ์อาร์ตเวอร์ค(เนื้อปก) 0.0002 KgCO ₂ eq # วางหน้า ปริ๊นท์หน้าจอ 0.0006 KgCO ₂ eq # ดิจิทัลปริ๊นท์ (เนื้อปก) 0.0157 KgCO ₂ eq # ทำแม่พิมพ์ 0.4302 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.4467 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ขนส่งน้ำยา developer 0.000* KgCO ₂ eq	
กระบวนการพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 0.0572 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # เนื้อปก(กระดาษ) 0.0253 KgCO ₂ eq # ทำแม่พิมพ์ 0.0319 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 0.0576 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0003 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ขนส่ง (เนื้อปก) 0.0003 KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.0387 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ตัด (เนื้อปก) 0.0010 KgCO ₂ eq # พิมพ์ (เนื้อปก) (หมึก/เคมี) 0.0387 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.0399 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0002 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ขนส่ง (เนื้อปก) 0.0002 KgCO ₂ eq	
กระบวนการ หลังพิมพ์ (หนังสือ 1 เล่ม)	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ลวดเย็บ 0.0000* KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการได้มาซึ่ง วัตถุดิบและทรัพยากร 0.000 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบ 0.0000* KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ขนส่งลวดเย็บ 0.0000* KgCO ₂ eq	
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต 0.0127 KgCO ₂ eq คำนวณจาก # ตัด (เนื้อปก) 0.0001 KgCO ₂ eq # พับ (เนื้อปก) 0.0089 KgCO ₂ eq # เก็บเล่ม 0.0032 KgCO ₂ eq # เข้าเล่ม 0.0000* KgCO ₂ eq # ตัด 3 ด้าน 0.0013 KgCO ₂ eq	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมจากการผลิต 0.0127 KgCO ₂ eq
	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งวัตถุดิบในการผลิต 0.0000* KgCO ₂ eq (ไม่มี)	

*หมายเหตุ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.000 ไม่ได้หมายความว่ากรณีนั้นๆ ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อาจปลดปล่อยน้อยมากในทัศนียามตำแหน่งต่างๆ จนไม่ถูกนำมาคำนวณ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้คำนวณที่ทัศนียมตำแหน่งที่สามเท่านั้น

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนบฝ. โดยแสดงให้เห็นรายละเอียดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในแต่ละกระบวนการย่อยในการผลิตกรณีกระบวนการพิมพ์ จะพบว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุดใกล้เคียงกัน ได้แก่ กระบวนการได้มาซึ่งวัสดุ ในการทำแม่พิมพ์ และวัสดุในการพิมพ์เนื้อในรวมปก โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.0319 KgCO₂eq และ 0.0253 KgCO₂eq ตามลำดับ ซึ่งการผลิตแม่พิมพ์ซึ่งเป็นโลหะทำให้ต้องใช้ความร้อนสูง จึงมีการปลดปล่อยคาร์บอนสูง ส่วนของการผลิตกระดาษต้องใช้ความร้อน ใช้น้ำและสารเคมีจำนวนมากในการย่อยสลายไม่ให้กลายเป็นเซลลูโลสและนำมาขึ้นรูปเป็นกระดาษจึงทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูง

กรณีกระบวนการหลังพิมพ์ จะพบว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุด ได้แก่ กระบวนการผลิตในส่วนงานพับเนื้อใน ซึ่งเป็นการพับโดยใช้เครื่องจักร โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.0585 KgCO₂eq ซึ่งในส่วนของการผลิต งานพับ ดำเนินการโดยใช้เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้ต้องมีการใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูง

เป็นที่น่าสังเกตว่ากระบวนการย่อยที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงในกระบวนการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 แล บฝ.เป็นกระบวนการที่คล้ายกัน

สามารถสรุปได้ว่า

1) การศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรณีศึกษาชุดวิชานโยบายสาธารณะและการวางแผน ด้วยระบบการพิมพ์แบบออฟเซตป้อนแผ่นจากการวิจัยพบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่มที่ 1 จำนวน 504 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.5462 KgCO₂eq เล่มที่ 2 จำนวน 504 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.5665 KgCO₂eq แบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 76 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.1074 KgCO₂eq ตามลำดับ (ต่อการผลิต 1 เล่ม)

2) โดยสรุป ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 ส่วนงานที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุดได้แก่ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร (แม่พิมพ์) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต (การพิมพ์เนื้อใน) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากงานหลังพิมพ์ตามลำดับ

2. แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตเอกสารการสอน กรณีศึกษา ชุดวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน

จากงานวิจัยทำให้ทราบว่า ส่วนงานที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงทั้งในเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติมีรูปแบบที่เหมือนกัน คือ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร (แม่พิมพ์) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต (การพิมพ์เนื้อใน) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากงานหลังพิมพ์ตามลำดับ ดังนั้นจึงเสนอแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ดังนี้

1) แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร (แม่พิมพ์) ในส่วนการผลิตแม่พิมพ์ เนื่องจากปัจจุบันแม่พิมพ์มีข้อจำกัดด้านวัสดุ เพราะต้องผลิตจากวัสดุที่ทนทานต่อการใช้งาน ทนทานต่อการขีดข่วน มีน้ำหนักเบา ดังนั้นวัสดุที่นำมาผลิตเป็นแม่พิมพ์ในปัจจุบันจึงมักผลิตจากโลหะหรือโลหะผสม ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงในการหลอมและขึ้นรูปเป็นแผ่นแม่พิมพ์ จึงทำให้มีปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกระบวนการอื่น ดังนั้นแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนการผลิตแม่พิมพ์อาจทำได้โดย การพิจารณาซื้อแม่พิมพ์จากบริษัทที่มีนโยบายในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต จะสามารถแก้ปัญหาในส่วนนี้ได้

2) แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิต (การพิมพ์เนื้อใน) ในส่วนของกระดาษ เนื่องจากกระดาษเป็นส่วนประกอบหลักของเอกสารการสอน ดังนั้นกระดาษจึงเป็นปัจจัยลำดับต้นๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตกระดาษจำเป็นต้องใช้สารเคมี ใช้น้ำ และต้องการใช้อุณหภูมิสูงในกระบวนการการแยกสารปลอมปนทิ้ง แยกเส้นใยเซลลูโลสให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถ

นำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษต่อไปได้ ดังนั้นแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนของกระดาษอาจทำได้ การพิจารณาซื้อกระดาษจากบริษัทที่มีนโยบายในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต จะสามารถแก้ปัญหาในส่วนนี้ได้

3) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากงานหลังพิมพ์ ประเภทงานพับ ในส่วนงานพับจะพิจารณาเลือกใช้วิธีการพับด้วยคน หรือการพับด้วยเครื่องจักร ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น จำนวนงาน ระยะเวลาการส่งมอบ ความพร้อมของแรงงาน และปัจจัยอื่นๆ สำหรับงานวิจัยนี้เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการดำเนินงานและมีจำนวนเล่มมาก จึงกำหนดให้ใช้เครื่องจักรในการพับ ซึ่งเมื่อใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการทำงานย่อมมีการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าทั้งในช่วงการทำงานปกติและช่วงหยุดรอ ทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนของงานพับอาจทำได้โดยปรับปรุงไลน์การผลิตให้มีความต่อเนื่องรวดเร็ว ลดการรอคอย ช่วยประหยัดกระแสไฟฟ้าได้



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: กรณีศึกษา ชุมวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่สำคัญ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ คือ 1 เล่ม ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 และแบบฝึกปฏิบัติ โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2558 ขอบเขตของระบบประกอบด้วย การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตเอกสารการสอน แต่ไม่รวมการใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์ โดยทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์คำนวณโดยการคูณข้อมูลที่ได้จากการผลิตเอกสารการสอนเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใช้จากฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตของศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

1.2 ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า

1) การศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรณีศึกษาชุมวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ด้วยระบบการพิมพ์แบบออฟเซตป้อนแผ่นจากการวิจัยพบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนเล่มที่ 1 จำนวน 504 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.5462 KgCO₂eq เล่มที่ 2 จำนวน 504 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.5665 KgCO₂eq แบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 76 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.1074 KgCO₂eq ตามลำดับ (ต่อการผลิต 1 เล่ม)

2) ในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 ส่วนงานที่มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุดได้แก่ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและทรัพยากร (แม่พิมพ์) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต (การพิมพ์เนื้อใน) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากงานหลังพิมพ์ตามลำดับ

3) แนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตเอกสารการสอน กรณีศึกษาชุมวิชา นโยบายสาธารณะและการวางแผน ในส่วนของการผลิตแม่พิมพ์ควรพิจารณาซื้อแม่พิมพ์จากบริษัทที่มีนโยบายในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ ใน

ส่วนของกระดาษควรเลือกซื้อกระดาษจากบริษัทที่มีแนวทางในการผลิตกระดาษที่ลดการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือกรณีเครื่องจักรขนาดใหญ่ อาจปรับปรุงไลน์การผลิตให้สามารถ ดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่องไม่เกิดการรอคอย และวางแผนการจัดซื้อเครื่องจักรที่มีการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำจะช่วยแก้ปัญหาได้

2. อภิปรายผล

จากการวิจัยพบว่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ภาควิชาศึกษาศาสตร์ สาขา ศึกษาศาสตร์ และ การวางแผน ทำการวิจัยเมื่อปี 2559 จำนวนคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และขั้นตอนการผลิต พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์แบบออฟ เซ็ตป้อนแผ่น ผลิตแม่พิมพ์ด้วยวิธี Computer to plate (CTP) มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเอกสาร การสอนเล่มที่ 1 จำนวน 504 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.5462 KgCO₂eq เล่มที่ 2 จำนวน 504 หน้า มีค่า เท่ากับ 0.5665 KgCO₂eq แบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 76 หน้า มีค่าเท่ากับ 0.1074 KgCO₂eq ตามลำดับ (ต่อการผลิต 1 เล่ม)

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลงานวิจัยไปใช้

1) จากการศึกษาพบว่าในการผลิตเอกสารการสอนเล่ม 1 เล่ม 2 และ บฟ. ส่วนงานที่มี ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุดมีรูปแบบที่เหมือนกัน ได้แก่ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัตถุดิบและ ทรัพยากร (แม่พิมพ์) ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิต (การพิมพ์เนื้อใน) และค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากงานหลังพิมพ์ตามลำดับ ดังนั้นสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช และสำนักพิมพ์อื่นๆ สามารถนำผลการวิจัย ไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลง ได้ โดยนำเนินการปรับปรุงในประเด็นต่างที่ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้

2) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สามารถนำผลงานวิจัยมาใช้ในการประชาสัมพันธ์ เพื่อแสดงให้เห็นภาคส่วนต่างๆเห็นว่า มหาวิทยาลัยมหาวชิราวุฒสุโขทัยธรรมมาธิราชเป็นองค์กรภาค การศึกษา ที่ได้ตระหนักถึงปัญหาภาวะโลกร้อน และดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ โดยได้ลงมือ ดำเนินการจัดการสิ่งแวดล้อมในรูปแบบการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการผลิตเอกสารการสอน ซึ่ง การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์จัดเป็นการจัดการสิ่งแวดล้อมภาคสมัครใจรูปแบบหนึ่ง ที่ช่วยระบุปัญหา มลพิษสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจนในเชิงปริมาณ และนำมาสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สามารถนำผลงานวิจัยไปขึ้นทะเบียนฉลากคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ได้ โดยต้องปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันคือย้อนหลัง 1 ปี จากนั้นนำข้อมูลจากงานวิจัย ไปให้ผู้ประเมินทำการตรวจสอบความถูกต้อง (มีค่าดำเนินการ) จากนั้นยื่นเรื่องพร้อมแนบหลักฐานที่ ตรวจสอบแล้วไปที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (มีค่าดำเนินการ) เมื่อผ่านการพิจารณาจะ

ได้ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่สามารถนำมาติดบนเอกสารการสอนได้และใช้งานได้ 2 ปี จากนั้นให้ทำการต่ออายุและปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยจึงจะใช้งานฉลากได้ต่อไป

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรวิจัยเปรียบเทียบค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสื่อการสอนที่ผลิตในรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบว่ารูปแบบใดมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์น้อยที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตสื่อการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชต่อไปในอนาคต รูปแบบสื่อ เช่น การผลิตเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ การผลิตสื่อผ่าน social media เป็นต้น

2) เมื่อทำการวิจัยผลิตภัณฑ์คือ เอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยเสร็จแล้ว ควรวิจัยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชเพิ่มเติม โดยการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากงานบริการที่มหาวิทยาลัยให้บริการในหน่วยงานต่างๆ เพื่อเป็นการสนับสนุนแนวคิด “มหาวิทยาลัยสีเขียว” ซึ่งผลการวิจัยจะช่วยให้ทุกคนในองค์กร ทราบถึงแนวทางในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์และสามารถมีส่วนร่วมในการดำเนินชีวิตที่เป็นมิตรสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน



บรรณานุกรม

มาตรฐาน

- ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures.
- ISO 14040:2006, Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework.
- ISO 14044:2006, Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines.
- ISO 14064-1:2006, Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.
- ISO/CD 14067.2: 2011, Requirements and guidelines for quantification and communication
- Japanese Technical Specification “General principles for the assessment and labeling of Carbon Footprint of products”, (Japan, 2009)
- PAS 2050:2008, Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

หนังสือและบทความในหนังสือ

- ศุภณี เรียบเลิศหิรัญ. (2557). เทคโนโลยีการพิมพ์ออฟเซตลิโทกราฟี ใน เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีกระบวนการพิมพ์ (หน่วยที่ 3, หน้า 3-1-3-111). นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ธีระ ปิยคุณากร. (2548). กระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ ใน เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ (หน่วยที่ 2 หน้า 123-172). นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- บุญชัย วลีธรรมสวัสดิ์. (2548). งานหลังพิมพ์ ใน เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ (หน่วยที่ 11 หน้า 188-242). นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ภักดี พูลสุข. (2540). เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น ใน เอกสารการสอนชุดวิชากระบวนการพิมพ์พื้นฐานและพื้นราบ (หน่วยที่ 9) นนทบุรี: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

Kipphan, H. 2001 Handbook of Print Media. NewYork: Springer-Verlag Berlin

Heidelberg. P.217

Heidelberg. The all-rounder. Speedmaster SX 52.

บทความในวารสาร

รชนีัย ไชยศรี (2554). การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของซองเอกสารจากกระดาษคราฟท์และซองพลาสติกชนิดพอลิพรอพิลีน วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญา เคียงประคอง Hirokazu Shimizu และอรัญ หาญสืบสาย (2553) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตหนังสือในประเทศไทย, วารสารการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ 22 (95)21-26.

Ana Cláudia Dias and Luis Arroja (2554) Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint – case study of office paper, Journal of Cleaner Production 24:30-35.

Subramanian Senthilkannan Muthu .et.al (2554) Carbon footprint of shopping (grocery) bags in China, Hong Kong and India Atmospheric Environment 45(2):469-475.

Guobao Song. (2558) Carbon footprint of a scientific publication: A case study at DalianUniversity of Technology, *Ecological Indicators* 60 (2016) 275–282

การประชุมสัมมนา

หาญพล พึ่งรัมย์ (2555) การอบรมหลักสูตร การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ วันที่ 22-24 พฤศจิกายน 2555 โรงแรมสยาม@สยาม ดีไซน์ โฮเต็ล แอนด์ สปา กรุงเทพฯ

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดย คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์
<http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=18&s2=61>

วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

http://www.tgo.or.th/download/carbonfootprint/CFP_Guideline.pdf

ผกามาศ ผงูญแก้ว “กระบวนการจัดพิมพ์เอกสารการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช” คั่นคืน
เมื่อ 22 มิถุนายน 2559

หน่วยบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช “คู่มือการตรวจสอบคุณภาพอาร์ต
เวิร์กชุดวิชาก่อนปิดเล่ม” คั่นคั่นเมื่อ 22 มิถุนายน 2559

หน่วยศิลปะ ฝ่ายจัดพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช “คู่มือการทำงาน ภาพประกอบชุดวิชา
และต้นฉบับชุดวิชาของมหาวิทยาลัย” คั่นคั่นเมื่อ 22 มิถุนายน 2559

https://www.heidelberg.com/global/media/en/global_media/products___sheetfed_of_fset/35x50/pdf_38/SX52_EN_LR.pdf Retrieved October 1, 2017

Heidelberg. The revolutionary inking unit for short runs. Speedmaster SX 52

Anicolor.https://www.heidelberg.com/global/en/products/press/sheetfed_offset/sx_52_anicolor/product_information_9/product_information_13.jsp,
Retrieved October 1, 2017

Heidelberg. The reliable solution. Speedmaster SX 74.

https://www.heidelberg.com/global/en/products/press/sheetfed_offset/speedmaster_sx_74/product_information_4/product_information_1.jsp Retrieved
October 1, 2017



ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก 2 ข้อมูลการขนส่งวัสดุและวัสดุช่วยการผลิต

ภาคผนวก 3 ข้อมูลการปันส่วนพื้นที่

ภาคผนวก 4 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ภาคผนวก 5 ข้อมูลการปันส่วนค่าไฟฟ้า

ภาคผนวก 6 ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์
และหลังพิมพ์ (PCR)



ภาคผนวก 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์

อ.1 อ.2 : การทำอาร์ตเวิร์กเนื้อใน บฝ. : การทำอาร์ตเวิร์กเนื้อในรวมปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีเดียว ความเร็วในการ พิมพ์กระดาษขนาด A4 30 แผ่น/นาที	iMac LEXMARK 360W	iMac LEXMARK 360W	iMac LEXMARK 360W
กระดาษพิมพ์อาร์ตเวิร์ก ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาด จำนวน (แผ่น)	ปอนด์ 80 แกรม A4 1370 แผ่น	ปอนด์ 80 แกรม A4 1317 แผ่น	ปอนด์ 80 แกรม A4 166 แผ่น
ปริมาณหมึกพิมพ์สีดำ	-	-	-
เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ (นาที)	46 นาที	44 นาที	6 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	0.3292 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	0.3292 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	0.003 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ
ผู้ทดสอบ	จงดี สุทธหลวง	จงดี สุทธหลวง	จงดี สุทธหลวง

