

การประยุกต์หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าและการ
ทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุในกระบวนการผลิตหนังสือเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์

สาริศา พานิช

TNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2558

APPLICATION OF LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR CO₂ EQUIVALENT EVALUATION AND
MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING IN AUTOMOTIVE LEATHER SEAT MANUFACTURER

SARISA PANICH

TNI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Engineering Technology

Graduate School

Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2015

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อประเมิน
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าและการทำบัญชีต้นทุนการไหล
ของวัสดุในกระบวนการผลิตหนังเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์

โดย

สาริศา พานิช

สาขาวิชา

เทคโนโลยีวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วัน.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ดร.ชลิดา คล้ายโสม)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราคม เนินน้อย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

สาริตา พานิช : การประยุกต์หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าและการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ในกระบวนการผลิตหนังสือเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์. อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน, 86 หน้า.

การศึกษานี้มุ่งประเด็นเพื่อศึกษาประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการการผลิตหนังสือเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์ โดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) จากกระบวนการผลิต โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ดังนั้น วัตถุประสงค์สำหรับงานวิจัยนี้ คือการนำหลักการของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) และการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA) เพื่อคำนวณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent: CO_2e) จากกระบวนการผลิต เพื่อแสดงระดับของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุเพื่อวิเคราะห์หากระบวนการที่ก่อเกิดการสูญเสียในรูปของตัวเงิน การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลได้พบว่า CO_2e ที่เกิดจากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สูงถึง 64.32% เมื่อเทียบกับ CO_2e จากผลิตภัณฑ์ หลังจากการปรับปรุงกระบวนการ ส่งผลให้ปริมาณ CO_2e ที่เกิดจากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ได้ลดลงเป็น 52.27% เมื่อเทียบกับ CO_2e จากผลิตภัณฑ์ และจากการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ พบว่าการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ได้ลดลงโดยเฉลี่ย 17.67%

TNI

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา เทคโนโลยีวิศวกรรม

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

SARISA PANICH : APPLICATION OF LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR CO₂ EQUIVALENT EVALUATION AND MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING IN AUTOMOTIVE LEATHER SEAT MANUFACTURER. ADVISOR : DR. DUMRONGKIAT RATANA-AMORNPIN, 86PP.

The study focuses on the environmental impact from processing automotive leather seat manufacturer. Life Cycle Assessment (LCA) approach is an important environmental management for analyze of environmental impacted problems. The cause affected environment is greenhouse gases (GHGs) emission from the processes, such as carbon dioxide (CO₂). Therefore, this research aimed to implement of LCA and Material Flow Cost Accounting (MFCA) approach for CO₂ equivalent evaluation from the processes to shows the degree of environmental impacts and calculated of MFCA to assess material loss in the process in term of money. Data collection and analysis found that the result of CO₂e from non-products show as 64.32% of CO₂e from product. After improvement the implicated process CO₂e from non-products was reduced to 52.27% of CO₂e from product. The result of cost calculation by MFCA found that material loss from non-products was decreased average of 17.67%.

TNI

Graduate School

Field of Study Engineering Technology

Academic Year 2015

Student's Signature

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้กระทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาและคำแนะนำของ ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า คอยชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาและการพัฒนาการทำวิจัยตลอดจนชี้แนะแหล่งความรู้ที่ใช้ประกอบการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ชลิดา คล้ายโสม (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นประธานคณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณปิยะพร กลั่นตะปุระ (QMS/EMS Staff) ตัวแทนและผู้ประสานงาน PREMA Project ที่คอยให้คำแนะนำ รวมถึงบริษัท อีเกิ้ล ออตดาวา (ประเทศไทย) จำกัด ที่เอื้อประโยชน์และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

และท้ายที่สุดขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ให้โอกาสในการศึกษาและสนับสนุนในการดำเนินการทุกกิจกรรม และขอขอบคุณอาจารย์ เพื่อนๆ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งที่กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ผู้เขียนมีความซาบซึ้งในความกรุณาอันดีจากทุกท่านและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สาริตา พานิช

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 สภาวะความเป็นมาแนวทางเหตุผลและปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
1.6 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	4
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักการพื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	30
3.1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	30
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	30
3.4 การดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
	4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e).....	64
	4.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนโดยวิธีการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ.....	65
	4.3 ผลการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า (CO ₂ e) และลดการสูญเสียต้นทุนไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า.....	66
5	บทสรุป และข้อเสนอแนะ.....	70
	5.1 บทสรุป.....	70
	5.2 ข้อเสนอแนะ.....	71
	บรรณานุกรม.....	72
	ภาคผนวก.....	75
	ภาคผนวก ก. วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e).....	76
	ภาคผนวก ข. แนวทางการปรับปรุงการอบ (Air Off).....	79
	ภาคผนวก ค. แนวทางการปรับปรุงกระบวนการย่อย Chalking.....	83
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	86

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนงานและระยะเวลาดำเนินงาน.....	5
2.1 การประยุกต์ใช้หลักการ LCA	10
2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย.....	22
3.1 ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี.....	36
3.2 ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกสำหรับกระบวนการตัดขึ้น.....	38
3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งรวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิ.....	39
3.4 ข้อมูลต้นทุนสำหรับการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ.....	40
3.5 ปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) สำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี.....	43
3.6 ปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) สำหรับกระบวนการตัดขึ้น.....	45
3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี.....	47
3.8 การวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับกระบวนการตัดขึ้น.....	49
3.9 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการ.....	55
3.10 ต้นทุนที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่าจากกระบวนการเคลือบสี.....	56
3.11 การสูญเสียต้นทุนสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการย่อยสำหรับกระบวนการเคลือบสี.....	57
3.12 ต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สำหรับกระบวนการตัดขึ้น.....	58
3.13 ปริมาณขยะประเภทของแข็งที่ต้องส่งกำจัด (Waste Scrap Plant#1).....	59
3.14 ต้นทุนสำหรับการจัดการขยะประเภทของแข็งโดยการฝังกลบ.....	60
4.1 ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการ.....	64
4.2 ปริมาณการปล่อยCO ₂ e จากแหล่งต่างๆ ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการเคลือบสี.....	67
4.3 ปริมาณการปล่อยCO ₂ e จากแหล่งต่างๆ ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการตัดขึ้น.....	68
4.4 สรุปผลโครงการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์.....	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ก.1 ข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกจากกระบวนการย่อย Russet Mill.....	77
ก.2 ข้อมูลปริมาณปริมาณการปล่อย CO ₂ e จากกระบวนการย่อย Russet Mill.....	78