ตารางที่ 2 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์

อ.1 อ.2 : การวางหน้าเนื้อในและการปฎิพหน้าจอ บฝ. : การวางหน้าเนื้อในรวมปกและการปฎิพหน้าจอ

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมวางหน้าและใช้ปฎิพหน้าจอ	Apple Mac Pro	Apple Mac Pro	Apple Mac Pro
เวลาที่ใช้ในการวางหน้ารวมปฎิพหน้าจอ (นาที)	30 นาที	30 นาที	15 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	กิโลวัตต์	กิโลวัตต์	กิโลวัตต์
ผู้ทดสอบ	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนารุช สมานทรัพย์	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนารุช สมานทรัพย์	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนารุช สมานทรัพย์

ตารางที่ 3 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์

อ.1 อ.2 : การทำแม่พิมพ์เนื้อใน บฝ. : การทำแม่พิมพ์เนื้อในรวมปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP (ความเร็ว 21 pph: ประมาณ 3นาที/แผ่น)	HEIDELBERG Suprasetter 106	HEIDELBERG Suprasetter 106	HEIDELBERG Suprasetter 106
แม่พิมพ์ น้ำหนักต่อแผ่น ขนาด รูปแบบการวางหน้าและจำนวน จำนวนแม่พิมพ์เสียจากการทำแม่พิมพ์ น้ำหนักแม่พิมพ์เสีย (กิโลกรัม)	0.20 กิโลกรัม ตัด 2 (790 x 1030 มิลลิเมตร) กลับนอก 62 แผ่น กลับในตัว (8 หน้า) 1 แผ่น รวมทั้งหมด 63 แผ่น ไม่มี ไม่มี	0.20 กิโลกรัม ตัด 2 (790 x 1030 มิลลิเมตร) กลับนอก 62 แผ่น กลับในตัว (8 หน้า) 1 แผ่น รวมทั้งหมด 63 แผ่น ไม่มี ไม่มี	0.20 กิโลกรัม ตัด 2 (790 x 1030 มิลลิเมตร) กลับนอก 62 แผ่น กลับในตัว (8 หน้า) 1 แผ่น กลับในตัว (4 หน้า) 1 แผ่น รวมทั้งหมด 10 แผ่น ไม่มี ไม่มี
ปริมาณน้ำยาสรางภาพ (developer) ปริมาณกัมมาแม่พิมพ์ ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมกับกัม	59 ลิตร 0.142 ลิตร 0.426 ลิตร	59 ลิตร 0.144 ลิตร 0.432 ลิตร	9 ลิตร 0.024 ลิตร 0.072 ลิตร
เวลาที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์ (นาที) เวลาเดินเครื่อง (นาที) เวลาหยุดรอ (นาที)	190 นาที ไม่หยุดรอ	190 นาที ไม่หยุดรอ	30 นาที ไม่หยุดรอ
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	35.5519 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	35.5519 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	5.8 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ
ผู้ทดสอบ	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์

ตารางที่ 4 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์

อ.1 อ.2 : การออกแบบและจัดหน้าทำอาร์ตเวิร์กปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น)			
เครื่องคอมพิวเตอร์ Mac Pro PRT 37 (B2)	Mac Pro PRT 37 (B2)	Mac Pro PRT 37 (B2)	-
เครื่องพิมพ์ (printer)	Lexmark W 850	Lexmark W 850	
กระดาษพิมพ์อาร์ตเวิร์ก			
ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม)	ปอนด์ 80 แกรม	ปอนด์ 80 แกรม	-
ขนาด	A3	A3	
จำนวน (แผ่น)	1 แผ่น	1 แผ่น	
จำนวนกระดาษเสียจากการพิมพ์ (แผ่น)	-	-	
น้ำหนักกระดาษเสียจากการพิมพ์	-	-	
ปริมาณหมึกพิมพ์สีดำ	-	-	-
เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ทดสอบ (นาที)			
เวลาเดินเครื่อง (นาที)	2 วินาที	2 วินาที	-
เวลาหยุดรอ (นาที)	ไม่หยุดรอ	ไม่หยุดรอ	
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)			
พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง	0.2610 กิโลวัตต์	6.5255 กิโลวัตต์	-
พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	ไม่หยุดรอ	ไม่หยุดรอ	
ผู้ทดสอบ	อัญญรัชย์ อารยะวารวีร์	อัญญรัชย์ อารยะวารวีร์	-

ตารางที่ 5 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์ อ.1 อ.2 : การทำแม่พิมพ์ปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องทำแม่พิมพ์อัตโนมัติ CTP (ความเร็ว 21 pph: ประมาณ 3นาที/แผ่น)	HEIDELBERG Suprasetter 106	HEIDELBERG Suprasetter 106	-
แม่พิมพ์ น้ำหนักต่อแผ่น ขนาด จำนวน จำนวนแม่พิมพ์เสียจากการทำแม่พิมพ์ น้ำหนักแม่พิมพ์เสีย (กิโลกรัม)	0.5 กิโลกรัม ตัด 5 (525 x 459 มิลลิเมตร) 4 แผ่น (C M Y K) ไม่มี ไม่มี	0.5 กิโลกรัม ตัด 5 (525 x 459 มิลลิเมตร) 4 แผ่น (C M Y K) ไม่มี ไม่มี	-
ปริมาณน้ำยาสร้างภาพ (developer) ปริมาณกัมมาแม่พิมพ์ ปริมาณน้ำที่ผสมกับกัม	3.697 ลิตร 0.009 ลิตร 0.028 ลิตร	3.697 ลิตร 0.009 ลิตร 0.028 ลิตร	-
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	19.5764 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	19.5764 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	-
ผู้ทดสอบ	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์	-

ตารางที่ 6 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์

อ.1 อ.2 : การเปรียบเทียบแบบพิมพ์แผ่นปริ้นดิจิทัล

	อ.1	อ.2	บฝ. *
วันที่ทำการทดสอบ			-
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องพิมพ์ดิจิทัลแบบพ่นหมึก (inkjet)	EPSON STYLUS Pro 9900	EPSON STYLUS Pro 9900	-
กระดาษพิมพ์แผ่นปริ้นดิจิทัล ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาด จำนวน (แผ่น) จำนวนกระดาษเสียจากการพิมพ์ (แผ่น) น้ำหนักกระดาษเสียจากการพิมพ์ (กิโลกรัม)	อาร์ตมัน (semi-gloss) 190 แกรม ตัด 5 1 แผ่น ไม่มี ไม่มี	อาร์ตมัน (semi-gloss) 190 แกรม ตัด 5 1 แผ่น ไม่มี ไม่มี	-
ปริมาณหมึกพิมพ์สี C (Cyan) ปริมาณหมึกพิมพ์สี LC (Light Cyan) ปริมาณหมึกพิมพ์สี VM (Vivid Magenta) ปริมาณหมึกพิมพ์สี VLM (Vivid Light Magenta) ปริมาณหมึกพิมพ์สี Y (Yellow) ปริมาณหมึกพิมพ์สี PK (Photo Black) ปริมาณหมึกพิมพ์สี LK (Light Black) ปริมาณหมึกพิมพ์สี LLK (Light, Light Black) ปริมาณหมึกพิมพ์สี O (Orange) ปริมาณหมึกพิมพ์สี G (Green)	0.05 มิลลิลิตร 0.27 มิลลิลิตร 0.02 มิลลิลิตร 0.09 มิลลิลิตร 0.09 มิลลิลิตร 0.04 มิลลิลิตร 0.19 มิลลิลิตร 0.30 มิลลิลิตร 0.03 มิลลิลิตร 0.16 มิลลิลิตร	0.28 มิลลิลิตร 0.42 มิลลิลิตร 0.26 มิลลิลิตร 0.33 มิลลิลิตร 0.35 มิลลิลิตร 0.27 มิลลิลิตร 0.42 มิลลิลิตร 0.66 มิลลิลิตร 0.26 มิลลิลิตร 0.50 มิลลิลิตร	-
เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ทดสอบ (นาที) เวลาเดินเครื่อง (นาที) เวลาหยุดรอ (นาที)	10 นาที ไม่หยุดรอ	10 นาที ไม่หยุดรอ	-
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	0.5925 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	0.5925 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	-
ผู้ทดสอบ	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์	ภูมิอนุช อินทรกำแหง พัฒนาวุธ สมานทรัพย์	-

ตารางที่ 7 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานพิมพ์

อ.1 อ.2 และ บฝ.: การตัดกระดาษเนื้อในเป็นขนาดป้อนพิมพ์

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องตัดใบมีดเดี่ยว ตัดกระดาษป้อนพิมพ์	Perfecta 115TS	Perfecta 115TS	Perfecta 115TS
กระดาษเนื้อใน ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาดตัด 1 (ตัดเจียนขอบ และตัดแบ่ง 1 มีด เป็นขนาดตัด 2: ขนาดป้อนพิมพ์) จำนวนกระดาษขนาดตัด 1 (รีม) น้ำหนักเศษขอบกระดาษที่ตัดเจียนทิ้ง (683.25 ก./กระดาษขนาดตัด 1 1 รีม) ขนาดตัด 2: ขนาดป้อนพิมพ์ (543 X 781 มิลลิเมตร) จำนวนแผ่นขนาดตัด 2 ตัดตามจำนวนพิมพ์ จำนวนแผ่นขนาดตัด 2 ตัดสำหรับเผื่อเสีย น้ำหนักกระดาษเผื่อเสีย (30 กรัมต่อแผ่น ขนาดป้อนพิมพ์ 543 X 781 มิลลิเมตร)	ปอนด์ 70 แกรม 31 X 43 นิ้ว 322 รีม (315 + เผื่อเสีย 7 รีม) 220 กิโลกรัม 21.38 X 30.75 นิ้ว (543 X 781 มิลลิเมตร) 157,500 แผ่น 3,500 แผ่น 105 กิโลกรัม	ปอนด์ 70 แกรม 31 X 43 นิ้ว 322 รีม (315 + เผื่อเสีย 8 รีม) 220 กิโลกรัม 21.38 X 30.75 นิ้ว (543 X 781 มิลลิเมตร) 157,500 แผ่น 4,000 แผ่น 120 กิโลกรัม	ปอนด์ 70 แกรม 31 X 43 นิ้ว 48.8 รีม (47.5 + เผื่อเสีย 1.3 รีม) 33.34 กิโลกรัม 21.38 X 30.75 นิ้ว (543 X 781 มิลลิเมตร) 23,750 แผ่น 650 แผ่น 19.5 กิโลกรัม
เวลาที่ใช้ในการตัดกระดาษเนื้อในเพื่อป้อนพิมพ์ รวมเวลายกตั้งกระดาษเข้า-ออกครั้งละ 2 รีม เวลาเดินเครื่อง เวลาหยุดรอ	8 ชั่วโมง ไม่มี	8 ชั่วโมง ไม่มี	1 ชั่วโมง 15 นาที ไม่มี
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	6.5255 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	6.5255 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	6.5255 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ
ผู้ทดสอบ	สันติสุข แสงอาจ	สันติสุข แสงอาจ	สันติสุข แสงอาจ

ตารางที่ 8 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานพิมพ์

อ.1 อ.2 และ บฝ.: การตัดกระดาษปกเป็นขนาดป้อนพิมพ์

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องตัดใบมิดเดียว ตัดกระดาษป้อนพิมพ์	Perfecta 115TS	Perfecta 115TS	-
กระดาษปก ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาดตัด 2 (ตัดเจียนขอบ และตัดแบ่ง 2 มีด เป็นขนาดตัด 5: ขนาดป้อนพิมพ์) จำนวนกระดาษขนาดตัด 2 (รีม) น้ำหนักเศษขอบกระดาษที่ตัดเจียนทั้ง (กิโลกรัม) (1963.04 กรัม/กระดาษขนาดตัด 2 1 รีม) ขนาดตัด 5: ขนาดป้อนพิมพ์ จำนวนแผ่นขนาดตัด 5 ตามจำนวนพิมพ์ จำนวนแผ่นขนาดตัด 5 เผื่อเสีย น้ำหนักกระดาษเผื่อเสีย (37 กรัมต่อแผ่น)	อาร์ตการ์ด 260 แกรม 36 X 25 นิ้ว (ขนาดตัด 2) 2.62 รีม (2.5 + เผื่อเสีย 0.62 รีม) 5.14 กิโลกรัม 12.37 X 17.87 นิ้ว (314 X 454 มิลลิเมตร) 5,000 แผ่น 240 แผ่น 8.9 กิโลกรัม	อาร์ตการ์ด 260 แกรม 36 X 25 นิ้ว (ขนาดตัด 2) 2.62 รีม (2.5 + เผื่อเสีย 0.62 รีม) 5.14 กิโลกรัม 12.37 X 17.87 นิ้ว (314 X 454 มิลลิเมตร) 5,000 แผ่น 240 แผ่น 8.9 กิโลกรัม	-
เวลาที่ใช้ในการตัดกระดาษปกเพื่อป้อนพิมพ์ เวลาเดินเครื่อง เวลาหยุดรอ	2 นาที ไม่มี	2 นาที ไม่มี	-
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	6.5255 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	6.5255 กิโลวัตต์ ไม่หยุดรอ	-
ผู้ทดสอบ	สันติสุข แสงอาจ	สันติสุข แสงอาจ	

ตารางที่ 9 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานพิมพ์

อ.1 อ.2 : การพิมพ์เนื้อใน บฟ.: การพิมพ์เนื้อในรวมปก

	อ.1	อ.2	บฟ.
วัน-เวลาที่ทำการทดสอบ	เครื่องพิมพ์รหัส HH2 4 ก.ค. 58 8.30-16.30 5 ก.ค. 58 8.30-16.30 6 ก.ค. 58 13.00-19.30 เครื่องพิมพ์รหัส HH3 2 ก.ค. 58 16.30-19.30 3 ก.ค. 58 10.30-19.30 4 ก.ค. 58 8.30-14.30	เครื่องพิมพ์รหัส HH2 20 ส.ค.58 9.30-19.30 21 ส.ค.58 8.30-16.30 24 ส.ค.58 8.30-16.30 เครื่องพิมพ์รหัส HH3 20 ส.ค.58 14.00-19.30 21 ส.ค.58 8.30-16.30 24 ส.ค.58 8.30-9.00	เครื่องพิมพ์รหัส HH2 24 ส.ค.58 16.30-19.30 28 ส.ค.58 13.00-16.30
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น): เครื่องพิมพ์ออฟเซตขนาดตัด 2-2 ส่วนพิมพ์ พิมพ์พร้อมกัน 2 หน้าได้ (perfecting) ใช้ 2 เครื่อง รหัสเครื่อง HH2 และ HH3	HEIDELBERG Speedmaster SM 102 HH2: พิมพ์ 30 ยก HH3: พิมพ์ 33 ยก	HEIDELBERG Speedmaster SX 102 HH2: พิมพ์ 40 ยก HH3: พิมพ์ 23 ยก	HEIDELBERG Speedmaster SM 102 HH2: พิมพ์ 9.5 ยก
จำนวนแม่พิมพ์ขนาดตัด 2 (790 x 1030 มิลลิเมตร) แม่พิมพ์วางหน้าแบบกลับนอก แม่พิมพ์วางหน้าแบบกลับในตัว (8 หน้า) แม่พิมพ์วางหน้าแบบกลับในตัว (4 หน้า) รวมทั้งหมด	62 แผ่น 1 แผ่น - 63 แผ่น	62 แผ่น 1 แผ่น - 63 แผ่น	8 แผ่น 1 แผ่น 1 แผ่น 10 แผ่น
กระดาษเนื้อใน ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน ขนาดตัด2: ขนาดปอนด์พิมพ์ จำนวนแผ่นตามจำนวนพิมพ์ จำนวนแผ่นเพื่อเสีย	ปอนด์ 70 แกรม 21.38 X 30.75 นิ้ว (543 X 781 มิลลิเมตร) 157,500 แผ่น 3,500 แผ่น	ปอนด์ 70 แกรม 21.38 X 30.75 นิ้ว (543 X 781 มิลลิเมตร) 157,500 แผ่น 4,000 แผ่น	ปอนด์ 70 แกรม 21.38 X 30.75 นิ้ว (543 X 781 มิลลิเมตร) 23,750 แผ่น 650 แผ่น
ปริมาณหมึกพิมพ์สีดำ	19.4 กิโลกรัม	19.4 กิโลกรัม	2.7 กิโลกรัม
ปริมาณหัวน้ำยาฟาว์เทน	3.47 ลิตร (3.82 กิโลกรัม)	3.47 ลิตร (3.82 กิโลกรัม)	0.48 ลิตร (0.53 กิโลกรัม)
ปริมาณแอลกอฮอล์ IPA (ผสมใน น้ำ+หัวน้ำยาฟาว์เทน ที่สัดส่วนผสม IPA 9.2%)	29.51 ลิตร (23.20 กิโลกรัม)	29.51 ลิตร (23.20 กิโลกรัม)	4.07 ลิตร (3.20 กิโลกรัม)

ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมหัวน้ำยาฟาว์นเทนและ IPA (สัดส่วนผสมหัวน้ำยาฟาว์นเทน 3.5%, IPA 9.2%)	133.85 ลิตร (133.85 กิโลกรัม)	133.85 ลิตร (133.85 กิโลกรัม)	41.36 ลิตร (41.36 กิโลกรัม)
ปริมาณน้ำยาฟาว์นเทนที่ใช้พิมพ์ (หัวน้ำยาฟาว์นเทน + IPA + น้ำ)	166.83 ลิตร (160.87 กิโลกรัม)	166.83 ลิตร (160.87 กิโลกรัม)	45.91 ลิตร (45.09 กิโลกรัม)
เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ทดสอบ เวลาเดินเครื่อง เวลาหยุดรอ (เปลี่ยนแม่พิมพ์อัตโนมัติ 2 นาที/แผ่น และปรับตั้งอื่น ๆ)	36.5 ชั่วโมง (HH2 20.5 + HH3 16 ชั่วโมง) 2 ชั่วโมง	37 ชั่วโมง (HH2 24 + HH3 13 ชั่วโมง) 2 ชั่วโมง	6.5 ชั่วโมง (HH2 6.5) 20 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	19.7511 กิโลวัตต์ 0.01 กิโลวัตต์	19.7511 กิโลวัตต์ 0.01 กิโลวัตต์	2.541 กิโลวัตต์ 0.01 กิโลวัตต์
ปริมาณน้ำเสีย	13 ลิตร	13 ลิตร	2 ลิตร
ผู้ทดสอบ	สมชาย สมบัติวงศ์ นิพล สิ่งที่สุด ทงงค์ พุ่มเพชรล้วน กำจัด เดชเมืองปัก	สมชาย สมบัติวงศ์ นิพล สิ่งที่สุด ทงงค์ พุ่มเพชรล้วน กำจัด เดชเมืองปัก	สมชาย สมบัติวงศ์ นิพล สิ่งที่สุด ทงงค์ พุ่มเพชรล้วน กำจัด เดชเมืองปัก

ตารางที่ 10 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานพิมพ์ อ.1 อ.2 : การพิมพ์ปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
วัน-เวลาที่ทำการทดสอบ	7 ก.ค. 58 8.30-16.30	25 ส.ค.58 8.30-16.30	-
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น): เครื่องพิมพ์ออฟเซตสี่สี ขนาดตัด 5	HEIDELBERG Speedmaster SX 52 รหัสเครื่อง: 5H	HEIDELBERG Speedmaster SX 52 รหัสเครื่อง: 5H	-
แม่พิมพ์ ขนาด จำนวนแม่พิมพ์ จำนวนปกต่อแม่พิมพ์ (ปก) ด้านที่พิมพ์	525 x 459 มิลลิเมตร (ขนาดตัด 5) 4 แผ่น (C M Y K) 1 ปก พิมพ์ปกนอกด้านเดียว	525 x 459 มิลลิเมตร (ขนาดตัด 5) 4 แผ่น (C M Y K) 1 ปก พิมพ์ปกนอกด้านเดียว	-
กระดาษเนื้อใน ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาดตัด 5: ขนาดป้อนพิมพ์ จำนวนแผ่น ตามจำนวนพิมพ์ จำนวนแผ่น เมื่อเสีย	อาร์ตการ์ด 260 แกรม 12.37 X 17.87 นิ้ว (314 X 454 มิลลิเมตร) 5,000 แผ่น 240 แผ่น	อาร์ตการ์ด 260 แกรม 12.37 X 17.87 นิ้ว (314 X 454 มิลลิเมตร) 5,000 แผ่น 240 แผ่น	-
ปริมาณหมึกพิมพ์ * ปริมาณหมึกพิมพ์ C ปริมาณหมึกพิมพ์ M ปริมาณหมึกพิมพ์ Y ปริมาณหมึกพิมพ์ K รวมทั้งหมด	239 กรัม 82 กรัม 67 กรัม 395 กรัม 783 กรัม	183 กรัม 155 กรัม 92 กรัม 354 กรัม 783 กรัม	-
ปริมาณหัวน้ำยาฟาว์นเทน (ผสมในน้ำที่สัดส่วนผสม 2 %)	0.21 ลิตร	0.21 ลิตร	-
ปริมาณแอลกอฮอล์ IPA (ผสม IPA 9 % ในน้ำ+หัวน้ำยาฟาว์นเทน)	1.75 ลิตร	1.75 ลิตร	-
ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมหัวน้ำยาฟาว์นเทนและ IPA (สัดส่วนผสมหัวน้ำยาฟาว์นเทน 2%, IPA 9 %)	12.50 ลิตร	12.50 ลิตร	-
ปริมาณน้ำยาฟาว์นเทนที่ใช้พิมพ์ (หัวน้ำยาฟาว์นเทน + IPA + น้ำ)	14.47 ลิตร	14.47 ลิตร	-
เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ทดสอบ เวลาเดินเครื่อง	6 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	-

เวลาหยุดรอ (เตรียมพร้อมพิมพ์: เตรียมตั้งกระดาษป้อนพิมพ์ เปลี่ยนแม่พิมพ์ ปรับตั้งแรงกด ปรับสมดุลหมึกกับน้ำ)	30 นาที	30 นาที	
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	19.7511 กิโลวัตต์ 1.6 กิโลวัตต์	19.7511 กิโลวัตต์ 1.6 กิโลวัตต์	-
ปริมาณน้ำเสีย	0.17 ลิตร	0.17 ลิตร	-
ผู้ทดสอบ	พงษ์ศักดิ์ สินรอด กนก สุขวารี ทงศ์ พุ่มเพชรล้วน กำจัต เดชเมืองปัก	พงษ์ศักดิ์ สินรอด กนก สุขวารี ทงศ์ พุ่มเพชรล้วน กำจัต เดชเมืองปัก	-



ตารางที่ 11 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานหลังพิมพ์

อ.1 อ.2 และ บฝ.: การตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อใน (บางยก) ขนาดตัด 2 5เพื่อเข้าเครื่องพับ

	อ.1	อ.2	บฝ.
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องตัดใบมีดเดียว ใช้ตัดแบ่งแผ่นพิมพ์เนื้อใน (บางยก) ขนาดตัด 2เพื่อเข้าเครื่องพับ	Perfecta 115TS	Perfecta 115TS	Perfecta 115TS
จำนวนแผ่นพิมพ์ขนาดตัด 2 - ใช้ตัดแบ่งแบบผ่า 2 เป็นขนาดตัด 4 (เพื่อเตรียมส่งไปพับ 2) - ใช้ตัดแบ่งแบบผ่า 4 เป็นขนาดตัด 5 (เพื่อเตรียมส่งไปพับ 1)	ขนาดตัด 2 (หน้าที่ 481-488) 2,500 แผ่น ตัดแบ่งได้ขนาดตัด 4 5,000 แผ่น	ขนาดตัด 2 (หน้าที่ 481-488) 2,500 แผ่น ตัดแบ่งได้ขนาดตัด 4 5,000 แผ่น	ขนาดตัด 2 (หน้าที่ 27-30, 47-50) 2,500 แผ่น ได้ขนาดตัด 4 5,000 แผ่น ขนาดตัด 2 (หน้าที่ 25-26, 50-51) 1,250 แผ่น ได้ขนาดตัด 5 5,000 แผ่น
เวลาที่ใช้ในการตัดแผ่นพิมพ์ขนาดตัด 2 - ตัดแบ่งแบบผ่า 2 เป็นขนาดตัด 4 - ตัดแบ่งแบบผ่า 4 เป็นขนาดตัด 5	5 นาที -	5 นาที -	5 นาที 3 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	6.5255 กิโลวัตต์ -	6.5255 กิโลวัตต์ -	6.5255 กิโลวัตต์
ผู้ทดสอบ	สันติสุข แสงอาจ	สันติสุข แสงอาจ	สันติสุข แสงอาจ

ตารางที่ 12 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ในขั้นตอนงานหลังพิมพ์

อ.1 อ.2 : การพับแผ่นพิมพ์เนื้อใน บฝ. : การพับแผ่นพิมพ์เนื้อในรวมปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
การพับ			
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องพับ	Stahlfolder KH66/4KTL	Stahlfolder KH66/4KTL	Stahlfolder KH66/4KTL
กระดาษแผ่นพิมพ์เข้าเครื่องพับ ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาดป้อนพับ ประเภทและจำนวนแผ่นพิมพ์ (แผ่น) - วางหน้าแบบกลับนอก พับ 3 - วางหน้าแบบกลับในตัว (8 หน้า) ผ่า 2 พับ 2 - วางหน้าแบบกลับในตัว (4 หน้า) ผ่า 4 พับ 1 รวมจำนวนแผ่นพิมพ์ทั้งหมด (แผ่น)	ปอนด์ 70 แกรม 21.38 x 30.75 นิ้ว (543 x 781 มิลลิเมตร)	ปอนด์ 70 แกรม A4 1,001 แผ่น	ปอนด์ 70 แกรม A4 129 แผ่น
เวลาที่ใช้ในการพับ (นาที) เวลาเดินเครื่อง (นาที) เวลาหยุดรอ (นาที) (ปรับตั้งเครื่อง แก้ปัญหากระดาษติดขณะพับ)	1370 นาที 30 นาที	1370 นาที 30 นาที	210 นาที 30 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	2.5018 กิโลวัตต์ 0.05 กิโลวัตต์	2.5018 กิโลวัตต์ 0.05 กิโลวัตต์	0.3 กิโลวัตต์ 0.04 กิโลวัตต์
ผู้ทดสอบ	บุญยัง สายเพชร	บุญยัง สายเพชร	บุญยัง สายเพชร

ตารางที่ 13 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานหลังพิมพ์

อ.1 อ.2 : การเก็บเล่ม (เก็บยกพิมพ์เนื้อในแบบซ้อน) บฝ. : การเก็บเล่ม (เก็บยกพิมพ์เนื้อในรวมปกแบบสอด)

	อ.1	อ.2	บฝ.
การเก็บเล่ม	เก็บแบบซ้อน	เก็บแบบซ้อน	เก็บแบบสอด
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ (ยี่ห้อ/รุ่น)	ใช้พนักงานเก็บ	ใช้พนักงานเก็บ	ใช้พนักงานเก็บ
ประเภทและจำนวนยกงานพับที่เก็บ (ยก)			
- ยกงานกลับนอก พับ 3	155,000 ยก (31 กอง ๆ ละ 5000)	155,000 ยก (31 กอง ๆ ละ 5000)	20,000 ยก (4 กอง ๆ ละ 5000)
- ยกงานกลับในตัว (8 หน้า) ผ่า 2 พับ 2	5,000 ยก (1 กอง ๆ ละ 5000)	5,000 ยก (1 กอง ๆ ละ 5000)	5,000 ยก (1 กอง ๆ ละ 5000)
- ยกงานกลับในตัว (4 หน้า) ผ่า 4 พับ 1	- ยก (1 กอง ๆ ละ 5000)	- ยก (1 กอง ๆ ละ 5000)	5,000 ยก (1 กอง ๆ ละ 5000)
รวมจำนวนยกงานพับที่เก็บทั้งหมด (ยก)	160,000 ยก	160,000 ยก	30,000 ยก
จำนวนเล่มที่เก็บได้ (เล่ม)	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม
จำนวนหน้าต่อเล่ม (หน้า)	504 หน้า	504 หน้า	76 หน้า
เวลาที่ใช้ในการเก็บเล่ม (นาที)			
เวลาทำงาน (นาที) (ตั้งเรียงกอง ทดลองเก็บ ตรวจสอบการเรียง ลำดับเลขหน้าของยกที่เก็บ เก็บเล่มจริง และ เติมกองจนครบจำนวนพิมพ์)	24 ชั่วโมง/3คนเก็บ	24 ชั่วโมง/3คนเก็บ	10 ชั่วโมง/3คนเก็บ
เวลาหยุดรอ (นาที)	-	-	-
ผู้ทดสอบ	ทองเจือ ไยทอง สมถวิล วันเพ็ญ ฉลาด เขียนภักดี	ทองเจือ ไยทอง สมถวิล วันเพ็ญ ฉลาด เขียนภักดี	สุภาภรณ์ ทองมาลัย สมรัตน์ สุขสมกลิ่น วรกานต์ ชมกลิ่น

ตารางที่ 14 ข้อมูลการทดสอบผลิตภัณฑ์พืชม ในขั้นตอนงานหลังพืชม อ.1 อ.2 : การเคลือบปก

	อ.1	อ.2	บฝ.
การเคลือบปก	จ้างเคลือบจากบริษัทภายนอก (บริษัท พีเอ็มซี การ์ดส์ (ไทยแลนด์) จำกัด)		-
วันที่ทำการทดสอบ			-
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องเคลือบแผ่นพืชมปกหนังสือ	บริษัทไม่ขอเปิดเผยข้อมูลรุ่นของเครื่องเคลือบที่ใช้		-
แผ่นพืชมปก ชนิดและน้ำหนักพื้นฐาน (แกรม) ขนาด จำนวนตามจำนวนพืชม (แผ่น) จำนวนเพื่อเสีย (แผ่น)	อาร์ตการ์ด 260 แกรม 314 X 454 มิลลิเมตร 5,000 แผ่น 200 แผ่น	อาร์ตการ์ด 260 แกรม 314 X 454 มิลลิเมตร 5,000 แผ่น 200 แผ่น	-
น้ำยาเคลือบ ชนิด ปริมาณที่ใช้ต่อแผ่นพืชมปก 5,200 แผ่น *	เคลือบมัน ยูวี ฐานน้ำ 3.12 กิโลกรัม	เคลือบมัน ยูวี ฐานน้ำ 3.12 กิโลกรัม	-
เวลาที่ใช้ในการเคลือบแผ่นพืชมปก (นาที) ** เวลาเดินเครื่อง (นาที) เวลาหยุดรอ (นาที)	62 นาที ไม่มี	62 นาที ไม่มี	-
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	บริษัทไม่ขอเปิดเผยข้อมูลรุ่นของเครื่องเคลือบที่ใช้		-
ผู้ทดสอบ (ผู้ให้ข้อมูล)	สุธิพัฒน์ ช่วยดู	สุธิพัฒน์ ช่วยดู	-

* ข้อมูลปริมาณน้ำยาเคลือบยูวีฐานน้ำที่ใช้ ได้มาจากการคำนวณตามข้อมูลการใช้งานเครื่องเคลือบยูวีฐานน้ำที่ได้จากการสอบถามผู้ช่วยผู้จัดการโรงพิมพ์ตะวันออก (นายสุธิพัฒน์ ช่วยดู) คือ 0.6 กรัมต่อขนาดตัด 5 (บริษัทที่รับจ้างเคลือบปกไม่ขอเปิดเผยข้อมูล)

** ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเคลือบแผ่นพืชมปก ได้มาจากการคำนวณตามข้อมูลที่ได้การใช้งานเครื่องเคลือบยูวีฐานน้ำที่ได้จากการสอบถามผู้ช่วยผู้จัดการโรงพิมพ์ตะวันออก (นายสุธิพัฒน์ ช่วยดู) คือ ความเร็วในการเคลือบ 5,000 แผ่นต่อชั่วโมง (บริษัทที่รับจ้างเคลือบปกไม่ขอเปิดเผยข้อมูล)

ตารางที่ 15 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานหลังพิมพ์

อ.1 อ.2 : การทำเล่มแบบไสสันทากาว บฝ. : การทำเล่มแบบเย็บมุงหลังคาด้วยลวด 2 เซ็ม

	อ.1	อ.2	บฝ.
การทำเล่ม	ไสสันทากาว	ไสสันทากาว	เย็บลวดมุงหลังคา 2 เซ็ม ด้วยลวด
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องไสสันทากาว เครื่องเย็บลวด	Horizon System Binder SB-09S	Horizon System Binder SB-09S	SADDLE STICHER S-450
จำนวนการทดสอบทำเล่ม	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม
จำนวนหน้าต่อเล่ม (หน้า)	504 หน้า	504 หน้า	76 หน้า
ปริมาณกาว (กิโลกรัม)	8.1 กิโลกรัม	8.1 กิโลกรัม	-
ปริมาณลวดเย็บมุงหลังคา (กิโลกรัม)	-	-	33.33 กรัม
ปริมาณเศษ/ขุยกระดาษจากการเลื่อยสัน (กิโลกรัม)	8.5 กิโลกรัม	8.5 กิโลกรัม	1.3 กิโลกรัม
เวลาที่ใช้ในการทำเล่ม: ไสสันทากาว (นาที) เวลาเดินเครื่อง (นาที) เวลาหยุดรอ (นาที) (ปรับตั้งเครื่อง เตรียมปก เตรียมยกเนื้อใน)	2.5 ชั่วโมง 20 นาที	2.5 ชั่วโมง 20 นาที	-
เวลาที่ใช้ในการทำเล่ม: เย็บมุงหลังคา (นาที) เวลาเดินเครื่อง (นาที) เวลาหยุดรอ (นาที) (ปรับตั้งเครื่อง เตรียมยกเนื้อในรวมปก)	- -	- -	60 นาที 5 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	13.1674 กิโลวัตต์ 1.7 กิโลวัตต์	13.1674 กิโลวัตต์ 1.7 กิโลวัตต์	2.05 กิโลวัตต์ 0.17 กิโลวัตต์
ผู้ทดสอบ	มาลี ไทรกำแหง	มาลี ไทรกำแหง	กิตติศักดิ์ ไทยใหญ่

ตารางที่ 16 ข้อมูลการทดสอบผลิตสิ่งพิมพ์ ในขั้นตอนงานหลังพิมพ์

อ.1 อ.2 และ บฝ.: การตัดเจียน 3 ด้าน

	อ.1	อ.2	บฝ.
การตัด			
วันที่ทำการทดสอบ			
เครื่องที่ใช้ (ยี่ห้อ/รุ่น) เครื่องตัดเจียน 3 ด้าน	Perfecta Circuit-F	Perfecta Circuit-F	Perfecta Circuit-F
จำนวนที่ตัดได้ (เล่ม)	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม	5,000 เล่ม
จำนวนหน้าต่อเล่ม (หน้า)	504 หน้า	504 หน้า	76 หน้า
น้ำหนักเศษกระดาษจากการตัดเจียน (กิโลกรัม)	252.25 กิโลกรัม	252.25 กิโลกรัม	38 กิโลกรัม
เวลาที่ใช้ในการตัด (นาที)			
เวลาเดินเครื่อง (นาที)	1.5 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง	30 นาที
เวลาหยุดรอ (นาที) (เปลี่ยนมิต เปลี่ยนเชิง)	10 นาที	10 นาที	10 นาที
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)			
พลังงานไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง	6.5837 กิโลวัตต์	6.5837 กิโลวัตต์	0.9 กิโลวัตต์
พลังงานไฟฟ้าช่วงหยุดรอ	0.7 กิโลวัตต์	0.7 กิโลวัตต์	0.3 กิโลวัตต์
ผู้ทดสอบ	มนตรี แก้วปัญญา	มนตรี แก้วปัญญา	มนตรี แก้วปัญญา