สารบัญรูป

รูป	หน้า
1.1 The ISO 14000 Model.....	2
2.1 Stages of an LCA.....	7
2.2 Example of a Product System for LCA.....	8
2.3 Example of a Set of Unit Processes Within a Product System	9
2.4 แผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์.....	12
2.5 แผนผังการผลิตอย่างง่ายของผลิตภัณฑ์.....	12
2.6 รูปแบบการกำหนดขอบเขตการประเมิน.....	13
2.7 The Concept of Material Flow Cost Accounting.....	15
2.8 Material Balance in a Quantity Centre.....	17
2.9 Cost Calculation in a Quantity Centre.....	18
2.10 Material Flow Model for a Process Within the MFCA Boundary.....	19
2.11 PDCA Cycle for MFCA Implementation.....	20
3.1 สารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) สำหรับกระบวนการย่อย.....	31
3.2 แผนผังการไหลสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide).....	32
3.3 แผนผังการไหลสำหรับกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts).....	33
3.4 แผนผังโครงสร้างกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide).....	34
3.5 แผนผังโครงสร้างกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts).....	35
3.6 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยใช้หลักการ LCA และ MFCA.....	41
3.7 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี.....	50
3.8 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการตัดชิ้น.....	53
3.9 แหล่งที่มาสำหรับปริมาณการปล่อย CO ₂ e จากผลิตภัณฑ์และสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์.....	56
3.10 แหล่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการเคลือบสี.....	57
3.11 แหล่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการตัดชิ้น.....	58
3.12 ปริมาณ CO ₂ e ที่ปล่อยจากไฟฟ้าแต่ละกระบวนการย่อยสำหรับกระบวนการเคลือบสี.....	60
3.13 การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Air Off.....	61
3.14 การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Base Coat และ Top Coat.....	62
3.15 ปริมาณ CO ₂ e ที่ปล่อยจากเศษหนังที่เกิดในกระบวนการสำหรับกระบวนการตัดชิ้น.....	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.16	การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Nesting and Cutting..... 63
4.1	สัดส่วนต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเคลือบสี..... 65
4.2	สัดส่วนต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการตัดขึ้น..... 66
4.3	ปริมาณ CO ₂ e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการเคลือบสี..... 67
4.4	ปริมาณ CO ₂ e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการตัดขึ้น..... 68
ก.1	การพิจารณาสารขาเข้าและสารขาออกจากกระบวนการย่อย Russet Mill..... 77
ก.2	ความสัมพันธ์สำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า..... 78
ข.1	ลักษณะโครงสร้างเตาอบ Air Off..... 80
ข.2	ลักษณะภายในและช่องทางออกเตาอบ..... 80
ข.3	หนังที่ผ่านการอบปล่อยลงสู่ชั้นล่าง..... 81
ข.4	การปิดช่องว่างด้านข้างเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน..... 81
ค.1	ลักษณะโครงสร้างโต๊ะสำหรับตรวจสอบ (Chalking)..... 84
ค.2	ปรับระดับแนวองศาของโต๊ะสำหรับตรวจสอบ..... 85

TNI

TAHITI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

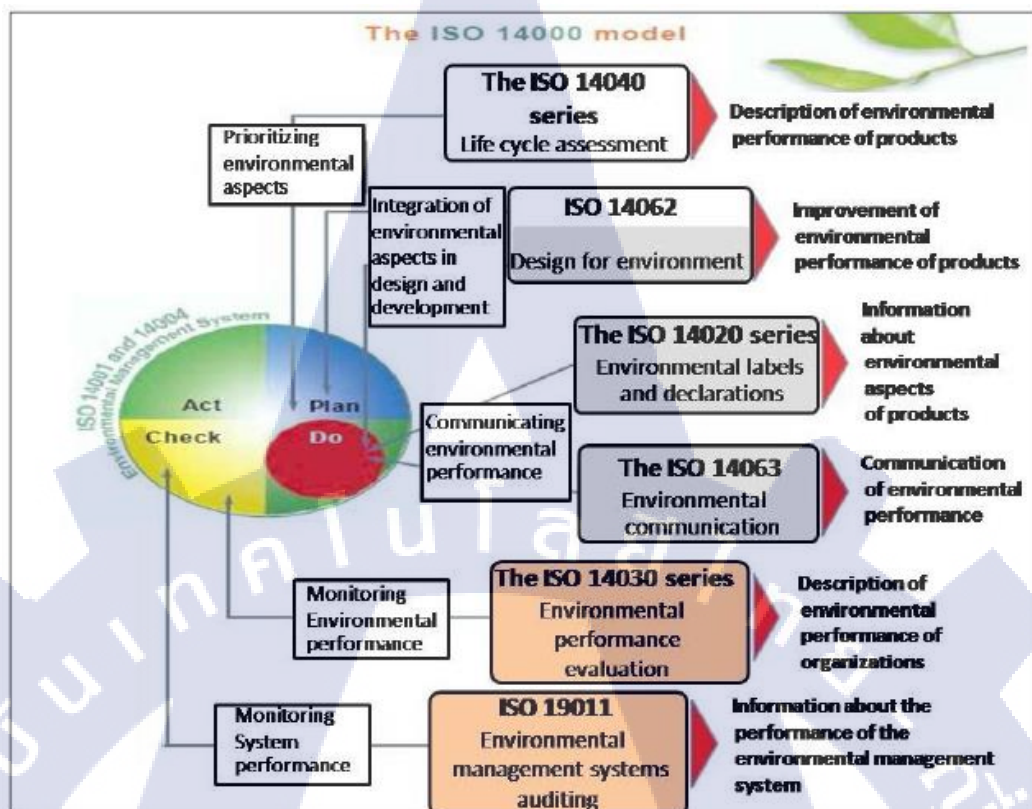
บทที่ 1

บทนำ

1.1 สถานะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา

สถานการณ์ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมได้รับผลกระทบจากการเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจึงเป็นปัญหาใหญ่ที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาปรับปรุง และสร้างความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่อให้สิ่งแวดล้อมกับอุตสาหกรรมสามารถอยู่ด้วยกันได้อย่างยั่งยืน ปัญหาที่กำลังได้รับความสนใจในระดับโลก คือปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเกินสมดุล อันเป็นผลมาจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงาน การทำลายทรัพยากรธรรมชาติ การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการคมนาคม และภาคอุตสาหกรรม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อนนี้เป็นประเด็นสำคัญเร่งด่วน [1] ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงและฟื้นฟูโดยเริ่มตั้งแต่การแก้ปัญหาที่แหล่งกำเนิดสำหรับภาคอุตสาหกรรมเมื่อตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็จำเป็นต้องพิจารณาถึงความคุ้มทุนกับการจัดการด้านต่างๆ โดยการวิเคราะห์ถึงต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (Negative Products) หรือของเสีย (Waste) ของเสียที่เกิดขึ้นนอกจากจะเป็นการสูญเสียงบประมาณแล้วยังอาจเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข ในทางเดียวกันก็ต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุนการจัดการควบคู่กันด้วย เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความคุ้มทุนในการแก้ไขปรับปรุงอย่างสูงสุด

แนวทางการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องใช้เครื่องมือจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนช่วย โดยที่การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมถูกระบุไว้ใน ISO 14000 และได้แตกย่อยออกหลายชุดเป็นอนุกรมมาตรฐาน ISO 14000 (ISO 14000 Series) เริ่มตั้งแต่หมายเลข 14001 ถึง 14100 โดยได้จัดแบ่งอนุกรมมาตรฐานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ มาตรฐานระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System: EMS) การตรวจสอบประเมินการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Auditing and Related Environmental Investigations: EA) ฉลากกับผลิตภัณฑ์เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Labeling: EL) การประเมินความสามารถในการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Evaluation: EPE) และการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Analysis: LCA) [2] การจัดแบ่งและความสัมพันธ์ของอนุกรมมาตรฐาน ISO 14000 แสดงดังรูปที่ 1.1 The ISO 14000 Model



รูปที่ 1.1 The ISO 14000 Model [3]

จากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเรื่องภาวะโลกร้อนซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก และปัญหาที่เกิดการสูญเสียงบประมาณการจัดการสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าหรือของเสีย เพื่อต้องการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและในทางเดียวกันต้องการลดต้นทุนการจัดการของเสียที่ต้องการจัดการตั้งแต่แหล่งกำเนิด จำเป็นต้องเลือกเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ดังนี้ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมวิเคราะห์โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (ISO 14040-Life Cycle Assessment: LCA) โดยการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO₂) แสดงในรูปปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent: CO₂e) และการวิเคราะห์ต้นทุนการจัดการวิเคราะห์โดยการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (ISO 14051-Material Flow Cost Accounting: MFCA)