ภาคผนวก 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลการขนส่งวัสดุและวัสดุช่วยการผลิตที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ที่อยู่	วัสดุ	ระยะทาง ถึงมสธ. (กม.)	ประเภทรถ
1	บริษัท โรงงานอุตสาหกรรม กระดาษบางปะอิน จำกัด	48 หมู่ 7 ถนนบางปะอิน-บางไทร ตำบลบางกระสั้น อําเภอบางปะ อิน จังหวัด พระนครศรีอยุธยา 13160	กระดาษ A4 ริมเล็ก (80 แกรม)	46	รถหกล้อ
2	บริษัท แอเรีย อิงค์ จำกัด	43/1141-2 ถนนพหลโยธิน แขวง อนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220	หมึก printer lexmark	10.7	รถกระบะ
3	บริษัท อินเทอร์เน็ต จำกัด	6/12 แมพลี เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170	แม่พิมพ์	8.9	รถกระบะ
4	บริษัท ไฮเดลเบิร์ก กราฟ ฟิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด	163 อาคารไทยสมุทร ถนนสุรวงศ์ แขวงสีลม เขต บางรัก กทม 10500	น้ำยาล้างเครื่อง หมึก (ไฮเดลเบิร์ก)	25.7	รถกระบะ
5	บริษัท โอเซียน เปเปอร์ จำกัด	4,6,8,10,12 ซอยเอกชัย 65 ถนน เอกชัย แขวงบางบอน เขตบาง บอน กรุงเทพฯ 10150	กระดาษปอนด์ 70 แกรม (แผ่นใหญ่)	40.4	รถหกล้อ
6	หจก. ลีมาณิชย์	ซอยราชสีห์ ถนนวรจักร แขวงวัด เทพศิรินทร์ กรุงเทพฯ ไทย 10100	กระดาษปอนด์ 70 แกรม (แผ่นใหญ่)	23.6	รถหกล้อ
7	บริษัท แอล.พี.พี.เทรดดิ้ง จำกัด	68/844 หมู่บ้านไพลินปาร์ค ซอย 28 ถนนรัตนาธิบดี ตำบลบาง กระสอบ อําเภอเมืองนนทบุรี จังหวัด นนทบุรี 11000	กระดาษปก (190 แกรม Semi gloss)	16.2	รถกระบะ
8	บริษัท เอ็ม.ดี.แมชชีนเนอรี แอนด์ ซัพพลาย	59 หมู่ ถนนกัลพฤกษ์ แขวงบาง ขุนเทียน เขต จอมทอง กรุงเทพฯ 10150	หมึกออฟเซ็ท สีดำ	30.9	รถกระบะ
9	บริษัท อินเทอร์เน็ต จำกัด	15 ซอยนาคนิवास 37 แยก 2-11 ถนนนาคนิवास แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10230	หมึกสี (พิมพ์ปก)	43	รถกระบะ

ตารางที่ 1 ข้อมูลการขนส่งวัสดุและวัสดุช่วยการผลิตที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ที่อยู่	วัสดุ	ระยะทางถึง มสธ. (กม.)	ประเภทรถ
10	บริษัท ออลเทอเนทีฟ อีเอฟ พรีนติ้ง จำกัด	67/56 หมู่ 9 ซอยธีระ 1 ถนน สุขาภิบาล บางบอน กรุงเทพฯ 10150	น้ำยาฟาว์นเทน IPA น้ำยาล้างเครื่อง	48.6	รถกระบะ
11	บริษัท สยามบายน์เดอร์ จำกัด	19 ถนนทำดินแดง 1 แขวงสมเด็จ เจ้าพระยา เขตคลองสาน กทม 10600	เม็ดกาวร้อน	31.2	รถกระบะ
12	บริษัท กิจเกษมศิริ จำกัด	51/1 ซอยนามบัญญัติ ถนน ประชาธิปไตย แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กทม 10200	ลวดเย็บ	22.3	รถกระบะ
13	บริษัท กราฟแพค จำกัด	30/195 ซอย พุทธบูชา 3 แขวง บางมด เขต จอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150	พลาสติกเคลือบปก	45.1	รถกระบะ
14	บริษัท สหมิตรเครื่องกล จำกัด (มหาชน)	42,48 ซ.53 ถ.พระราม 3 เขต ยานนาวา กทม.10120	กระดาษสีน้ำตาล	33.4	รถกระบะ
15	หจก. วิริยะ 1995	122/168 ซอย 6 (หมู่บ้านสินทวี) หมู่ที่ 3 ถนนประชาอุทิศ แขวง ทุ่ง ครุ เขต ทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140	เทปกาว	36.2	รถกระบะ

* หมายเหตุ: ระยะทางจากสำนักพิมพ์ถึงบริษัทคำนวณจากแผนที่ของกรมทางหลวง

ตารางที่ 3 การปันส่วนพื้นที่เล่มแบบฝึกปฏิบัติ

C	กำลังไฟแสงสว่าง (kw)	จำนวน	เวลาในการผลิต (ชม.)	สัดส่วนพื้นที่	ผลคูณ
เรียงพิมพ์และอาร์ตเวิร์ค	0.0352	8	0.1000	0.083	0.0003
วางเนื้อใน	0.0352	8	0.2500	0.083	0.0007
ดิจิทัลปรับ	0.0352	8	0.2317	0.085	0.0007
ทำเพลท	0.0352	1	0.5000	0.25	0.0044
	กำลังไฟปรับอากาศ (kw)	จำนวน	เวลาในการผลิต (ชม.)	สัดส่วนพื้นที่	ผลคูณ
ดิจิทัลปรับ เครื่อง 2	2.9541	2	0.2317	0.085	0.1163
ดิจิทัลปรับ เครื่อง 8	1.5537	2	0.2317	0.085	0.0612
ทำเพลท เครื่อง 2	2.9541	2	0.5000	0.25	0.7385
ทำเพลท เครื่อง 4	1.1074	1	0.5000	0.25	0.1384
	กำลังไฟเครื่อง iMAC (kw)	จำนวน	เวลาในการผลิต (ชม.)	ผลคูณ	
เรียงพิมพ์และอาร์ตเวิร์ค	0.2610	1	0.1000	0.0261	
วางเนื้อใน	0.2610	1	0.2500	0.0653	
ดิจิทัลปรับเนื้อ+ปก	0.4568	1	0.2317	0.1058	
เครื่อง CTP	35.2375	1	0.5000	17.6188	



ภาคผนวก 4

ตารางที่ 1 คำสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

รายการ	ชื่อฐานข้อมูลที่ใช้	แหล่งฐานข้อมูล	หมายเหตุ
กระดาษถนอมสายตา	Paper, woodfree, uncoated, at regional storage/RER U	Ecoinvent	Substitution
กระดาษถ่ายเอกสาร	Paper, woodfree, uncoated, at regional storage/RER U	Ecoinvent	Substitution
กระดาษปอนด์	Paper, woodfree, uncoated, at regional storage/RER U	Ecoinvent	
กระดาษสำหรับปริ้นท์สี	Paper, wood-containing, supercalendred (SC), at regional storage/RER U	Ecoinvent	
กระดาษอาร์ต	Paper, woodfree, coated, at regional storage/RER U	Ecoinvent	
กาว	Titanium dioxide, production mix, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
แกนกระดาษสำหรับปริ้นท์สี	Kraft paper, unbleached, at plant/RER U	Ecoinvent	
จาระบี	Lubricating oil, at plant/RER U	Ecoinvent	
โทนเนอร์พิมพ์ดิจิตอล	Toner, colour, used for printing/RER U	Ecoinvent	
โทนเนอร์พิมพ์ดิจิตอล (ดำ)	Toner, black, used for printing/RER U	Ecoinvent	
น้ำยาฟาร์นเทน	Ethylene glycol, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
น้ำประปา	Tap water, at user/RER U	Ecoinvent	
น้ำยา Developer	Sodium silicate, spray powder 80%, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

รายการ	ชื่อฐานข้อมูลที่ใช้	แหล่งฐานข้อมูล	หมายเหตุ
น้ำยาเสริม R-T9	Sodium metasilicate pentahydrate, 58%, powder, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
บำบัดน้ำเสีย	Treatment, sewage, from residence, to wastewater treatment, class 2/CH U	Ecoinvent	
พลาสติกเคลือบปก	Oriented polypropylene film E	Ecoinvent	Substitution
ไฟฟ้า	Electricity 2009/TH S	MTEC	ฐานข้อมูลประเทศไทย (Thailand LCI database)
แม่พิมพ์สำเร็จรูป	Aluminium 0% recycled ETH U	Ecoinvent	Substitution
รถกระบะ 4 ล้อ	Operation, small van type, 4 wheels, diesel fuel, max. payload 1.5t, 100%loading, normal driving/TH	MTEC	ฐานข้อมูลประเทศไทย (Thailand LCI database)
รถบรรทุก 6 ล้อ	Operation, truck type, 6 wheels, diesel fuel, max. payload 8.5t, 100%loading, normal driving/TH	MTEC	ฐานข้อมูลประเทศไทย (Thailand LCI database)
ลาวเหล็ก	Cast iron, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
สารเคลือบผิว Gum solution	Phosphoric acid, industrial grade, 85% in H ₂ O, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
หมึกพิมพ์ออฟเซต	Printing colour, offset, 47.5% solvent, at plant/RER U	Ecoinvent	
รายการ (ต่อ)	ชื่อฐานข้อมูลที่ใช้	แหล่งฐานข้อมูล	หมายเหตุ
หมึกเครื่องพิมพ์	Toner, black, used for printing/RER U	Ecoinvent	
Dyna wash	Benzene, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
IPA	Isopropanol, at plant/RER U	Ecoinvent	
Solvent ws200	Ethyl benzene, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution
Topeol	Toluene, liquid, at plant/RER U	Ecoinvent	Substitution

ภาคผนวก 5



ภาคผนวก 6



ตารางที่ 1 การปันส่วนค่าไฟฟ้าตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ลำดับ	กระบวนการผลิต	รายการเครื่องจักร	กำลัง	จำนวน	ชั่วโมงการ	จำนวนวัน	ปริมาณการใช้	สัดส่วน	ปันส่วนไฟฟ้า	ปริมาณการ
			เครื่องจักร							
			kW		h/day	day/y	kWh/y	%	kWh/y	kw
1	ระบบแสงสว่าง	หลอดไฟ 1	0.036	118	6	249	6,346.51	0.44%	4,141.39	0.0235
2		หลอดไฟ 2	0.018	30	6	249	806.76	0.06%	526.45	0.0117
1	ระบบปรับอากาศ	เครื่องปรับอากาศ 1	3.798	11	6	249	62,416.33	4.35%	40,729.55	2.4784
2		เครื่องปรับอากาศ 2	4.527	3	6	249	20,290.01	1.41%	13,240.18	2.9541
2		เครื่องปรับอากาศ 3	1.226	2	6	249	3,663.29	0.26%	2,390.47	0.8000
4		เครื่องปรับอากาศ 4	1.697	2	6	249	5,070.64	0.35%	3,308.83	1.1074
5		เครื่องปรับอากาศ 5	2.263	1	6	249	3,380.92	0.24%	2,206.21	1.4767
6		เครื่องปรับอากาศ 6	1.802	1	6	249	2,692.19	0.19%	1,756.78	1.1759
7		เครื่องปรับอากาศ 7	3.411	1	6	249	5,096.03	0.35%	3,325.40	2.2258
8		เครื่องปรับอากาศ 8	2.381	1	6	249	3,557.21	0.25%	2,321.25	1.5537
9		เครื่องฟอกอากาศ	0.15	3	6	249	672.30	0.05%	438.71	0.0979
1	สำนักงาน	เครื่องคอมพิวเตอร์	0.4	2	6	249	1,195.20	0.08%	779.92	0.2610
2		ปริ้นเตอร์ ขนาด 1	0.5	6	6	249	4,482.00	0.31%	2,924.71	0.3263
3		ปริ้นเตอร์ ขนาด 2	0.7	3	6	249	3,137.40	0.22%	2,047.30	0.4568
4		Printer สี 1	0.9	1	6	249	1,344.60	0.09%	877.41	0.5873
5		Printer สี 2	0.55	1	6	249	821.70	0.06%	536.20	0.3589
1	เครื่องจักร	เครื่องถ่ายเพลท	20	2	6	249	59,760.00	4.16%	38,996.17	13.0509
2		เครื่องล้างเพลท	4	1	8	249	7,968.00	0.55%	5,199.49	2.6102
3		เครื่อง CTP	54	2	6	249	161,352.00	11.24%	105,289.66	35.2375
4		เครื่อง print ปก	1	1	6	249	1,494.00	0.10%	974.90	0.6525
5		ตู้ไฟตรวจสอบงาน 1	1	1	6	249	1,494.00	0.10%	974.90	0.6525
6		ตู้ไฟตรวจสอบงาน 2	1	1	6	249	1,494.00	0.10%	974.90	0.6525
1	ระบบแสงสว่าง	หลอดไฟ 1	0.036	56	6	249	3,011.90	0.21%	1,965.41	0.0235
1		เครื่องปรับอากาศ 1	2.263	6	6	249	20,285.53	1.41%	13,237.25	1.4767
2		เครื่องปรับอากาศ 2	3.207	4	6	249	19,165.03	1.33%	12,506.07	2.0927
3		เครื่องปรับอากาศ 3	2.358	1	6	249	3,522.85	0.25%	2,298.82	1.5387
4		เครื่องปรับอากาศ 4	4.15	2	6	249	12,400.20	0.86%	8,091.71	2.7081

ตารางที่ 2 การปันส่วนค่าไฟฟ้าตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ลำดับ	กระบวนการผลิต	รายการเครื่องจักร	กำลังเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	จำนวนวันทำงานต่อปี	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	สัดส่วน	ปันส่วนไฟฟ้าจากค่าไปจริงตามมิเตอร์	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง
			kW		h/day		day/y	kWh/y		
1	ระบบปรับอากาศ	เครื่องฟอกอากาศ	0.15	17	6	249	3,809.70	0.27%	2,486.01	0.0979
2		พัดลมอุตสาหกรรม	0.2	12	6	249	3,585.60	0.25%		0.1305
3		พัดลมก้านยาว	0.15	8	6	249	1,792.80	0.12%		0.0979
1	สำนักงาน	Computer	0.4	10	6	249	5,976.00	0.42%	3,899.62	0.2610
2		Printer	0.7	4	6	249	4,183.20	0.29%		0.4568
3		Scanner	0.25	1	6	249	373.50	0.03%		0.1631
4	เครื่องจักร	เครื่องถ่ายเอกสาร	1.3	8	6	249	15,537.60	1.08%	10,139.00	0.8483
1		เครื่องพิมพ์ใหญ่ x 1 เครื่อง	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
2		เครื่องดรัม x 1 เครื่อง	1	1	6	249	1,494.00	0.10%	974.90	0.6525
3		เครื่องล้างเพลท x 1 เครื่อง	4	1	6	249	5,976.00	0.42%	3,899.62	2.6102
4		เครื่องตัดกระดาษขนาดเล็ก	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
5		เครื่องพิมพ์ stah3	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
6		เครื่องพิมพ์ MBO1	20	1	8	249	39,840.00	2.77%	25,997.45	13.0509
7		เครื่องพิมพ์ MBO2	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
8		เครื่องพิมพ์ HORIZON	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
9		เครื่องพิมพ์ Stahfolder Heidelberg	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
10		เครื่องพิมพ์ Heidelberg (2H1)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
11		เครื่องพิมพ์ Heidelberg 2 (HH2)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
12		เครื่องพิมพ์ Ryobi 752P (RB)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
13		เครื่องพิมพ์ MITSUBISHI 3 FR (2M)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
14		เครื่องพิมพ์ Heidelberg Speed (HH1)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
15		เครื่องพิมพ์ Heidelberg Speed3 (HH3)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
16		เครื่องพิมพ์ออฟเซ็ท (AG)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
17		เครื่องพิมพ์ออฟเซ็ท (2H2)	30	1	6	249	44,820.00	3.12%	29,247.13	19.5764
18		เครื่องตัด Polar N115 Plus	10	1	6	249	14,940.00	1.04%	9,749.04	6.5255
19	เครื่องตัด Perfecta Cutting System BSH5	10	1	6	249	14,940.00	1.04%	9,749.04	6.5255	
20	เครื่องตัด Perfecta Cutting System Circuit F	10	1	6	249	14,940.00	1.04%	9,749.04	6.5255	
21	เครื่องตัด Perfecta SDY 1	10	1	6	249	14,940.00	1.04%	9,749.04	6.5255	