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1.2.1 เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในรูปแบบค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) โดยการนำหลักการพื้นฐานของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์แต่ละกระบวนการย่อย โดยแยกเป็น CO_2e จากผลิตภัณฑ์และของเสีย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1.2.2 เพื่อเป็นแนวทางหาวิธีการจัดการต้นทุนที่สูงสูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าให้มีแนวโน้มลดลงอย่างน้อย 30% โดยใช้หลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (MFCA) เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 กระบวนการที่ต้องการศึกษาปัญหา คือ กระบวนการผลิตหนังเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์โดยพิจารณาตั้งแต่กระบวนการเคลือบสี (Finish Hide) และกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts)

1.3.2 ปัญหาที่ต้องการศึกษา คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบ CO_2e ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์และของเสีย รวมถึงต้นทุนที่สูงสูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าหรือของเสีย

1.3.3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการศึกษาปัญหา คือ หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบ CO_2e และหลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (MFCA) สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนที่สูงสูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าหรือของเสีย

1.3.4 การประเมินผล แบ่งออกเป็น 2 ประเด็นคือ

1.3.4.1 การระบุกระบวนการที่มีปริมาณการปล่อย CO_2e จากของเสียปริมาณสูงและการเปรียบเทียบปริมาณ CO_2e หลังการปรับปรุงกระบวนการ

1.3.4.2 การระบุต้นทุนที่สูงสูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและผลหลังจากการจัดการและปรับปรุงโดยมีแนวโน้มลดลงอย่างน้อย 30%

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) แต่ละกระบวนการได้

1.4.2 ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน และช่วยป้องกันข้อร้องเรียนจากผลกระทบการประกอบกิจการโรงงาน

1.4.3 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถใช้วัตถุดิบและพลังงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.4.4 ลดการสูญเสียต้นทุนกับสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (Negative Products)

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) การประเมินผลสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดเศษซากหลังการใช้งาน [1]

1.5.2 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases, GHGs) ก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) [4]

1.5.3 ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent: CO_2e) ค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน [4]

1.5.4 ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) คือ ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [4]

1.5.5 การทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA) เป็นเครื่องมือการจัดการที่ช่วยให้องค์กรเกิดความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการใช้วัสดุและพลังงานที่จะมีผลต่อไปถึงเรื่องสิ่งแวดล้อมและการเงินและช่วยแสวงหาโอกาสที่จะปรับปรุงสิ่งแวดล้อมและการเงินจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงาน [5]

1.6 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน

สำหรับแผนการดำเนินงาน ได้วางแผนดังตารางที่ 1.1



ตารางที่ 1.1 แผนงานและระยะเวลาดำเนินงาน

[illegible]

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการพื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

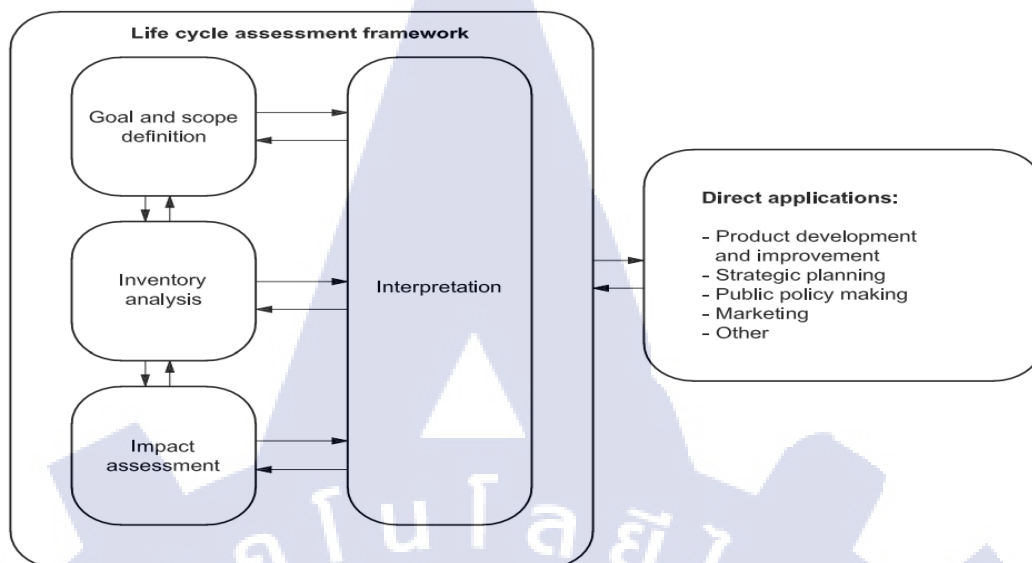
2.1.1 หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA)

2.1.2 หลักการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในรูปแบบค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

2.1.3 หลักการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA)

2.1.1 หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA)

การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) จัดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นหนึ่งในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14000 โดยถูกจัดอยู่ในหมายเลข ISO 14040 Life Cycle Assessment-Principles and Framework ถูกจัดทำขึ้นเนื่องจากปัจจุบันสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตตามปกติของผู้คน จึงก่อให้เกิดความตระหนักที่จะปกป้องสิ่งแวดล้อมโดยพยายามลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในส่วนของการผลิตและการบริโภค โดยหาวิธีการที่ทำให้สามารถเข้าใจผลกระทบดังกล่าว และง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ การประเมินวัฏจักรชีวิต เน้นถึงลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงชีวิตผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การนำไปผลิต การใช้ การบำบัดหลังการใช้ การนำกลับไปใช้ใหม่ และการกำจัดขั้นสุดท้าย [6] เป็นการพิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (From the Cradle to Grave) ซึ่งมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและการประเมินโอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยที่เทคนิคการประเมินโดยใช้หลักการ LCA แตกต่างจากเครื่องมือจัดการด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ คือ LCA เป็นกระบวนการประเมินค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ (Product) หรือหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Function) ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยเน้นการประเมินเชิงปริมาณของการใช้ทรัพยากร ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พิจารณาตั้งแต่ป้อนเข้ากระบวนการ (Input) จนถึงปล่อยออกมา (Output) หลักการทั่วไปสำหรับการประเมิน LCA มีความสัมพันธ์แสดงดังรูปที่ 2.1

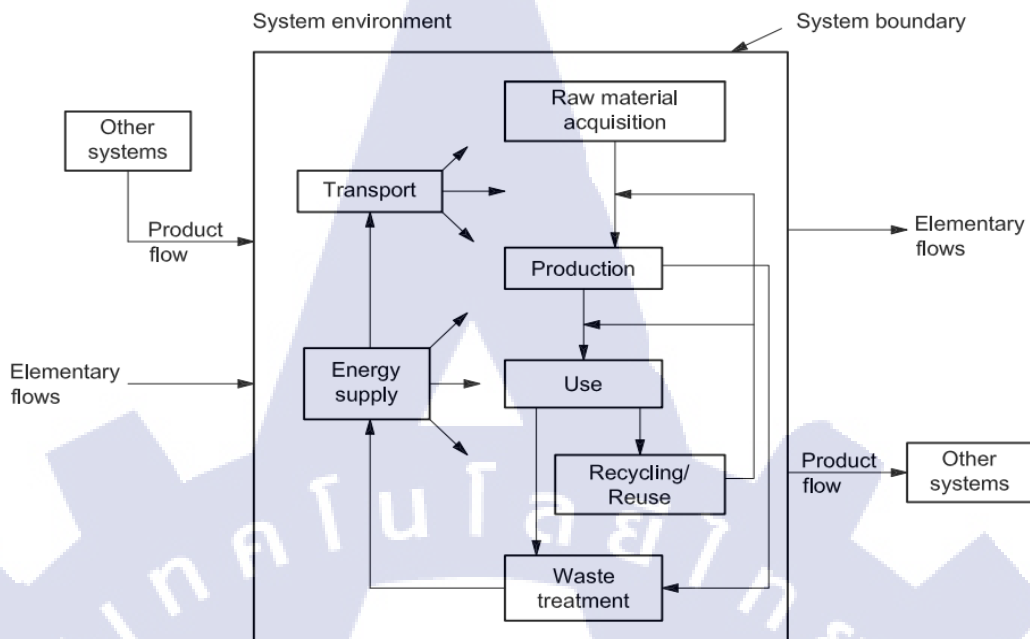


รูปที่ 2.1 Stages of an LCA [6]