ตารางที่ 3 การปันส่วนค่าไฟฟ้าตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ลำดับ	กระบวนการผลิต	รายการเครื่องจักร	กำลังเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	จำนวนวันทำงานต่อปี	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	สัดส่วน	ปันส่วนไฟฟ้าจากค่าไปจริงตามมิเตอร์	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง
			kW		h/day		day/y	kWh/y		
22		เครื่องบ่มทอง	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
23		ตู้ไฟตรวจสอบงาน	1	4	6	249	5,976.00	0.42%	3,899.62	0.6525
24		Trasformer	2.9	1	6	249	4,332.60	0.30%	2,827.22	1.8924
25		เครื่องดูดอากาศประจำเครื่อง HH3	66	1	6	249	98,604.00	6.87%	64,343.68	43.0681
1	ระบบแสงสว่าง	หลอดไฟ 1	0.036	46	6	249	2,474.06	0.17%	1,614.44	0.0235
1	ระบบปรับอากาศ	เครื่องปรับอากาศ 1	3.798	4	6	249	22,696.85	1.58%	14,810.75	2.4784
2		เครื่องปรับอากาศ 2	3.207	3	6	249	14,373.77	1.00%	9,379.55	2.0927
3		เครื่องปรับอากาศ 3	3.413	2	6	249	10,198.04	0.71%	6,654.70	2.2271
4		เครื่องปรับอากาศ 4	2.263	1	6	249	3,380.92	0.24%	2,206.21	1.4767
5		เครื่องฟอกอากาศ	0.15	7	6	249	1,568.70	0.11%	1,023.65	0.0979
6		พัดลมดูดอากาศ	0.026	10	6	249	388.44	0.03%	253.48	0.0170
7		พัดลมอุตสาหกรรม	0.2	11	6	249	3,286.80	0.23%	2,144.79	0.1305
8		พัดลมก้านยาว	0.15	8	6	249	1,792.80	0.12%	1,169.89	0.0979
1	เครื่องจักร	เครื่องปั๊ม	3.8	2	6	249	11,354.40	0.79%	7,409.27	2.4797
2		เครื่องเย็บลวด	0.7	5	6	249	5,229.00	0.36%	3,412.16	0.4568
3		เครื่องไสเส้นทากาว	20	1	6	249	29,880.00	2.08%	19,498.09	13.0509
4		เครื่องตัด Polar N115 Plus	10	1	6	249	14,940.00	1.04%	9,749.04	6.5255
5		เครื่องเคลือบ	8.5	1	6	249	12,699.00	0.88%	8,286.69	5.5466
1	ระบบแสงสว่าง	หลอดไฟ 1	0.036	49	6	249	2,635.42	0.18%	1,719.73	0.0235
1	ระบบปรับอากาศ	เครื่องปรับอากาศ 1	2.263	3	6	249	10,142.77	0.71%	6,618.63	1.4767
2		เครื่องปรับอากาศ 2	4.527	2	6	249	13,526.68	0.94%	8,826.78	2.9541
3		เครื่องปรับอากาศ 3	1.802	1	6	249	2,692.19	0.19%	1,756.78	1.1759
4		เครื่องปรับอากาศ 4	3.7	1	6	249	5,527.80	0.38%	3,607.15	2.4144
5		เครื่องปรับอากาศ 5	2.263	1	6	249	3,380.92	0.24%	2,206.21	1.4767
6		เครื่องปรับอากาศ 6	4.15	1	6	249	6,200.10	0.43%	4,045.85	2.7081
1	สำนักงาน	Computer	0.4	6	6	249	3,585.60	0.25%	2,339.77	0.2610
2		Printer	0.7	3	6	249	3,137.40	0.22%	2,047.30	0.4568
							1,435,913.28	100.00%	937,000.00	

ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์

PCR “Press and Post Press”

- 5 ร่างข้อกำหนดเฉพาะผลิตภัณฑ์ด้านบริการ (PCR) ฉบับนี้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการ “การจัดทำแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้านการบริการ” ดำเนินการโดยมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ซึ่งคณะกรรมการเทคนิคคาร์บอนฟุตพริ้นท์เห็นชอบให้พัฒนาขึ้นเป็นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ด้านการบริการสิ่งพิมพ์ เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนา PCR สำหรับบริการในรูปแบบอื่นๆ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปปรับใช้ในเชิงธุรกิจหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป เอกสารฉบับนี้อยู่ในระหว่าง
- 10 ทดลองใช้งานภายใต้โครงการเท่านั้น มีผลตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2555 ถึงวันที่ 30 สิงหาคม 2555 ซึ่งเป็นวันสิ้นสุดโครงการ ฯ

(1) ขอบเขตของเอกสาร

- ข้อกำหนดเฉพาะผลิตภัณฑ์ด้านบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นภายใต้ระบบการขอการรับรองเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ที่ดำเนินการโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
- 15

(2) รายละเอียดผลิตภัณฑ์

- การบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ที่ครอบคลุมใน PCR นี้ หมายถึงการจัดพิมพ์ข้อความหรือรูปภาพบนกระดาษและงานหลังการพิมพ์ที่มีขอบเขตกิจกรรมแบ่งตามการแบ่งหมวดผลิตภัณฑ์ของ CPC Ver.2 (Central Product Classification) หมวดที่ 89 Other manufacturing services; publishing, printing and reproduction services; materials recovery เฉพาะหมวดย่อยที่ 8911 Publishing, on a fee or contract basis ซึ่งมีขอบเขตตั้งแต่การเตรียมเครื่องพิมพ์ จนถึงการจัดทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
- 20

1. การเตรียมเครื่องพิมพ์
2. การพิมพ์
3. การล้างเครื่องพิมพ์
- 25 4. การเคลือบผิวสิ่งพิมพ์
5. การทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ
6. การบรรจุบรรจุภัณฑ์

- โดยครอบคลุมการพิมพ์เฉพาะสิ่งพิมพ์กระดาษในรูปแบบหนังสือ ตำรา คู่มือ นิตยสาร วารสาร จดสาร หนังสือพิมพ์ หรือสิ่งพิมพ์อื่นที่มีลักษณะเป็นรูปเล่ม รวมถึงแผ่นพับ โปสเตอร์ ไบโบลิว ปฏิทิน แต่ไม่รวมถึง บรรจุ
- 30 ภัณฑ์กระดาษและสิ่งพิมพ์ป้องกันการปลอมแปลง (Security Printing)

- (3) เอกสารอ้างอิง
- 1) คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
 - 2) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการ งานสร้างสรรค์เนื้อหาสำหรับสื่อสิ่งพิมพ์
 - 3) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ด้านบริการ งานก่อนพิมพ์
- 5 4) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ สิ่งพิมพ์สำหรับธุรกิจ
- (4) บทนิยาม
- (4.1) ด้านการพิมพ์
- การเรียงพิมพ์ (Typesetting)**
- 10 การจัดเรียงตัวอักษร ลายเส้นต่าง ๆ ประกอบกันขึ้นเพื่อการจัดทำอาร์ตเวิร์คสำหรับหน้าหนังสือหรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ แล้วนำไปใช้ในการพิมพ์ต่อไป
- การวางหน้า (Layout)**
- การจัดวางภาพ ตัวอักษรตลอดจนสิ่งประกอบอื่น ๆ เพื่อประกอบกันเป็นหน้าแต่ละหน้าของงานพิมพ์อย่างคร่าว ๆ เพื่อเป็นแนวในการจัดทำต้นฉบับงานพิมพ์
- การจัดหน้า (Impositioning)**
- 15 การจัดหน้าเป็นกระบวนการของการจัดวางหน้าหลายหน้าเข้าด้วยกัน ลงบนพื้นที่ที่กำหนดไว้เพื่อใช้ในการทำแม่พิมพ์
- การแปลงไฟล์ดิจิทัล (Digitize)**
- การแปลงข้อมูลขาเข้าที่เป็นอนาล็อกให้เป็นข้อมูลดิจิทัลเพื่อนำไปใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ต่อไป
- การตรวจสอบความสมบูรณ์ของไฟล์ดิจิทัล (Preflight)**
- 20 ขั้นตอนก่อนที่ จะนำไฟล์งานไปพิมพ์ ซึ่งจะมีซอฟต์แวร์คอยตรวจสอบว่าไฟล์งานถูกจัดเตรียมถูกต้องเพียงใด มีอะไรผิดพลาดบ้าง เช่น ฟอนต์ที่แนบมาด้วยมีครบหรือไม่ ภาพที่ฝังอยู่ในหน้ามีขนาดใหญ่เกินไปหรือไม่ กระบวนการพิมพ์ ประกอบด้วยขั้นตอนเตรียมพิมพ์ ขั้นตอนการพิมพ์ ขั้นตอนล้างเครื่องพิมพ์
- ตัวประมวลผลภาพแรสเตอร์ (Raster Image Processor)**
- 25 การแปลงภาษาของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดทำต้นฉบับ เช่น Postscript PDF ให้เป็นภาพที่มีความละเอียดสูงเพื่อนำไปพิมพ์ภาพที่เครื่องพิมพ์ต่อไป
- การแยกสี (Color Separation)**
- การแยกสีจากงานอาร์ตเวิร์คสีออกมาเป็นภาพ 4 ภาพสำหรับแม่สีแต่ละสี เมื่อนำไปทำเป็นแผ่นแม่พิมพ์ 4 แผ่น ทางโรงพิมพ์ก็สามารถใช้พิมพ์ด้วยแม่สีแต่ละสีซ้อนทับกันได้ภาพสอดคล้องเหมือนต้นฉบับ
- เครื่องสร้างภาพบนฟิล์ม (Imagesetter)**
- 30 การสร้างเม็ตสกรีนที่เรียงตัวกันลงบนแผ่นฟิล์มแยกตามแม่สี (และ/หรือสีพิเศษอื่น ๆ) แต่ละสีที่จะนำไปใช้ทำแม่พิมพ์

ปฐพีคอมพิวเตอร์ (Computer Proof)

แผ่นพิมพ์จากพีซีสำหรับปฐพีก่อนนำไปพิมพ์จริง

ปฐพีดิจิทัล (Digital Proof)

การพิมพ์ภาพด้วยเครื่องพิมพ์ระบบดิจิทัลเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของไฟล์ข้อมูลหรือภาพก่อนส่งทำแม่พิมพ์

5

ปฐพีพิมพ์ (Print Proof)

การพิมพ์ปฐพีด้วยเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของงานออกแบบสิ่งพิมพ์ และก่อนการพิมพ์จริง

ปฐพีด้วยแท่นพิมพ์ (Press Proof)

10 การพิมพ์ปฐพีด้วยเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซตซึ่งอาจเป็นเครื่องพิมพ์จริงหรือเครื่องขนาดย่อมออกแบบมาเพื่อใช้ในการตรวจสอบงานพิมพ์ที่ละหนึ่งสีจึงต้องพิมพ์หลายเที่ยวจนครบ

แผ่นพิมพ์ที่ถูกต้อง (OK Sheet)

แผ่นพิมพ์ที่เป็นตัวแทนของการปรับหมึกสุดท้ายและได้รับการยืนยันความถูกต้องก่อนที่จะดำเนินการพิมพ์จริงจะเริ่มขึ้น

แม่แบบ (Template)

15 โครงร่าง แบบร่างที่ทำเตรียมไว้เพื่อความสะดวกในการจัดทำอาร์ตเวิร์คหรือเอกสารใช้งาน

ต้นแบบ (Mockup)

แบบชิ้นงานที่ทำขึ้นเป็นการจำลองจากของจริง มักทำด้วยมือ เพื่อประโยชน์ในการทดสอบชิ้นงานก่อนผลิตและใช้ในการนำเสนอต่อลูกค้า

แม่พิมพ์ (Plate)

20 แผ่นอลูมิเนียมใช้เป็นแม่พิมพ์ภาพที่เกิดจากเม็ดสกรีน ทำหน้าที่รับหมึกจากลูกหมึกส่วนที่เป็นเม็ดสกรีนจะมีหมึกมาเกาะ แล้วถ่ายทอดภาพต่อไปยังผ้า

แม่พิมพ์สำเร็จรูป (Pre-sensitizing plate)

25 แม่พิมพ์เปล่าที่ใช้ในการสร้างแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์แบบออฟเซตซึ่งถูกปรับสภาพด้วยสารเคลือบผิวที่ไวต่อแสง

การทำแม่พิมพ์จากคอมพิวเตอร์ (Computer-to-Plate, CTP)

การแปลงจากไฟล์งานออกมาเป็นแผ่นแม่พิมพ์ที่มีภาพพร้อมใช้พิมพ์ได้โดยไม่ต้องทำเป็นฟิล์มก่อนทำแผ่นแม่พิมพ์

การพิมพ์ออฟเซต (Offset Printing)

30 การพิมพ์ออฟเซต ใช้หลักการนำก้าน้ำมันไม่รวมตัวกัน เริ่มโดยสร้างเยื่อน้ำไปเกาะอยู่บนบริเวณไร้ภาพของแม่พิมพ์ เมื่อรับหมึก หมึกจะไม่เกาะน้ำแต่จะไปเกาะบริเวณที่เป็นภาพซึ่งจะถูกถ่ายทอดลงบนผ้าและกระดาษพิมพ์ต่อไป

เครื่องพิมพ์แบบดิจิทัล (Digital Press)

เครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์งานโดยรับข้อมูลที่จะพิมพ์โดยตรงจากคอมพิวเตอร์

ก่อนพิมพ์ (Prepress)

กระบวนการเตรียมงานก่อนเข้าสู่กระบวนการพิมพ์ ได้แก่ ขั้นตอนการตรวจความสมบูรณ์ไฟล์ดิจิทัล ขั้นตอนการแยกสี ขั้นตอนการเรียงหน้า ขั้นตอนการสร้างแผ่นแม่พิมพ์ และขั้นตอนการตรวจสอบด้วยแท่นพิมพ์

พิมพ์ (Press)

- 5 กระบวนการพิมพ์ ประกอบด้วยขั้นตอนเตรียมพิมพ์ ขั้นตอนพิมพ์ ขั้นตอนล้างเครื่องพิมพ์

หลังพิมพ์ (Postpress)

กระบวนการที่ทำหลังจากวัสดุที่ใช้พิมพ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นม้วนหรือเป็นแผ่นหรือเป็นรูปทรงที่ผ่านการพิมพ์มาแล้ว เพื่อให้ได้ผิวหน้า ขนาด รูปทรงของสิ่งพิมพ์สำเร็จตามความต้องการของลูกค้า

การเคลือบยูวี (UV Coating)

- 10 การเคลือบผิวกระดาษด้วยน้ำยาเงาและทำให้แห้งด้วยแสงยูวี ให้ความเงาส่งกว่าการเคลือบแบบวานิช

การเคลือบวานิช (Varnishing Coating)

การเคลือบผิวกระดาษให้เงาด้วยวานิช ให้ความเงาไม่สูงมาก เพื่อป้องกันหมึกพิมพ์และผิวกระดาษจากการเสียดสีและให้ความเงางาม

การเคลือบฟิล์ม (Film Laminated Coating)

- 15 การเคลือบด้วยฟิล์มโพลีเมอร์ที่มีความบางลงบนผิวกระดาษสร้างความมันเงา ฟิล์มที่ใช้มีทั้ง PVC แบบเงาและแบบด้าน

(4.2) ด้านการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ผลิตภัณฑ์ (product)

สินค้าหรือบริการ

- 20 ระบบผลิตภัณฑ์ (product system)

การรวมของหน่วยกิจกรรมหรือกระบวนการในการไหลของวัสดุ พลังงาน และผลิตภัณฑ์ ที่ต่อเชื่อมกันตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ที่แสดงออกถึงหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์และจำลองแบบของการไหลนั้นๆ

หน่วยการทำงาน (functional unit)

- 25 หน่วยวัดผลที่แสดงถึงของระบบผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ที่สะท้อนหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตการจัดเก็บข้อมูลสารเข้าและสารออกจากระบบผลิตภัณฑ์

หน่วยการบริการ (service unit)

หน่วยวัดผลที่แสดงถึงงานหรือกิจกรรมหนึ่งๆ ที่สะท้อนผลของการบริการ เพื่อใช้เป็นหน่วยอ้างอิง

รูปแบบการบริการ (service platform)

- 30 กิจกรรมการบริการที่ผู้ให้บริการกำหนดขึ้น ใช้ในการผลิตหรือสร้างงานตามที่ถูกค้าต้องการ ในลักษณะของงานเดียวกัน เช่น การพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น 4 สี ด้วยเครื่อง XXX รุ่น และเคลือบผิว UV จำนวน 1 เล่ม เป็นต้น

วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (life cycle of product)

วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ พิจารณาตั้งแต่ขั้นการได้มาของวัตถุดิบ การผลิต การใช้งาน การขนส่งผลิตภัณฑ์ จนถึงขั้นการจัดการซากผลิตภัณฑ์

ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data)

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกิจกรรมการผลิตในโรงงานหรือองค์กร หรือกิจกรรมการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุม หรือที่องค์กรมีอำนาจในการเข้าถึงข้อมูล หรือคำนวณขึ้นมาจากแหล่งข้อมูลดั้งเดิม หรืออื่นๆ ที่จัดทำด้วยตนเอง

5 ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data)

ข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลอื่นนอกเหนือข้อมูลปฐมภูมิ ที่องค์กรได้รับจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ หรือคำนวณขึ้นมาจากข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ

(5) ขอบเขตการประเมิน

- 10 บริษัทที่ทำการประเมินต้องกำหนดกิจกรรมการบริการของตนเอง ต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กิจกรรมการบริการของบริษัทจนถึงสิ้นสุดได้ผลงานที่พร้อมจัดส่งแก่ลูกค้าต่อไป ซึ่งก็คือขอบเขตแบบ Cradle-to-Gate

สำหรับบริษัทที่มีเทคโนโลยีการพิมพ์แบบต่าง ๆ ที่มีได้ครอบคลุมใน PCR นี้เช่น การพิมพ์แบบดิจิทัล เป็นต้น สามารถเทียบเคียงกับเทคโนโลยีการของตนเองได้เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้ โดยให้ชี้แจงหรืออ้างอิงหลักการรวบรวมข้อมูลจาก PCR ฉบับนี้ได้

15 (5.1) หน่วยการทำงาน

เป็นไปตามหน่วยการบริการตามรูปแบบการบริการที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วยหน่วยวัดเชิงปริมาณและคุณลักษณะของรูปแบบการบริการควบคู่กัน เช่น หนังสือผลิตด้วยการพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น 4 สี ด้วยเครื่อง XXX รุ่น ขนาด A4 จำนวน 1 เล่ม

(5.2) ขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

- 20 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ พิจารณาภายใต้ขอบเขตการรับรองผลิตภัณฑ์แบบธุรกิจ-ธุรกิจ (B2B) ซึ่งประกอบด้วยขั้นของวัฏจักรชีวิต 2 ขั้นตอนประกอบด้วย

1) ขั้นการได้มาของวัตถุดิบ (Material acquisition)

พิจารณาที่มาของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในขั้นการผลิต ตั้งแต่การถลุง สกัด สินแร่จากธรรมชาติ การแปรรูปวัตถุดิบ และการขนส่งมายังโรงพิมพ์

25 2) ขั้นการผลิต

พิจารณาการใช้วัตถุดิบแปรรูป พลังงานและทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่องานพิมพ์และหลังพิมพ์ การบรรจุ รวมถึงการจัดการมลพิษและของเสียที่เกิดขึ้น

(5.3) แผนผังวัฏจักรชีวิตของระบบผลิตภัณฑ์

- 30 แผนผังวัฏจักรชีวิตของระบบผลิตภัณฑ์ภายใต้ขอบเขตการประเมินของ PCR ฉบับนี้ แสดงตัวอย่างในภาคผนวก ก. ตัวอย่างแผนผังวัฏจักรชีวิตของการบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ เพื่อนำไปกำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาใช้อ้างอิง

(5.4) การกำหนดรูปแบบการบริการ

บริษัทจะต้องกำหนดรูปแบบการบริการของตนเอง ก่อนที่จะประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการบริการนั้น โดยให้พิจารณาจากลักษณะและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันจากขั้นตอนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้เป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย

- 5 1) ชนิดของกระดาษ
- 2) เทคนิคการพิมพ์
- 3) ระบบการพิมพ์
- 4) จำนวนสี
- 5) ยี่ห้อและรุ่นของเครื่องพิมพ์
- 10 6) เทคนิคการเคลือบผิว
- 7) ลักษณะการขึ้นรูป

ดังตัวอย่างการกำหนดรูปแบบการบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์ ในภาคผนวก ค.