ลำดับขั้นตอนความสัมพันธ์รอบดำเนินการ LCA อธิบายขยายความได้ดังนี้

2.1.1.1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition) ลำดับแรกสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์คือการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษา เพื่อตั้งวัตถุประสงค์ในการศึกษา ผลจากการศึกษาจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เป้าหมายหลักสำหรับการประเมินโดยหลักการ LCA คือ เพื่อวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์ เพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เพื่อจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อม หรือเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ซึ่งแต่ละเป้าหมายที่ต้องการศึกษายังจำเป็นต้องใช้ความรู้ด้านอื่นเป็นองค์ประกอบอีกด้วย สำหรับการกำหนดขอบเขตของการประเมินนั้นจะต้องให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมาย

2.1.1.2. การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis: LCI) การวิเคราะห์บัญชีรายการเป็นขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมและการหาปริมาณสารเข้าและสารออกของผลิตภัณฑ์ภายในขอบเขต การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในระบบผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Example of a Product System for LCA [6]

การวิเคราะห์บัญชีรายการต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลแบ่งออกเป็น ข้อมูลจริงจากแหล่งผลิต (Foreground Data) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลพื้นฐานหรือข้อมูลทุติยภูมิ (Background Data/Secondary Data) ข้อมูลแต่ละประเภทมีแหล่งข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลจริงจากแหล่งผลิต (Foreground Data) คือข้อมูลที่สัมพันธ์กับการผลิต การใช้ และสุดท้ายการกำจัดผลิตภัณฑ์

- ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) คือข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในกระบวนการ หรือข้อมูลสารเข้า-ออกสำหรับกระบวนการผลิตของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

- ข้อมูลพื้นฐานหรือข้อมูลทุติยภูมิ (Background Data/Secondary Data) คือข้อมูลพื้นฐานที่เป็นข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงอื่นๆ นอกเหนือจากข้อมูลปฐมภูมิ

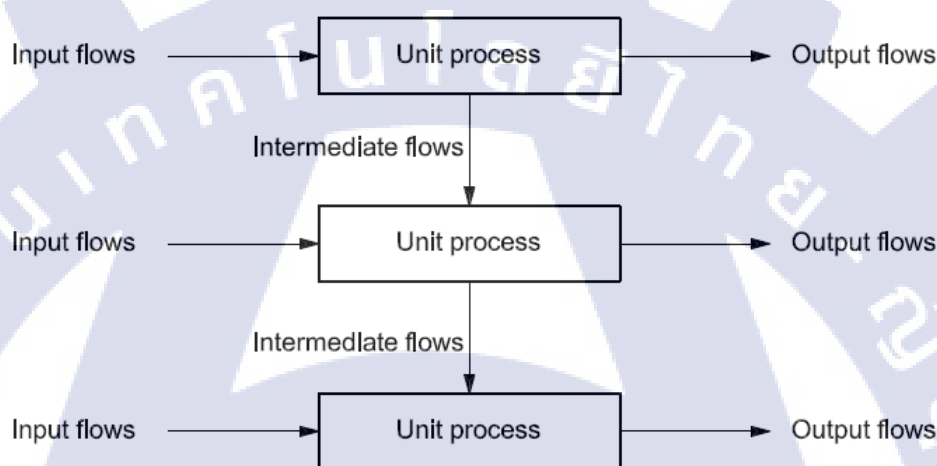
การเก็บข้อมูล (Data Collection) ลักษณะของการเก็บข้อมูลที่ดีต้องมีรายละเอียดของกระบวนการที่ชัดเจน มีรายละเอียดที่รวมถึงข้อมูลขั้นตอนการขนส่ง รายละเอียดข้อมูลปริมาณสารเข้าและออก (Input/Output) การพิจารณาปริมาณสารเข้า (Input) และปริมาณสารออก (Output) แต่ละกระบวนการชัดเจน

การแบ่งข้อมูลที่สำคัญที่ต้องจัดเก็บดังนี้ ข้อมูลปริมาณสารเข้า (Input) ประกอบด้วย MECO หมายถึงข้อมูล Materials, Energy, Chemicals, Others และข้อมูลปริมาณสารออก

(Output) ประกอบด้วย Product, Co-Product, By-Product, Solid Wastes, Emissions to Water, Emission to Air เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล ควรจัดทำเป็นลำดับขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

(1) จัดทำแผนการไหล Flow Chart กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดพร้อมระบุสารเข้าและสารออกในแต่ละกระบวนการย่อยดังรูปที่ 2.3

(2) รวบรวมข้อมูลรายเดือนของกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดยรวมถึงข้อมูลการใช้วัตถุดิบต่างๆในการผลิต ไฟฟ้า น้ำ และพลังงานอื่นๆที่ใช้ แยกเป็นแต่ละกระบวนการย่อย รวมถึงการระบุปริมาณและองค์ประกอบของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต



รูปที่ 2.3 Example of a Set of Unit Processes Within a Product System [6]

ดังนั้นการจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม หมายถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องภายในขอบเขตและเป้าหมายของการศึกษา โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมควรครอบคลุมถึงรายละเอียดของกระบวนการผลิตและผังการไหล (Flow Chart) ของกระบวนการผลิต และปริมาณสารขาเข้า-สารขาออกของระบบทั้งหมด

2.1.1.3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Impact Assessment : LCIA) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นการคำนวณเพื่อแปลงข้อมูลบัญชีรายการ (LCI) ที่ได้จากการรวบรวมปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของระบบผลิตภัณฑ์และจากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการถูกประเมินให้อยู่ในรูปของผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพื่ออธิบายค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งแยกออกได้หลายประเภท เช่น การจำแนกประเภทข้อมูลเป็นกลุ่มผลกระทบ (Classification) เป็นการจำแนกผลกระทบข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม การจำแนกโดยการกำหนดบทบาท

(Characterization) เป็นการจำแนกโดยการแสดงผลกระทบให้อยู่ในรูปแบบของตัวบ่งชี้ โดยใช้ค่าแฟกเตอร์ในการปรับค่าจากปริมาณของมวลสารที่ปล่อยออกมาให้เป็นค่าบ่งชี้ของผลกระทบ การจำแนกโดยการจัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Grouping) เป็นการจัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่โดยรวมกลุ่มผลกระทบแยกตามประเภท เป็นต้น

2.1.1.4. การแปลผลและการประเมินเพื่อปรับปรุง (Interpretation and Improvement Analysis) การแปลผลและการวิเคราะห์การประเมินเพื่อปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ทำให้ทราบช่วงชีวิตหรือช่วงกระบวนการของผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญสูงสุด รวมทั้งแหล่งที่มาของประเด็นปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นๆ การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบจะนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

ดังนั้นการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์สามารถประยุกต์ใช้กับการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์สำหรับกิจกรรมหรืองานวิจัยได้อย่างหลากหลาย โดยกลุ่มผู้นำไปใช้อาจจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ภาคอุตสาหกรรม/บริษัทเอกชน ภาครัฐ องค์กรเอกชน และผู้บริโภคโดยมีรูปแบบของการนำไปใช้งานดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การประยุกต์ใช้หลักการ LCA [7]