(6) การเก็บข้อมูลแต่ละขั้นตอนในวัฏจักรชีวิต

(6.1) ขั้นตอนได้มาของวัตถุดิบ

- 15 ในขั้นตอนได้มาของวัตถุดิบ บริษัทต้องรวบรวมข้อมูลค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนได้มาของวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสิ่งพิมพ์ที่เลือกเท่านั้น ประกอบด้วยวัตถุดิบที่เป็นกระดาษ แผ่นแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์ หมึกพิมพ์ สารหรือวัสดุเคลือบผิว น้ำยาเคมีและสารทำความสะอาด เป็นต้น

(6.1.1) ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล

- 20 ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บในช่วงการได้มาของวัตถุดิบ ขึ้นอยู่กับบริษัทได้รับวัตถุดิบมาใช้ในการผลิตเป็นประเภทใด หากมีกระบวนการผลิตมากกว่าขอบเขตของ PCR ฉบับนี้ ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลของวัตถุดิบที่นำเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตภายใต้การควบคุมของบริษัททั้งหมด โดยพิจารณาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในขั้นตอนได้มาของวัตถุดิบตาม PCR แผ่นแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์ออฟเซต สำหรับ PCR ฉบับนี้กำหนดขอบเขตการจัดเก็บข้อมูลเพียงกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ ซึ่งต้องรวบรวมปริมาณการใช้วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารเคมี ดังมีรายการต่อไปนี้

- 25 1) กระดาษ ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งมีขอบเขตพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมถึงการเพาะปลูก การใช้ปุ๋ย การรวบรวมกระดาษรีไซเคิล การผลิตกระดาษและการตัดตามขนาด และการขนส่ง
- 2) แผ่นแม่พิมพ์ ทั้งที่ใช้กับการพิมพ์ในเทคโนโลยีต่างๆ ซึ่งมีขอบเขตพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมถึงการออกแบบสิ่งพิมพ์จนถึงได้ฟิล์มแยกสีสำหรับผลิตแผ่นแม่พิมพ์ การได้มาของแผ่นโลหะ การผลิตแผ่นแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์ การทำความสะอาดแผ่นแม่พิมพ์และการขนส่ง
- 30 3) สารเคมีที่ใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์ ได้แก่หมึกพิมพ์ ตัวทำละลาย น้ำยาฟาว์นเทน น้ำยาล้างเครื่อง ซึ่งมีขอบเขตพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การผลิต และการขนส่ง

- 4) สารเคมีและวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งผิวสิ่งพิมพ์ ซึ่งมีขอบเขตพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การผลิต และการขนส่ง
- 5) สารเคมีและส่วนประกอบที่ใช้จัดทำเล่ม เช่น กาว ลวดเย็บ เชือก ซึ่งมีขอบเขตพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ การผลิต ขึ้นรูปและการขนส่ง

5 (6.1.2) รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

- 1) ปริมาณการใช้และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรายการดังในขอบเขตตามข้อ (6.1.1)

(6.1.3) รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

- 1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นแม่พิมพ์ ในข้อ 2) ของ (6.1.1)
- 10 2) ปริมาณการใช้กระดาษ หมึกพิมพ์ และสารเคมี สำหรับใช้ในกระบวนการพิมพ์
- 3) ปริมาณสารเคลือบผิว เช่น วานิช กาว หรือฟิล์ม สำหรับใช้ในกระบวนการหลังพิมพ์

(6.1.4) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

- 1) ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผ่นแม่พิมพ์สำหรับการพิมพ์ออฟเซต
- 2) ปริมาณการใช้กระดาษ หมึก และสารเคมี สำหรับใช้ในกระบวนการพิมพ์ ประเมินได้โดยอ้างอิงการคำนวณจากการพิมพ์แบบพิมพ์ทดสอบ ดังข้อ (6.2.4.1)
- 15 3) ปริมาณสารเคมีหรือวัสดุเคลือบผิว เช่น วานิช หรือฟิล์ม สำหรับใช้ในกระบวนการหลังพิมพ์ ขั้นตอนการเคลือบผิว ประเมินได้จากการเคลือบผิวสิ่งพิมพ์ ดังข้อ (6.2.4.2)
- 4) ปริมาณกาวหรือวัสดุยึดติด สำหรับใช้ในกระบวนการหลังพิมพ์ ขั้นตอนการขึ้นรูป ดังข้อ (6.2.4.3)

(6.1.5) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

20 ข้อมูลทุติยภูมิของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทรัพยากรและวัตถุดิบทั่วไป (เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา น้ำมันเชื้อเพลิง) ให้พิจารณาค่าที่เผยแพร่ให้โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (ทางเว็บไซต์) ก่อนที่จะทำการเลือกจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ

สำหรับรายการวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตสิ่งพิมพ์ กำหนดให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งพิมพ์ที่แนบในภาคผนวก ข. ของ PCR ฉบับนี้ และให้ยึดข้อมูลเหล่านี้เป็นสำคัญ 25 ก่อนจะพิจารณาเลือกค่าอื่นๆ หากไม่ใช่ค่าที่กำหนดไว้จะต้องชี้แจงถึงที่มาของข้อมูลและเหตุผลในเอกสารการขอขึ้นทะเบียนต่อคณะกรรมการเทคนิคคาร์บอนฟุตพริ้นท์

หากไม่มีข้อมูลทุติยภูมิที่กำหนดให้แล้ว ควรเลือกข้อมูลที่มีขอบเขตในการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากได้มาของวัตถุดิบ พลังงานหรือทรัพยากรอื่น ๆ นั้นจากฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ ความเป็นตัวแทนและความแม่นยำสูง หรือเป็นที่ยอมรับทางวิชาการ ตามลำดับความสำคัญดังนี้

- 30 1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- 2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการยอมรับแล้ว (peer-reviewed publications)

- 3) ฐานข้อมูลที่เคยเผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software, ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม, ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- 4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

(6.1.6) สถานการณ์สมมติ (Scenario setting)

5 (6.1.6.1) ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ

การขนส่ง ทรัพยากร วัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด ให้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- 1) วิธีประเมินด้วยปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ให้รวบรวมข้อมูลปริมาณและประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้
- 2) วิธีการประเมินด้วยหน่วยการขนส่ง (ตัน-กิโลเมตร) ให้รวบรวมข้อมูลระยะทางที่ขนส่ง ประเภทพาหนะที่ใช้ และอัตราการบรรทุกต่อเที่ยวเฉลี่ย
- 3) หากไม่มีข้อมูลตามข้อ 1) และ 2) ให้คำนวณการขนส่งโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นคือ
 - ระยะทางขนส่ง 700 กิโลเมตร (กรุงเทพฯ - เชียงใหม่)
 - รูปแบบการขนส่ง รถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน
 - อัตราการขนส่งที่ยอมรับกำหนดให้เต็มน้ำหนักบรรทุกและเที่ยวกลับไม่มีการบรรทุก

15 (6.1.7) เงื่อนไขอื่น ๆ

(6.1.7.1) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลปริมาณการใช้กระดาษ แผ่นแม่พิมพ์ วัตถุดิบและสารเคมีตามเงื่อนไขที่กำหนด ตามหัวข้อ (6.2.4) ให้จัดทำการศึกษาทดสอบหรือรวบรวมข้อมูลภายในเวลา 12 เดือน ก่อนที่วันที่ยื่นของการรับรองเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หรือเป็นข้อมูลที่จัดขึ้นมาก่อนมีการผลิตผลิตภัณฑ์จริง ต้องชี้แจงที่มา และแสดงถึงวิธีการเทียบเคียงข้อมูลกับรูปแบบการบริการที่เลือก ประกอบเพื่อให้คณะกรรมการเทคนิคพิจารณาเป็นรายกรณีไป

(6.1.7.2) การปันส่วน

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการได้มาของวัตถุดิบ ทรัพยากร และพลังงานให้ยึดถือหลักการปันส่วนตาม PCR ของผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าเป็นสำคัญ หากไม่มีระบุไว้ กำหนดให้ใช้น้ำหนักผลิตภัณฑ์เป็นหลักในการปันส่วน สำหรับวิธีการปันส่วนอื่นๆ (จำนวน พื้นที่ หรือมูลค่า) ต้องอธิบายเหตุผลที่เลือกและวิธีการคำนวณค่าสัดส่วนดังกล่าวด้วย สำหรับในขั้นการได้มาของวัตถุดิบสำหรับการพิมพ์ให้ใช้หลักในการปันส่วนดังนี้

- 1) ในขั้นตอนการพิมพ์
 - หมึกพิมพ์ ตัวทำละลาย และน้ำยาฟาวเทนท์ ให้ปันส่วนตามจำนวนแผ่น จำนวนสำเนา จำนวนชิ้นงานพิมพ์ หรือน้ำหนัก
- 2) ในขั้นตอนการเคลือบผิวสิ่งพิมพ์
 - สารเคลือบผิว ได้แก่ วาณิชหรือฟิล์ม ให้ปันส่วนตามจำนวนแผ่นหรือพื้นที่สิ่งพิมพ์

3) ในขั้นตอนการทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ

- กาว และลวดเย็บ ให้ปันส่วนตามจำนวนหน้า ความหนาของสันหนังสือ หรือจำนวนเล่ม

(6.1.7.3) การตัดออก

5 1) การยกเว้นเฉพาะรายการ กำหนดให้ยกเว้นรายการวัสดุและสารเคมีในขั้นการได้มาของวัตถุดิบ ไม่
ต้องนำมารวมคำนวณในขั้นการผลิต ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- แป้งและผ้าสำหรับทำความสะอาดในขั้นตอนการพิมพ์
- ด้าย เชือก ริบบิ้น และกระดาษ สำหรับคั่นหนังสือ ในขั้นตอนการทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ

เมื่อทำการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในช่วงการได้มาของวัตถุดิบแล้ว ต้องทำการเพิ่มสัดส่วน (Scale Up) จากค่า GHG ที่คำนวณได้ให้เป็นร้อยละ 100 ดังสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณ GHG} = \text{ค่า GHG ที่คำนวณได้} \times \frac{100}{99}$$

10 2) สำหรับรายการวัตถุดิบหรือสารเคมีอื่นๆ (มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก น้อยกว่าร้อยละ 1) สามารถ
ตัดรายการดังกล่าวออกจากการคำนวณได้ โดยเมื่อรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ตัดออกแล้ว จะต้องมี
สัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เกินกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมที่ประเมินตามขอบเขต
ของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย ทั้งนี้ในการพิจารณาตัดออก ให้ยึดตามเงื่อนไขของกรอบ
แนวทางการคำนวณ (Methodological Framework) ของ คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ
15 ผลิตภัณฑ์ และต้องทำการเพิ่มสัดส่วน (scale up) ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จากวัตถุดิบและสารเคมีรวมทุก
รายการให้เป็นร้อยละ 100

(6.1.7.4) ในกรณีที่มีการผลิตหลายแหล่ง

ในกรณีที่มีผู้ผลิตวัตถุดิบหลายรายต้องทำการเฉลี่ยปริมาณวัตถุดิบจากแหล่งผลิตแต่ละแหล่งโดยการเฉลี่ย
แบบถ่วงน้ำหนัก (weighted average) รวมถึงเฉลี่ยหน่วยการขนส่งวัตถุดิบในรายการที่กำหนดในข้อ 6.1.1

20 (6.1.7.5) ในกรณีที่ผลิตไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนเอง

ในกรณีที่มีการผลิตและใช้ไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนที่ผลิตเอง (ทั้งหมดหรือบางส่วน) ให้มีการคำนวณ
ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนด้วย รวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก
การได้มาของเชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (upstream emission) ทั้งหมดด้วย

(6.1.7.6) ในกรณีที่ใช้วัสดุรีไซเคิลหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (reuse)

25 ในกรณีที่มีการใช้กระดาษรีไซเคิลหรือของเสียอื่นๆ เช่น เยื่อเซลลูโลสจากพืช เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล มาใช้
เป็นวัตถุดิบในการผลิต ให้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการรวบรวม การคัดแยก การรีไซเคิล
การแปรรูปขั้นต้นด้วย

(6.2) ขั้นการผลิต

30 PCR นี้ในขั้นการผลิตจะพิจารณาแยกขั้นตอนการผลิตเป็น 1) กระบวนการพิมพ์ ประกอบด้วยขั้นตอนการ
เตรียมเครื่องพิมพ์ ขั้นตอนการพิมพ์ และขั้นตอนการล้างเครื่องพิมพ์ 2) กระบวนการหลังพิมพ์ ในขั้นตอนการตกแต่ง

ผิวชิ้นงาน และ 3) ขั้นตอนการทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ หากบริษัทมีการกระบวนการผลิตก่อนหน้า (upstream process) ให้พิจารณาขอบเขตการจัดทำข้อมูลในกระบวนการก่อนหน้าด้วย แต่ไม่นับรวมขั้นตอนการผลิตต้นแบบ

5 โดยการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นการผลิต จะพิจารณาตามหน่วยการบริการที่กำหนดและรวบรวมข้อมูลและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทดสอบวัดผลผลิตภาพในการผลิตของแต่ละขั้นตอนที่กำหนด

(6.2.1) ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการประเมินผลผลิตภาพของทุกขั้นตอนการผลิต จะต้องรวบรวมข้อมูลดังนี้

- 1) ปริมาณการใช้ไฟฟ้า เชื้อเพลิงและพลังงานความร้อนที่ใช้
- 10 2) ปริมาณการใช้น้ำประปา และหากใช้น้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินให้พิจารณาปริมาณการใช้พลังงานในการสูบน้ำมาใช้ด้วย
- 3) ปริมาณของเสียและเศษเหลือทิ้งที่เกิดจากการผลิต ได้แก่ เศษกระดาษ เศษฟิล์มพลาสติก สารเคมี และน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว น้ำเสีย เป็นต้น ทั้งนี้พิจารณาจากรายการสาขาเข้าเป็นสำคัญ
- 4) ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการผลิต
- 5) ปริมาณการปล่อยสารทำความเย็นของระบบปรับอากาศสู่บรรยากาศ
- 15 6) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

(6.2.2) รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

- 1) ปริมาณการใช้และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรายการดังในขอบเขตตามข้อ (6.2.1)

(6.2.3) รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

- 20 1) ปริมาณการใช้ทุกรายการดังในขอบเขตตามข้อ (6.2.1)

(6.2.4) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

วิธีการรวบรวมข้อมูลจากการผลิตในแต่ละชั้น (6.2.4.1) ถึง (6.2.4.3) ให้เป็นไปตาม (6.2.4.4) ถึง (6.2.4.5) ทำได้โดยบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้า สารเคมีและการเกิดของเสียจริงในช่วงที่มีทดสอบผลผลิตภาพการผลิตสำหรับรูปแบบการบริการที่เลือกเท่านั้น และเมื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากชั้นตอนต่างๆ แล้วนำมาแปลผลตั้งในหัวข้อ (6.2.4.6) ตามรูปแบบการบริการที่เลือกได้ต่อไป

25

(6.2.4.1) กระบวนการพิมพ์

1) ขอบเขตของกระบวนการพิมพ์สำหรับการพิมพ์ทดสอบ ครอบคลุมขั้นตอนการเตรียมพิมพ์ ขั้นตอนการพิมพ์ และขั้นตอนการล้างเครื่อง

30 2) ลักษณะทางด้านเทคนิคของการผลิตที่ใช้จำแนกรูปแบบการบริการ (service platform) ในกระบวนการพิมพ์ ประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ

- ระบบการพิมพ์ แบ่งเป็นระบบดิจิทัล ระบบป้อนแผ่น และระบบป้อนม้วน

- ประเภทของเครื่องพิมพ์ โดยพิจารณาจากยี่ห้อและรุ่น ของเครื่องพิมพ์เป็นหลัก
- จำนวนสีในการพิมพ์ ให้แบ่งเป็น 1 สี 2 สี 4 สี และ 4 สีสอดสีพิเศษ

3) การพิมพ์ทดสอบที่กำหนดขึ้น เพื่อประเมินการใช้วัสดุพิมพ์ ทรัพยากร พลังงาน ของเสียและเศษเหลือทิ้งจากการผลิต ซึ่งบ่งชี้ผลผลิตภาพของการผลิตที่เป็นข้อมูลตัวแทนของการผลิตสิ่งพิมพ์สำหรับบริการที่กำหนด

5 ระดับคุณภาพของการพิมพ์พิจารณาตามเงื่อนไขดังแนบในภาคผนวก ง.