ภาคอุตสาหกรรม/ บริษัทเอกชน	-ใช้สื่อสารให้ทราบถึงข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ -ออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ -ใช้ต่อรองกับผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) ให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น -พัฒนากลยุทธ์ด้านการตลาด กลยุทธ์ด้านธุรกิจ และแผนการลงทุน -พัฒนากลยุทธ์ด้านนโยบาย -พัฒนานโยบายของผลิตภัณฑ์ -การจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3
ภาครัฐ	-เป็นเกณฑ์ในการจัดทำข้อกำหนดของฉลากสิ่งแวดล้อม -การพัฒนาและจัดทำฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 -พัฒนาระบบการฝาก-ถอนขอคืน (Deposit-Refund Systems) -พัฒนานโยบายทั่วไปของภาครัฐ

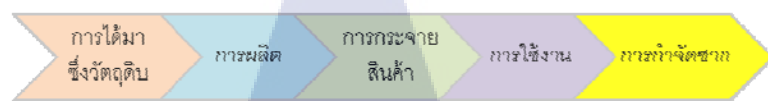
ตารางที่ 2.1 การประยุกต์ใช้หลักการ LCA (ต่อ) [7]

ภาครัฐ (ต่อ)	-ใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อสนับสนุนเงินทุน หรือการจัดทำโครงสร้าง ภาษีอากร
องค์กรเอกชน	-เป็นข้อมูลเพื่อเผยแพร่ต่อผู้บริโภค -เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการประชุม/สัมมนาในเวทีสาธารณะ -ใช้เป็นข้อมูลเพื่อกระตุ้นภาคเอกชนและรัฐบาลในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม
ผู้บริโภค	-ใช้ข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

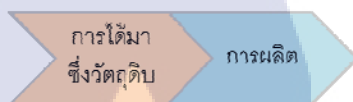
2.1.2 หลักการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในรูปแบบค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO₂) เป็น 1 ใน 6 สารที่จัดเป็นสารที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เพราะถูกจัดเป็นก๊าซเรือนกระจก ก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) [4] ในการวิจัยฉบับนี้จะเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในรูปแบบของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent: CO₂e) เป็นค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) โดยค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [4]

การประเมินปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์อาศัยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยการพิจารณาแผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซาก โดยขั้นตอนนี้มีเป้าหมายเพื่อจำแนกรายการวัตถุดิบทั้งหมด กิจกรรมและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ การจัดทำแผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ [1] ดังรูปที่ 2.4



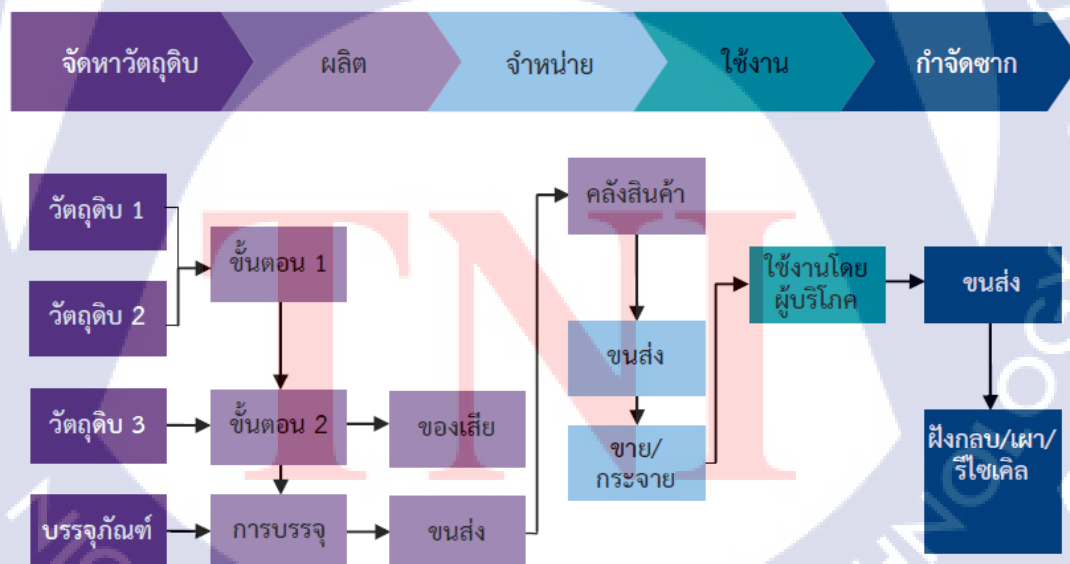
แผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์
แบบ Business-to-Consumer (B2C)



แผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์
แบบ Business-to-Business (B2B)

รูปที่ 2.4 แผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ [1]

การสร้างแผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณปริมาณ CO₂e ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ ดังนี้ การวิเคราะห์รายการวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต ของเสียที่เกิดขึ้น มีการแจกแจงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์และสัดส่วนการใช้ มีการแจกแจงรายการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการบริโภค [1] โดยแจกแจงในทุกกระบวนการดังรูปที่ 2.5



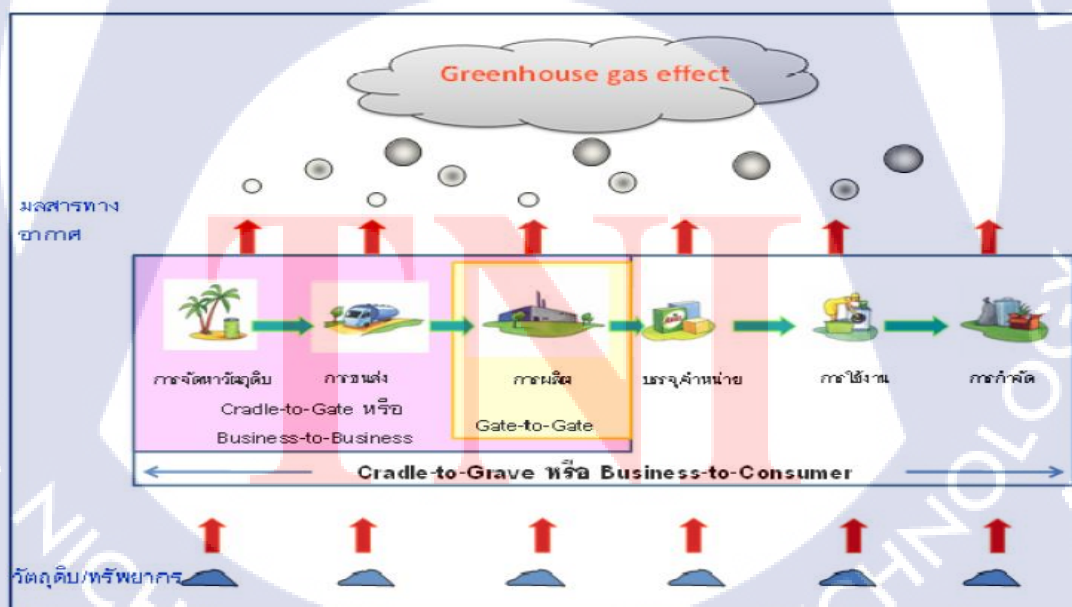
รูปที่ 2.5 แผนผังการผลิตอย่างง่ายของผลิตภัณฑ์ [1]

การประเมินปริมาณ CO₂e จำเป็นต้องมีการกำหนดขอบเขตการประเมินเพื่อเป็นการจำกัดกรอบในการประเมิน ในงานวิจัยครั้งนี้อาศัยประยุกต์ขอบเขตการกำหนดขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งแบ่งขอบเขตออกเป็น 2 รูปแบบ [1] คือ

(1) การกำหนดขอบเขตแบบ Business-to-Consumer (B2C) : เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ ซึ่งเรียกว่า การประเมินแบบ Cradle-to-Grave

(2) การกำหนดขอบเขตแบบ Business-to-Business (B2B) : เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึง ณ หน้าโรงงาน พร้อมส่งออก หรือจนถึงที่เป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่องตามที่กำหนดในข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งเรียกว่า การประเมินแบบ Cradle-to-Gate

จากรูปแบบการกำหนดขอบเขตที่กล่าวข้างต้น งานวิจัยฉบับนี้เป็นการประยุกต์การกำหนดขอบเขตแบบ Business-to-Business (B2B) หรือ Cradle-to-Gate ให้เป็นการจำกัดขอบเขตให้แคบขึ้นโดยศึกษาใน Gate-to-Gate หรือมุ่งเน้นที่กระบวนการผลิตภายในโรงงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการ รูปแบบการกำหนดขอบเขตการประเมินแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปแบบการกำหนดขอบเขตการประเมิน [1]

ดังนั้นเมื่อสามารถระบุขอบเขตสำหรับการประเมิน โดยระบุขอบเขตเป็น Gate-to-Gate เพื่อจำกัดกรอบในการคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) ซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ CO_2e คือ ผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต [1] ดังความสัมพันธ์ด้านล่าง

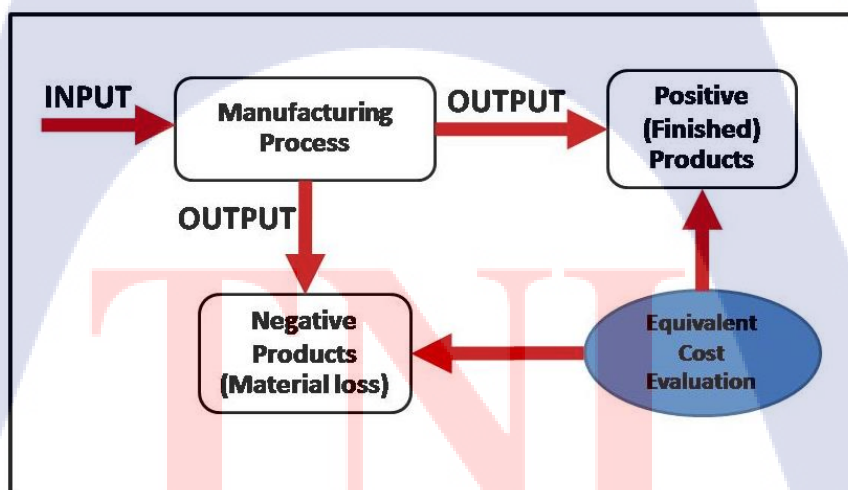
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจาก กิจกรรมใดๆ (kgCO_2e)	= ข้อมูลกิจกรรม (หน่วย)	x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของแต่ละกิจกรรม ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{หน่วย}$)
---	----------------------------	---

การคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า กล่าวถึงประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าได้แก่ พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่างๆ หรือสำหรับการเตรียมกระบวนการ สินค้าทุน (เครื่องจักร อุปกรณ์ และอาคารสิ่งปลูกสร้างที่ใช้ในวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์) สำนักงาน การวิจัยและพัฒนา การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพ และกรณีที่ไม่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกบางชนิด ให้พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภท คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออกที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาคำนวณแทน สำหรับวัตถุดิบหรือสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหรือหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้คำนวณได้ให้นำค่าการปล่อยก๊าซสูงสุด (Highest Emission Factor) ของวัสดุหรือสารขาออก ในรายการข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในกลุ่มเดียวกันแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตนั้นๆ มาคำนวณแทน [4]

2.1.3 หลักการวิเคราะห์การจัดทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA)

เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ถูกจัดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การจัดการสิ่งแวดล้อม : บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ มอก.14051-2556 (ISO 14051:2011 Material Flow Cost Accounting: MFCA) มาตรฐานนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอกรอบในการจัดทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ซึ่งเป็นเครื่องมือการจัดการที่ช่วยให้องค์กรเกิดความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการใช้วัสดุและพลังงานที่จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมและการเงิน ทั้งยังช่วยหาวิธีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมและการเงินจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงาน การพัฒนาแบบจำลองการไหลของวัสดุที่มีการติดตามและวัดปริมาณการไหลของวัสดุและวัสดุคงเหลือนับเป็นหน่วยทางกายภาพ พลังงานสามารถนับเป็นวัสดุหรือแยกรายงานเชิงปริมาณต่างหากโดยวิธีใดวิธีหนึ่งในบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ เป็นประโยชน์ที่จะสะท้อนและช่วยส่งเสริมการใช้วัสดุและพลังงานให้มีความโปร่งใสมากขึ้น บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

เป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญประเภทหนึ่งของบัญชีการจัดการสิ่งแวดล้อม และถูกออกแบบมาเพื่อใช้ภายในสถานประกอบการใดสถานประกอบการหนึ่ง (Single Facility or Organization) แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถขยายไปยังสถานประกอบการหลายสถานประกอบการ (Multiple Organizations) ภายในห่วงโซ่อุปทานเดียวกัน เพื่อช่วยให้สามารถพัฒนาระบบบูรณาการเพื่อใช้วัสดุและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ [5] ประเด็นสำคัญสำหรับบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุจะเป็นการเน้นการเปรียบเทียบต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียวัสดุ กล่าวคือ บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสามารถใช้แสวงหาแนวทางในการลดการใช้วัสดุและ/หรือการสูญเสียวัสดุ ช่วยในการปรับปรุงการใช้วัสดุและพลังงานให้มีประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงลบและต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุมีขอบข่ายเพื่อเป็นการจัดทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุการติดตามและวัดปริมาณนับเป็นหน่วยทางกายภาพ (Physical Units) ของการไหลรวมถึงจำนวนของวัสดุต่างๆ และต้นทุนเกี่ยวกับการไหลของวัสดุต้องมีการประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการแสวงหาโอกาสในการเพิ่มผลประกอบการและลดผลกระทบด้านลบของสิ่งแวดล้อมลง ดังนั้น MFCA มีวัตถุประสงค์หลักในการจำแนก ชั่งความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ระบบ หรือเทคโนโลยีการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพหรือสามารถพัฒนาให้ดีขึ้น โดยพิจารณาที่ปริมาณผลผลิตที่ได้เทียบกับปริมาณวัตถุดิบที่นำเข้า ตามหลักการบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 The Concept of Material Flow Cost Accounting [8]

ประเด็นสำคัญของหลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุไม่ได้อยู่ที่การหาแนวทางการลดต้นทุนเท่านั้น แต่ข้อมูลของต้นทุนนี้จะนำไปใช้สำหรับการตัดสินใจของฝ่ายบริหารสำหรับการลงทุนที่เป็นส่วนความสูญเสียของวัสดุที่ไม่เกิดมูลค่าที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบ หากสามารถ

ลดความสูญเสียของวัสดุนี้ได้ ย่อมหมายถึงปริมาณวัสดุที่เข้าสู่กระบวนการผลิตก็จะลดลง ส่งผลให้ของเสียจากกระบวนการจะลดลงตามไปด้วย

2.1.3.1 ส่วนประกอบสำคัญของบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

โดยทั่วไปองค์ประกอบของบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุแยกย่อยเป็นองค์ประกอบสำหรับพิจารณาได้เป็น 3 องค์ประกอบ คือ

(1) องค์ประกอบ 1 พิจารณาวัตถุติบที่แยกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า (Positive Products) และสินค้าที่ไม่เกิดมูลค่าที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบหรือของเสีย (Negative Product)