4) จำนวนการพิมพ์แบบทดสอบแยกตามเทคโนโลยีการพิมพ์ดังนี้

- ระบบการพิมพ์แบบดิจิทัล ให้พิมพ์แบบทดสอบตามประเภทของการพิมพ์ โดยเริ่มนับจากแผ่นพิมพ์ที่ถูกต้องเป็นจำนวน 100 แผ่น ด้วยกระดาษขนาด A4
- ระบบการพิมพ์แบบป้อนแผ่น ให้พิมพ์แบบทดสอบตามประเภทของการพิมพ์ โดยเริ่มนับจากแผ่นพิมพ์ที่ถูกต้องเป็นจำนวน 2,500 แผ่น ที่ความกว้างของกระดาษสูงสุดที่เครื่องพิมพ์รองรับได้
- ระบบการพิมพ์แบบป้อนม้วน ให้พิมพ์แบบทดสอบตามประเภทของการพิมพ์ โดยเริ่มนับจากแผ่นพิมพ์ที่ถูกต้องเป็นจำนวน จำนวน 2,000 เมตร ที่ความกว้างของกระดาษสูงสุดที่เครื่องพิมพ์รองรับได้

5) การบันทึกผลทดสอบการพิมพ์ จะต้องจัดเก็บไว้ในรูปแบบเอกสารหรือแผ่นงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้อ้างอิงในการแปลค่าและการทวนสอบข้อมูลต่อไป

15

(6.2.5) กระบวนการหลังพิมพ์ ในขั้นตอนการตกแต่งผิวสิ่งพิมพ์

1) ขอบเขตของกระบวนการหลังพิมพ์ในขั้นตอนการตกแต่งผิวสิ่งพิมพ์ พิจารณาเพียงการเคลือบผิวสิ่งพิมพ์เท่านั้น

2) ลักษณะทางด้านเทคนิคของการผลิตที่ใช้จำแนกประเภทของการบริการ (service platform) ในขั้นตอนการตกแต่งผิวสิ่งพิมพ์ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ

20

2.1) ประเภทของการเคลือบผิว แบ่งเป็น แบ่งประเภทของการเคลือบผิว 9 เทคนิคดังนี้

- การเคลือบวารนิช ฐานน้ำ
 - การเคลือบวารนิช ฐานตัวทำละลาย
 - การเคลือบวารนิช ฐานน้ำมัน
 - การเคลือบผิวด้วยสารเคมีที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก
 - การเคลือบผิวด้วยสารเคมีที่มีตัวทำละลายอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก
 - การเคลือบผิวด้วยสารเคมีที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก
 - การลามิเนตด้วยฟิล์ม
 - การลามิเนตด้วยพอยล์
 - การลามิเนตด้วยกระดาษ
- 25
- 30

2.2) ประเภทของเครื่องจักร โดยพิจารณาจากยี่ห้อและรุ่น ของเครื่องเคลือบผิวเป็นหลัก

3) การทดสอบการผลิต เพื่อประเมินการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากร พลังงาน ของเสียและเศษเหลือ ที่จากการผลิต ซึ่งเป็นข้อมูลตัวแทนที่บ่งชี้ผลผลิตภาพของขั้นตอนการเคลือบผิวสำหรับรูปแบบบริการ ปริมาณการทดสอบการผลิต ต้องทำการทดสอบการเคลือบผิวเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ จำนวนอย่างน้อย 1,000 แผ่น ที่ความกว้างของกระดาษสูงสุดที่เครื่องจักรรองรับได้

5 4) หากเป็นการเคลือบผิวแบบอื่นๆ ให้ประเมินจากการผลิตจริง หรือจัดทำค่าสถิติการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากร พลังงาน ของเสียและเศษเหลือจากการผลิต โดยต้องมีการรวบรวมข้อมูลจากการผลิตรวมมากกว่า 10,000 แผ่นของชิ้นงาน (มาจากการผลิตหลาย lot รวมกันได้) ที่เป็นรูปแบบการเคลือบผิวเหมือนกัน

5) การบันทึกผลทดสอบการเคลือบผิวในรูปแบบการบริการที่เลือก จะต้องจัดเก็บไว้ในรูปแบบเอกสาร หรือแผ่นงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้อ้างอิงในการแปลค่าและการทวนสอบข้อมูลต่อไป

10 (6.2.5.1) กระบวนการหลังพิมพ์ ในขั้นตอนทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ

1) ขอบเขตของกระบวนการหลังพิมพ์ในขั้นตอนทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ ประเภทแบบเล่มและประเภทแบบแผ่นพับ แยกเป็นในขั้นตอนการตัดแบ่ง การพับทบหรือการพับยก ตัดเจียนและเข้าเล่ม เท่านั้น

2) ลักษณะทางด้านเทคนิคของการผลิตที่ใช้จำแนกประเภทของการบริการ (service platform) ในขั้นตอนการทำสิ่งพิมพ์สำเร็จประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ

15 - ประเภทของการขึ้นรูปแบ่งเป็น 1) แบบพับทบ 2) แบบไสสันทากาว 3) แบบเย็บลวดหลังคา และแบบอื่นๆ

- ประเภทของเครื่องจักร โดยพิจารณาจากยี่ห้อและรุ่น เป็นหลัก

3) การจัดเก็บข้อมูลให้แยกจัดเก็บและตามประเภทของการบริการ โดยให้จัดเก็บข้อมูลจากการผลิตจริง จากหรือจัดทำค่าสถิติการใช้พลังงาน สารเคมี และการเกิดของเสียและเศษเหลือจากการผลิต โดยต้องมีการรวบรวมข้อมูลจากการผลิตรวมมากกว่า 1,000 ชิ้นงาน (เล่มหรือชิ้น) ที่เป็นลักษณะแบบเดียวกัน

20 4) ข้อมูลจากการขึ้นรูปที่ใช้อ้างอิงกับในรูปแบบการบริการที่เลือก จะต้องจัดเก็บไว้ในรูปแบบเอกสาร หรือแผ่นงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้แปลค่าและการทวนสอบข้อมูลต่อไป

(6.2.5.2) การประเมินปริมาณการเกิดกระดาษเสียและเศษกระดาษ

การประเมินปริมาณการเกิดกระดาษเสียและเศษกระดาษ แบ่งเป็น

25 1) กระดาษเสีย เกิดจากขั้นตอนการพิมพ์ให้พิจารณาจากผลผลิตภาพ (productivity) ของการพิมพ์จากแบบพิมพ์ทดสอบ และคำนวณตามสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เลือก แสดงตัวอย่างการคำนวณใน ค.2

2) เศษกระดาษ เกิดจากการตัดเจียนกระดาษในขั้นตอนทำสิ่งพิมพ์สำเร็จ ให้ประเมินจากพื้นที่ของกระดาษที่ถูกตัดหรือถูกกำหนดให้ตัดทิ้ง

(6.2.5.3) การประเมินปริมาณการใช้พลังงานและไฟฟ้า

30 1) การประเมินการใช้พลังงานและไฟฟ้าต้องประเมินจากการใช้จริงในช่วงการทดสอบการผลิต (6.2.4.1) และ (6.2.4.2) หรือจากการผลิตจริง (6.2.4.3) โดยควรตรวจวัดค่าพลังงานที่ใช้ในระหว่างที่มีการผลิตในแต่ละขั้นตอนหรือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง หรือจัดทำข้อมูลเฉลี่ยในชุดการผลิตที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เลือกอยู่ด้วย

ซึ่งทั้งสองกรณีต้องรวมการใช้ไฟฟ้าและพลังงานในช่วงการเดินเครื่องเปล่า (ideal) ทั้งที่รอการตรวจสอบและการปรับแต่งเครื่องด้วย

- 2) ต้องประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศและแสงสว่างในพื้นที่กระบวนการผลิตด้วย
- 3) ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจค่าพลังงานได้สามารถประเมินการใช้ไฟฟ้าและพลังงานด้วยข้อมูลอัตราการ
5 ใช้พลังงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ และเวลาในการเดินเครื่องจักรต่างๆ เพื่อประเมินด้วยการคำนวณปริมาณพลังงานที่ใช้ โดยจะต้องทำการบันทึกและแสดงการคำนวณเป็นเอกสารด้วย
- 4) การจัดทำข้อมูลปฐมภูมิด้วยวิธีการทั้ง 2 นี้จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของบริษัทและหากใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งสำหรับผลิตภัณฑ์ของบริษัทแล้ว จะต้องใช้วิธีเดียวกันในการคำนวณกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่อยู่ภายใต้ PCR นี้ด้วย

10 (6.2.5.4) การแปลผลจากการเก็บข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลในแต่ละขั้นของการผลิต ตามเงื่อนไขทั้งจากการทดสอบการผลิต (6.2.4.1) และ (6.2.4.2) และจากการผลิตจริง (6.2.4.3) ทำการแปลค่าปริมาณการใช้พลังงาน ทรัพยากร และการเกิดมลพิษและของเสียให้เทียบเท่าสิ่งพิมพ์ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- 15 ผู้ประเมินจะต้องแสดงวิธีการคำนวณผลในรูปแบบเอกสารหรือแผ่นงานอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้อ้างอิงในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการทวนสอบในภายหลัง

รูปแบบของสิ่งพิมพ์	ขนาดของหนังสือ	จำนวนหน้า	สิ่งพิมพ์สำเร็จ	ตัวอย่าง
หนังสือพิมพ์ 1	หนังสือพิมพ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 24 x 36 นิ้ว	20	พับครึ่ง	หนังสือพิมพ์รายวัน
หนังสือพิมพ์ 2	แทบลอยด์ ขนาดไม่น้อยกว่า 15.5 x 11 นิ้ว	20	พับครึ่ง	หนังสือพิมพ์กีฬารายวัน
หนังสือพิมพ์ 3	A3	20	เย็บมุงหลังคา	หนังสือพิมพ์รายสัปดาห์
หนังสือ 1	A4	80	เย็บมุงหลังคา	นิตยสารบันเทิง
หนังสือ 2	A4	80	ไสสันதாகาว	นิตยสารรายสัปดาห์ หนังสือเรียน
หนังสือ 3	A5	80	ไสสันதாகาว	คู่มือ หนังสืออ่านเล่น
หนังสือ 4	B5	80	ไสสันதாகาว	คู่มือ หนังสืออ่านเล่น
แผ่นพับ 1	A4	2	พับครึ่ง	แผ่นพับประชาสัมพันธ์
แผ่นพับ 2	A4	2	พับ 3 ครั้ง	โฆษณาผ่านไปรษณีย์
ใบปลิว	A4	2	ไม่มี	
ใบปลิว	A5	2	ไม่มี	
โปสเตอร์	A2	1	ไม่มี	
สิ่งพิมพ์อื่นๆ	ไม่กำหนด แต่ต้องมีน้ำหนักเท่ากับ 1 กิโลกรัม	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ปฏิทิน กระดาษก้อน สิ่งพิมพ์ในธุรกิจ และอื่นๆ

(6.2.6) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทรัพยากรและวัตถุดิบทั่วไป (เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา น้ำมันเชื้อเพลิง) ให้พิจารณาค่าที่เผยแพร่ให้โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (ทางเว็บไซต์) ก่อนที่จะทำการเลือกจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ

- 20 สำหรับรายการวัตถุดิบและสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ให้พิจารณาเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะที่แนบในภาคผนวก ข. ของ PCR ฉบับนี้ (หากมี) และให้ยึดข้อมูลเหล่านี้เป็นสำคัญก่อนจะ

พิจารณาเลือกค่าอื่นๆ หากไม่ใช้ค่าที่กำหนดไว้ให้ใช้จะต้องชี้แจงถึงที่มาของข้อมูลและเหตุผลในเอกสารการขอขึ้น ทะเบียนต่อคณะกรรมการเทคนิคคาร์บอนฟุตพริ้นท์

หากไม่มีข้อมูลทุติยภูมิที่กำหนดให้แล้ว ควรเลือกข้อมูลที่มีขอบเขตในการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือน กระจกจากการผลิตวัตถุดิบ พลังงานหรือทรัพยากรอื่น ๆ นั้นจากฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ ความเป็นตัวแทนและม

5

1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (peer-reviewed publications)

10

3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software, ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม, ฐานข้อมูล เฉพาะของแต่ละประเทศ

4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์ระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

(6.2.7) สถานการณ์สมมติ (Scenario setting)

(6.2.7.1) การประเมินปริมาณและการจัดการของเสียจากการผลิต

15

1) กระจายเสียและเศษกระดาษเหลือจากการผลิต ให้ถือว่ากลับเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลทั้งหมด
2) แผ่นแม่พิมพ์เมื่อใช้งานแล้วส่งคืนผู้ผลิต แต่หากมีการใช้งานต่อเนื่องหรือจัดเก็บไว้ให้ลูกค้ามากกว่า 3 ปี ไม่พิจารณาการจัดการซากหรือการขนส่งของเสีย

3) สารเคมีใช้แล้ว น้ำมันหล่อลื่นหมดสภาพ หรือวัสดุที่ปนเปื้อนสารเคมีใดๆ กำหนดให้มีปริมาณ เทียบเท่ากับการปริมาณที่นำมาใช้

20

4) กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ถือว่าเป็นของเสียอันตราย

5) ไม่พิจารณาซากบรรจุภัณฑ์ของวัตถุดิบและสารเคมี

(6.2.7.2) ข้อมูลการขนส่งของเสียจากการผลิต

สำหรับรายการอื่นๆ ที่มีได้กำหนดไว้ใน (6.2.6.1) ในกรณีที่ไม่ส่งกลับไปยังผู้ผลิตเพื่อรีไซเคิลโดยตรงหรือ ผู้รับซื้อเศษของเสียจะต้องจำแนกประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นและพิจารณาการขนส่งของเสียเหล่านี้

25

กรณี 1 ของเสียอันตรายที่ต้องจัดการด้วยบริษัทที่รับจ้างกำจัด กำหนดสถานการณ์สมมติของการขนส่งดังนี้

- ระยะทางขนส่ง 700 กิโลเมตร
- รูปแบบการขนส่ง รถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน
- อัตราการขนส่งกำหนดเทียบวามไม่มีการบรรจุทุกและเที่ยวกลับเติมน้ำหนักบรรทุก

กรณี 2 ของเสียที่ต้องทิ้งกำจัดเป็นมูลฝอยชุมชน กำหนดสถานการณ์สมมติของการขนส่งดังนี้

30

- ระยะทางขนส่ง 40 กิโลเมตร
- รูปแบบการขนส่ง รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ ขนาด 16 ตัน
- อัตราการขนส่งกำหนดเทียบวามไม่มีการบรรจุทุกและเที่ยวกลับเติมน้ำหนักบรรทุก

(6.2.8) เงื่อนไขอื่น ๆ

(6.2.8.1) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

- 1) การประเมินตามหัวข้อ (6.2.4.1) และ (6.2.4.3) ต้องเป็นผลย้อนหลัง ไม่เกินกว่า 12 เดือน
- 2) ข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกในชั้นอื่นๆ ต้องจัดเก็บข้อมูลตลอดรอบปีการผลิต (12 เดือน) เป็นอย่างน้อย หรือหากข้อมูลที่มีอยู่น้อยกว่า 12 เดือน ต้องชี้แจงเหตุผลประกอบเพื่อให้คณะกรรมการเทคนิคพิจารณาเป็นรายกรณีไป

(6.2.8.2) การปันส่วน

- 1) การปันส่วนการใช้พลังงานและการเกิดของเสียในกระบวนการพิมพ์ และ ขั้นตอนการเคลือบผิว กำหนดให้ใช้จำนวนแผ่นของกระดาษหรือพื้นที่เป็นหลักในการปันส่วน
- 2) การปันส่วนการใช้พลังงานและการเกิดของเสียในขั้นตอนการขึ้นรูป กำหนดให้ใช้จำนวนเล่มหรือชิ้นเป็นหลักในการปันส่วน

วิธีการปันส่วนการใช้ทรัพยากรและพลังงานนอกเหนือจากที่กำหนดต้องอธิบายเหตุผลและวิธีการคำนวณค่าสัดส่วนดังกล่าวด้วย

(6.2.8.3) การตัดออก

- 15 สำหรับในกรณีที่ยุติการผลิตหรือสารเคมีที่ไม่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ (มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก น้อยกว่าร้อยละ 1) สามารถตัดรายการดังกล่าวออกจากการคำนวณได้ โดยเมื่อรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ตัดออกแล้ว จะต้องมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เกินกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมที่ประเมินตามขอบเขตของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย
- 20 ทั้งนี้ในการพิจารณาตัดออก ให้ยึดตามเงื่อนไขของกรอบแนวทางการคำนวณ (Methodological Framework) ของคู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ และต้องทำการเพิ่มสัดส่วน (Scale Up) ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จากวัตถุดิบและสารเคมีรวมทุกรายการให้เป็น ร้อยละ 100

(6.2.8.4) ในกรณีที่มีการผลิตหลายแหล่ง

ในกรณีที่บริษัทมีหลายแหล่งผลิตต้องทำการเฉลี่ยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ของทุกแหล่งผลิต โดยการถ่วงน้ำหนัก (Weighted average)

25 (6.2.8.5) ในกรณีที่ผลิตไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนเอง

ในกรณีที่มีการผลิตและใช้ไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนที่ผลิตเอง (ทั้งหมดหรือบางส่วน) ให้มีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนด้วย รวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาของเชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream emission) ทั้งหมดด้วย

(6.3) ชั้นการขนส่งและจำหน่าย

- 30 ไม่อยู่ในขอบเขตการพิจารณา

(6.4) ชั้นการใช้งาน

ไม่อยู่ในขอบเขตการพิจารณา

(6.5) **ชั้นการจัดการซาก**

ไม่อยู่ในขอบเขตการพิจารณา

(7) **การแสดงผล**

(7.1) **รูปแบบของเครื่องหมายตำแหน่งและขนาด**

- 5 รูปแบบของเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต้องสอดคล้องกับ “หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์”

10 การใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์และตัวเลข (ค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์) ควบคู่กับขอบเขตของการรับรอง หรือชื่อ PCR ที่ยื่นขอรับรองด้วย เพื่อประโยชน์ในการสื่อสารกับลูกค้าตามประเภทของสิ่งพิมพ์ที่กำหนด หรือนำไปเสนอต่อผู้ว่าจ้างผลิตในอนาคตบนแผ่นพับแนะนำสินค้า จุลสาร หรืออินเทอร์เน็ต หรือแสดงบนเอกสาร อื่นๆ ในการประชาสัมพันธ์การบริการขององค์กร แต่มิให้แสดงบนหรือในผลิตภัณฑ์สิ่งพิมพ์ใดๆ รวมถึงบรรจุภัณฑ์ เครื่องหมายและค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ยื่นขอการรับรองจะต้องแสดงพร้อมกับรายละเอียดรูปแบบการบริการ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- 1) ประเภทของสิ่งพิมพ์ตามที่กำหนด ตามรายงานรูปแบบสิ่งพิมพ์ใน 6.2.5.4
- 2) ชนิดของกระดาษ
- 15 3) เทคนิคการพิมพ์ / ระบบการพิมพ์ / จำนวนสี
- 4) ยี่ห้อ / รุ่นของเครื่องพิมพ์
- 5) เทคนิคการเคลือบผิว
- 6) ลักษณะสิ่งพิมพ์สำเร็จ

(7.2) **ข้อมูลและเนื้อหาประกอบเพิ่มเติม**

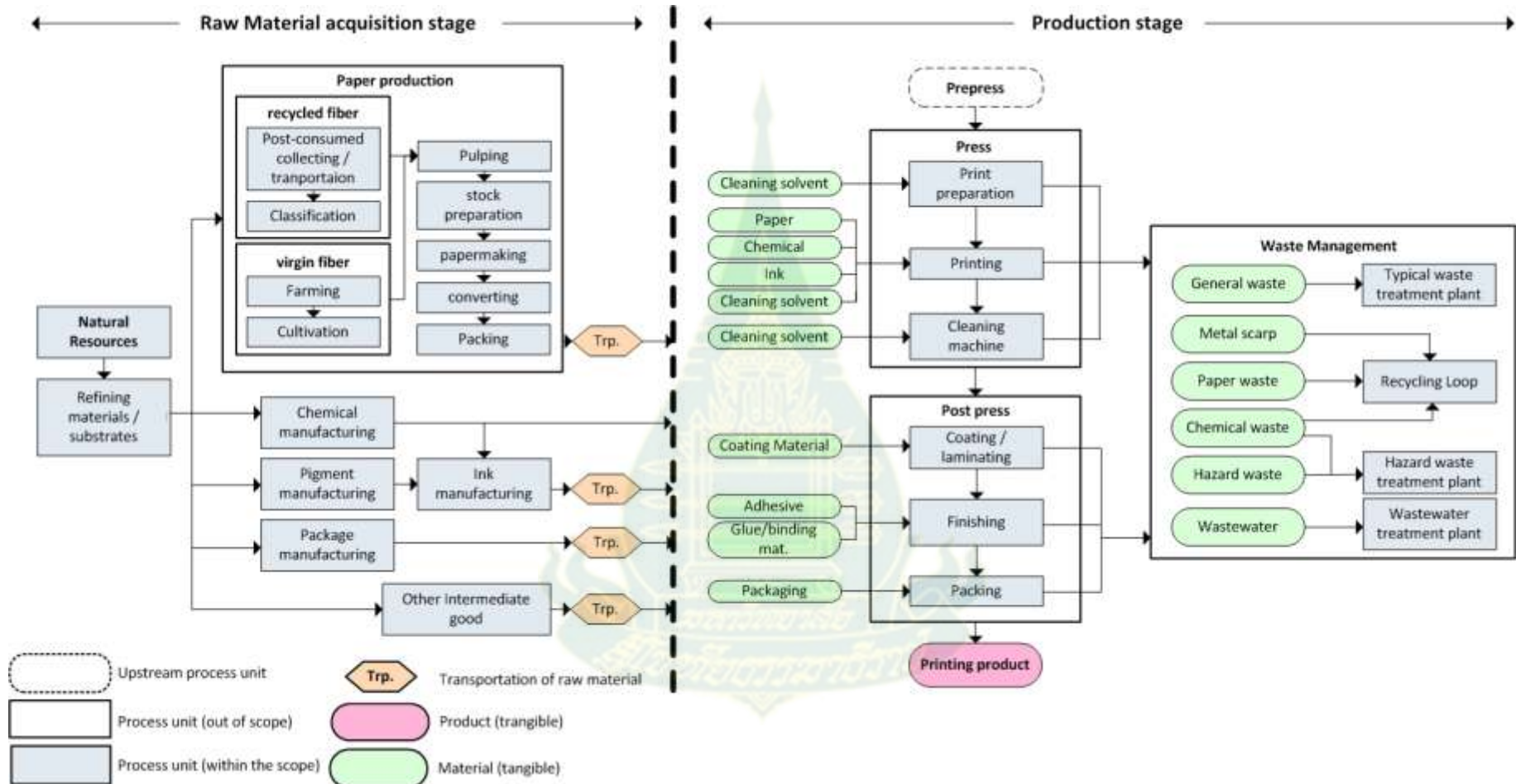
- 20 ขนาดของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ประเมินได้ต้องแสดงเป็นตัวเลขที่ชัดเจน โดยระบุเป็นหน่วย กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือ กรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และค่าที่ระบุต้องมีเลขนัยสำคัญ 3 ตำแหน่ง (รายละเอียดการระบุค่าให้ยึดตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์)

การแสดงผลต้องแสดงผลของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์แยกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ชั้นการได้มาของวัตถุดิบ แยกเป็นส่วนของกระดาษและวัตถุดิบอื่นๆ
- 25 2) ชั้นการผลิต

เพื่อให้ข้อมูลกับผู้บริโภคหรือผู้ใช้ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากขึ้น ผู้ผลิตสามารถใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ประกอบการข้อมูลหรือเนื้อหาเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง เช่น คุณสมบัติด้านเทคนิคของสิ่งพิมพ์ แนวปฏิบัติในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ เป็นต้น

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างแผนผังวัฏจักรชีวิตของการบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์



หมายเหตุ เชื้อเพลิงและน้ำที่ใช้ในแต่ละหน่วยย่อยมิได้แสดงในแผนผังนี้

ภาคผนวก ข. ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะของกระดาษ วัสดุพิมพ์และสารเคมีในการผลิตสิ่งพิมพ์

รายการ	ค่า EF	หน่วย	ที่มา
กระดาษเคลือบผิว	1.03	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Coated paper, [1] [2]
กระดาษพิมพ์เขียน	1.14	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Fine paper, [1] [2]
กระดาษหนังสือพิมพ์	1.50	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Newspaper roll, [1] [2]
กระดาษแข็งเคลือบผิว	0.75	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Coated board, [1] [2]
แผ่นแม่พิมพ์สำเร็จ (อลูมิเนียม)	10.60	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Aluminum plate for printing plate, CFP EF Data v.2.01 ของประเทศไทย
โทนเนอร์สำหรับพริ้นเตอร์ (ดำ)	40.10	กิโลกรัม	ดัดแปลงจาก Toner, black, used for printing/kg/RER, SImapro v2.0 (ตัดส่วนที่เป็นการจัดการของเสียและซากบรรจุภัณฑ์)
โทนเนอร์สำหรับพริ้นเตอร์ (สี)	37.50	กิโลกรัม	ดัดแปลงจาก Toner, colour, used for printing/kg/RER, SImapro v2.0 (ตัดส่วนที่เป็นการจัดการของเสียและซากบรรจุภัณฑ์)
หมึกทั่วไป	4.52	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก General ink, CFP EF Data v.2.01 ของประเทศไทย
หมึกสำหรับพิมพ์หนังสือพิมพ์	4.27	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก News ink, CFP EF Data v.2.01 ของประเทศไทย
หมึกสีดำ	2.39	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Black ink, [1]
หมึกสี Cyan	4.12	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Cyan ink, [1]
หมึกสี Magenta	3.23	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Magenta ink, [1]
หมึกสี Yellow	3.29	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Yellow ink, [1]
วานิชสำหรับส่วนประกอบของหมึก	3.16	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Varnish for printing ink, CFP EF Data v.2.01 ของประเทศไทย
IPA	2.13	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก IPA, [1]
จาระบี	1.05	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Grease, CFP EF Data v.2.01 ของประเทศไทย
น้ำมันหล่อลื่นเครื่องจักร	0.62	กิโลกรัม	อ้างอิงจาก Lubricating oil (due to mineral oil, animal and plant purchased), CFP EF Data v.2.01 ของประเทศไทย

[1] JICA-LCA database 2010Fy 4th Edition ใน SHIMIZU H. LCCO2 summary of Physical Book

[2] คำนวณค่าด้วยความแตกต่างของค่า EF ไฟฟ้าของประเทศไทย และ EF ไฟฟ้าของประเทศไทย

ภาคผนวก ค. ตัวอย่างการกำหนดรูปแบบการบริการงานพิมพ์และหลังพิมพ์

จากการวิเคราะห์การผลิตของโรงพิมพ์แห่งหนึ่ง สามารถดำเนินการพิมพ์ได้ดังนี้

เทคนิคการพิมพ์	ออฟเซตป้อนม้วน	ออฟเซตป้อนแผ่น	ดิจิตอล
ยี่ห้อและรุ่นของเครื่องพิมพ์	TGP Model WL16	TGP Model SL11A TGP Model SL11B TGP Model SL43 TGP Model SL45	TGP Model D01
จำนวนหน้าต่อรอบพิมพ์		1 หน้า 2 หน้า	
ชนิดของกระดาษ	กระดาษปรีฟ	กระดาษอาร์ตมัน กระดาษปอนด์	
จำนวนสี		4 สี 2 สี สีเดียว	
เทคนิคการเคลือบผิว	ไม่มี	ไม่มี วานิชฐานน้ำมัน วานิชฐานตัวทำละลาย วานิชฐานน้ำ เคลือบผิว ฐานน้ำ เคลือบผิว ฐานน้ำมัน	
ลักษณะการขึ้นรูป		เข้าเล่มเย็บมุงหลังคา ไสสันทากาว พับครึ่ง ไม่มี	

จากการคำนวณรูปแบบการบริการงานพิมพ์ ในทางสถิติสามารถทำได้ไม่เกิน 1,464 รูปแบบ แบ่งเป็น

- การเทคนิคการพิมพ์แบบป้อนม้วน = $1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 4 = 24$ รูปแบบ
- การเทคนิคการพิมพ์แบบป้อนแผ่น = $1 \times 4 \times 2 \times 2 \times 3 \times 6 \times 4 = 1,152$ รูปแบบ
- การเทคนิคการพิมพ์ดิจิตอล = $1 \times 1 \times 2 \times 2 \times 3 \times 6 \times 4 = 228$ รูปแบบ

ทางบริษัทได้เลือกโบรชัวร์แสดงประชาสัมพันธ์สินค้า แบบพิมพ์ 4 สี บริษัทได้เลือกรูปแบบที่จะประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ เช่น

- 1) เทคนิคการพิมพ์ - ออฟเซตป้อนม้วน
- 2) ยี่ห้อและรุ่นของเครื่องพิมพ์ - TGP Model WL16
- 3) จำนวนหน้าต่อรอบพิมพ์ - 2 หน้า
- 4) ชนิดของกระดาษ - กระดาษปรีฟ
- 5) จำนวนสี - 4 สี
- 6) เทคนิคการเคลือบผิว - ไม่มี
- 7) ลักษณะการขึ้นรูป - พับครึ่ง

ภาคผนวก ง. มาตรฐานด้านคุณภาพของการสิ่งพิมพ์ที่ใช้ในการพิมพ์ทดสอบ

ให้เทียบเคียงมอก. 2662-2 สำหรับระบบการพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น และ มอก. 2662-3 สำหรับระบบการพิมพ์แบบป้อนม้วน



ภาคผนวก จ. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการเกิดกระดาษเสียจากการพิมพ์ทดสอบ

ตาราง ข้อมูลจากการพิมพ์ทดสอบรูปแบบ A และ B

วันที่ทำการทดสอบ	13 เม.ย. 2555	
เครื่องจักรที่ใช้ในการทดสอบ	Heidelberg H-300A	
ผู้ทดสอบ	นายมาตรฐาน พิสูจน์คำนวณ	
วิธีการทดสอบการพิมพ์	การทดสอบรูปแบบสิ่งพิมพ์ A	การทดสอบรูปแบบสิ่งพิมพ์ B
จำนวนการใช้แผ่นแม่พิมพ์	4	1
จำนวนแผ่นพิมพ์สมบูรณ์ (แผ่น)	1,020	1,050
จำนวนแผ่นกระดาษที่ใช้พิมพ์	1,300	1,100
น้ำหนักกระดาษ (กรัม/ตรม.)	90	70
กระดาษเสียจากการพิมพ์ (แผ่น)	180	30
กระดาษเสียจากการพิมพ์ (กก.)	8.09	1.05
เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ (นาที)	200	120
เดินเครื่อง (นาที)	120	90
หยุดรอ (นาที)	80	30
พลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ (กิโลวัตต์-ชม.)	150	90
เดินเครื่อง (กิโลวัตต์-ชม.)	120	80
หยุดรอ (กิโลวัตต์-ชม.)	30	10
ปริมาณหมึกพิมพ์ ที่ใช้ (กิโลกรัม)	5.5	1.25
ปริมาณน้ำยา A ที่ใช้ (กิโลกรัม)	4.8	2.8
ปริมาณน้ำยา B ที่ใช้ (กิโลกรัม)	3.5	1.3
กากของเสียอันตราย (กิโลกรัม)	5	2

1. ปริมาณปริมาณการใช้ไฟฟ้า

สมมติฐานในการคำนวณ

- 1) ไฟฟ้าสำหรับช่วงเดินเครื่อง ปันส่วนการใช้พลังงานตามจำนวนแผ่นในการพิมพ์
- 2) ไฟฟ้าสำหรับช่วงหยุดรอ ให้เท่ากับการพิมพ์แบบพิมพ์ทดสอบ

ดังนั้นไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ

$$\frac{\text{จำนวนพิมพ์ทดสอบที่กำหนด}}{\text{จำนวนแผ่นพิมพ์สมบูรณ์จากการทดสอบ}} \times (\text{ไฟฟ้าช่วงเดินเครื่องพิมพ์} + \text{ไฟฟ้าช่วงหยุดรอ})$$

ตัวอย่างการคำนวณ จากข้อมูลในตารางการสอบการพิมพ์

พลังงานไฟฟ้าสำหรับรูปแบบการพิมพ์ส่วนเนื้อหา 1

$$= \frac{1000}{1020} \times (120 + 30)$$

$$= 147.05 \text{ กิโลวัตต์-ชม.}$$

การคำนวณเช่นเดียวกัน สำหรับรูปแบบการพิมพ์ส่วนเนื้อหา 2 เท่ากับ 85.71 กิโลวัตต์-ชม.

2. ปริมาณปริมาณกระดาษเสีย

สมมติฐานในการคำนวณ กระดาษเสียมาจาก 2 ส่วนคือ

- 1) กระดาษเสียที่เกิดจากการพิมพ์ที่ไม่สมบูรณ์ รวมถึงการพิมพ์เผื่อเกินปริมาณที่ต้องการ
 - ให้ถือว่าการพิมพ์ในแต่ละหน้าเป็นการพิมพ์ต่อเนื่องไม่มีการหยุดหรือเปลี่ยนเครื่องระหว่างการพิมพ์
 - กระดาษเสียจะเกิดขึ้นเท่าๆ กันในทุกรอบการพิมพ์แบ่งตามประเภทของการวิธีการพิมพ์ทดสอบ ประเมินได้เป็นจำนวนแผ่นของกระดาษที่เสีย
 - ดังนั้นกระดาษเสียที่เกิดขึ้น หน่วยเป็นกิโลกรัม เท่ากับ

$$\text{จำนวนรอบพิมพ์} \times \text{กระดาษเสียจากการพิมพ์ (แผ่น)} \times \text{น้ำหนักของกระดาษต่อแผ่น} \times 1,000$$

- 2) เศษกระดาษจากการตัดเจียนขอบให้ได้ขนาดเพื่อจัดทำเล่มต่อไป ซึ่งปริมาณเศษกระดาษเหล่านี้อาจไม่ได้เกิดจากท้ายขั้นตอนการพิมพ์หากมีกระบวนการเคลือบหรือตกแต่งผิวสิ่งพิมพ์เพิ่มในขั้นตอนท้าย การคำนวณได้ดังนี้

$$\text{น้ำหนักของเศษกระดาษ (กิโลกรัม)} = (A_s - A_p) \times W_p \times 1,000$$

โดยที่ A_s = พื้นที่แผ่นกระดาษ หน่วยเป็น ตรม.

A_p = พื้นที่พิมพ์ หน่วยเป็น ตรม.

W_p = น้ำหนักของกระดาษ หน่วยเป็น กรัมต่อตรม.