(2) องค์ประกอบ 2 พิจารณาการไหลของทรัพยากรที่ป้อนเข้าไป และปล่อยออกมาทั้งที่มีมูลค่าและไม่เกิดมูลค่า (ของเสีย) โดยรวมการไหลของทั้งวัตถุดิบและพลังงานเข้าไปในสายกระบวนการผลิต

(3) องค์ประกอบ 3 พิจารณาด้านต้นทุน โดยหลักการคำนวณต้นทุนแบ่งออกเป็น 4 ประเภท นั่นคือ ค่าวัสดุ (Material Costs) ค่าพลังงาน (Energy Costs) ค่าระบบ (System Costs) และค่าขนส่งและค่ากำจัด (Waste Management Costs)

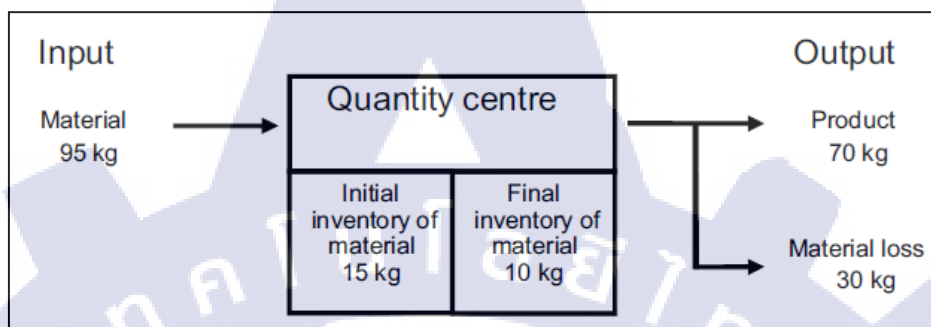
ส่วนประกอบสำหรับบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุที่กล่าวไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การจัดการสิ่งแวดล้อม : บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ มอก.14051-2556 ได้แยกออกเป็น 4 ส่วนประกอบหลัก [5] ดังนี้

(1) Quantity Centre คือ ส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตที่เลือก เพื่อใช้วัด Input และ Output ทั้งทางกายภาพและทางการเงิน Quantity Centre มีประโยชน์ที่เป็นหน่วยพื้นฐานสำหรับกิจกรรมการรวบรวมข้อมูลภายใต้วิธีการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน นั่นคือ ส่วนแรกคือการไหลของวัสดุและการใช้พลังงานที่เป็นเชิงปริมาณในแต่ละ Quantity Centre ส่วนที่สองคือ ข้อมูลต้นทุนวัสดุ ต้นทุนพลังงานต้นทุนด้านระบบและต้นทุนเกี่ยวกับการจัดการของเสีย

(2) Material Balance คือการทำสมดุลวัสดุที่ป้อนเข้า (Input) และส่งออก (Output) ในแต่ละ Quantity Centre วัสดุที่ส่งออกมาจะต้องแยกออกเป็นผลิตภัณฑ์และของเสียที่เกิดจากกระบวนการอย่างชัดเจน และต้องแสดงถึงวัสดุที่อยู่ใน Quantity Centre ที่จัดเป็นสินค้าคงคลังในแต่ละ Quantity Centre ในระยะเวลาหนึ่งที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลง หมายถึงส่วนต่างของสินค้าคงคลังเริ่มต้น (Initial Inventory) และสินค้าคงคลังสุดท้าย (Final Inventory)

ตัวอย่างการทำสมดุลวัสดุในหน่วย Quantity Centre ในหน่วยเดียวแสดงดังรูปที่ 2.8 จากตัวอย่างภายใน Quantity Centre ที่ต้องทำสมดุลวัสดุจะระบุวัสดุป้อนเข้าเป็นเชิงปริมาณ (Input) และปริมาณวัสดุที่ส่งออก (Output) ซึ่งต้องแยกออกอย่างชัดเจนในส่วนของผลิตภัณฑ์และ

วัสดุที่สูญเสียซึ่งหมายถึงของเสียจากกระบวนการและยังต้องรวมถึงวัสดุคงคลังเริ่มต้นจนถึงวัสดุคงคลังสุดท้ายที่เหลือใน Quantity Centre กล่าวคือจุดสำคัญสำหรับการทำสมดุลวัสดุคือ จะต้องแสดงให้เห็นได้ชัดเจนถึงปริมาณวัสดุป้อนเข้าต้องมีปริมาณเท่ากับวัสดุที่ส่งออก รูปที่ 2.8 เป็นเพียงการทำสมดุลวัสดุที่ป้อนเข้าและปล่อยออก โดยไม่ได้รวมถึงพลังงานที่ใช้



รูปที่ 2.8 Material Balance in a Quantity Centre [5]

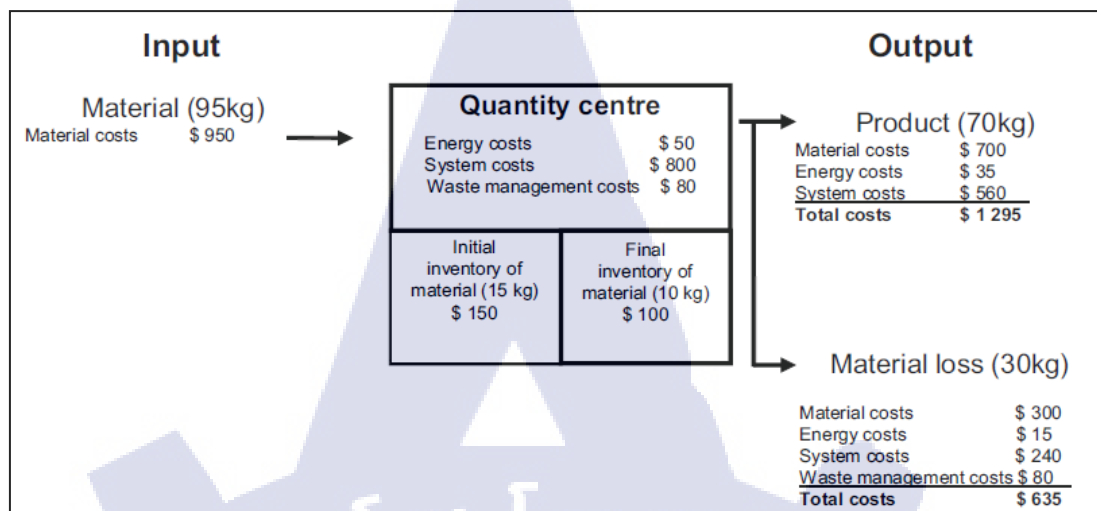
(3) Cost calculation คือการคำนวณเกี่ยวกับการเงินหรือต้นทุน โดยพิจารณาจากข้อมูลการไหลของวัสดุแปลงมาเป็นหน่วยเกี่ยวกับด้านการเงินที่จะเป็นข้อมูลช่วยสำหรับการตัดสินใจเลือกที่จะปรับปรุงสิ่งแวดล้อมหรือการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดต้นทุน สำหรับต้นทุนที่ได้ระบุไว้สำหรับการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- ต้นทุนวัสดุ (Material Costs) คือ มูลค่าของวัสดุที่ป้อนเข้ากระบวนการ ในส่วนนี้หมายรวมถึงต้นทุนพลังงาน (Energy Costs) คือ มูลค่าของพลังงานที่ใส่เข้าไปในกระบวนการรวมไว้ด้วยกันในการไหลของวัสดุ (Material Flow)

- ต้นทุนระบบ (System Costs) คือ มูลค่ารวมของค่าจ้างคนงาน ค่าเสื่อมราคาค่าบริหารจัดการ

- ต้นทุนด้านขนส่งและค่ากำจัด (Waste Management Costs) คือ มูลค่าของค่ากำจัด หรือค่ากำจัดของเสียรวมค่าขนส่ง

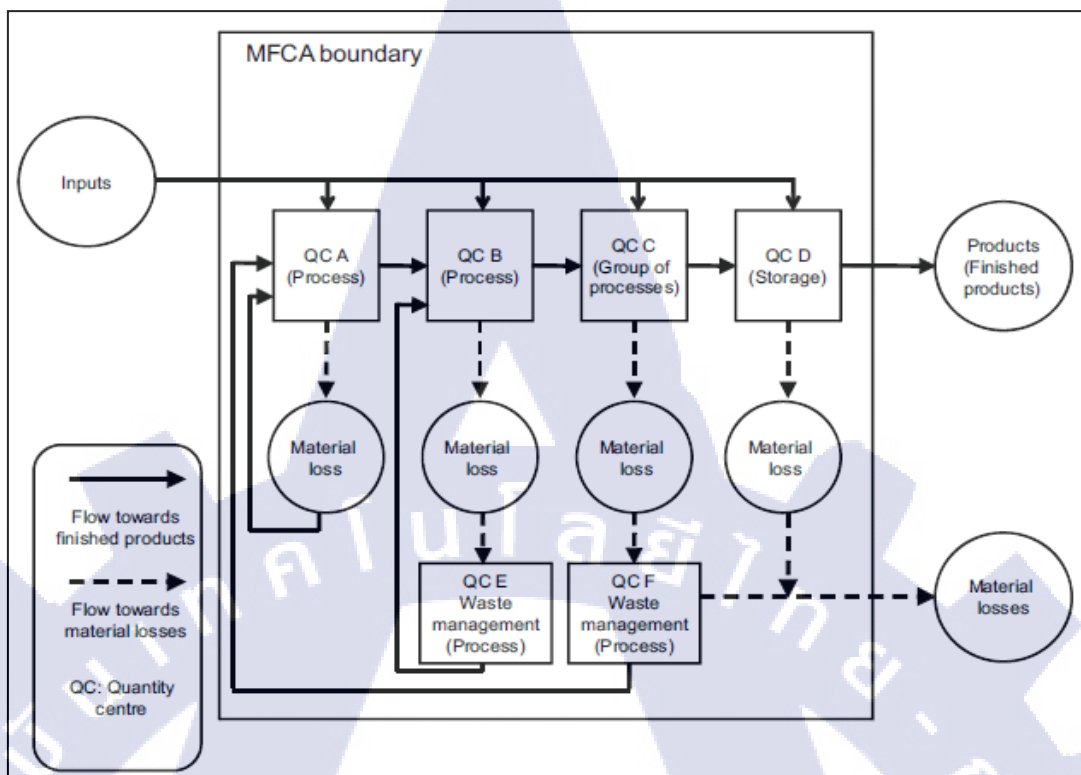
การระบุต้นทุนแต่ละประเภทในการไหลของวัสดุแสดงดังรูปที่ 2.9 เป็นการระบุต้นทุนแต่ละประเภทใน Quantity Centre ซึ่งแยกให้เห็นอย่างชัดเจนทั้งหน่วยเชิงปริมาณและส่วนที่เกี่ยวข้องด้านการเงิน ตั้งแต่เริ่มป้อนเข้าจนถึงส่งออก



รูปที่ 2.9 Cost Calculation in a Quantity Centre [5]

เพื่อให้การวิเคราะห์ต้นทุนมีความแม่นยำถูกต้อง ต้นทุนทั้งหมดจะต้องคำนวณจากข้อมูลที่มีอยู่แต่ละ Quantity Centre และแต่ละการไหลของวัสดุ ทางที่ดีควรจะมีการประเมินโดยขั้นตอนการจัดสรรต้นทุน และการคำนวณต้นทุนระหว่าง Quantity Centre พิจารณาโดยยกยอดวัสดุที่ส่งออก (Output) จาก Quantity Centre แรก เป็นวัสดุป้อนเข้า (Input) สำหรับ Quantity Centre ต่อไป และต้องอธิบายถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเกี่ยวกับการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในรูปของวัสดุป้อนเข้าภายในขอบเขตการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุนั้น

(4) Material Flow Model คือการจำลองแบบการไหลของวัสดุ สำหรับการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุนี้จะระบุกระบวนการผลิต การนำกลับมาใช้ใหม่ และรวมถึงระบบต่างๆ ไว้ในผังการไหลอย่างชัดเจน ซึ่งจะประกอบด้วย Quantity Centre หลายๆหน่วยประกอบอยู่ในผังการไหล ตัวอย่างการแสดงขอบเขตการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (MFCA Boundary) แสดงดังรูปที่ 2.10 ผังการไหลแบ่งสายการไหลของวัสดุที่ป้อนเข้าและส่งออกเป็นผลิตภัณฑ์ (Finished Products) ออกจากสายการไหลของวัสดุที่ส่งออกไปเป็นของเสียจากกระบวนการ (Material Losses) เพื่อง่ายต่อการพิจารณาหาแนวทางปรับปรุงให้ของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุด

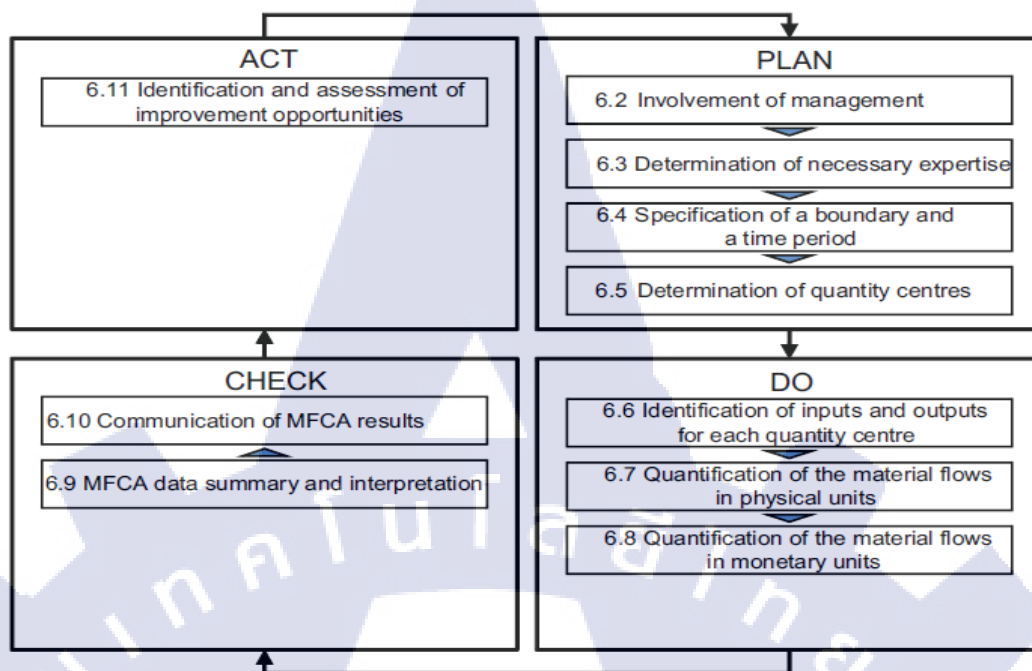


รูปที่ 2.10 Material Flow Model for a Process Within the MFCA Boundary [5]

กล่าวโดยสรุปคือโครงสร้างทั่วไปของวิธีการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุมีโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกับโครงสร้างวิธีการ Material Flow Management ที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนนั่นคือ การออกแบบโครงสร้างการไหล (Flow Structure Modeling) การพิจารณาปริมาณของการไหล (Quantification of Flows) และการประเมิน (Evaluation) แต่วิธีการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุระบุทั้งปริมาณทางกายภาพและต้นทุนเข้าไปในแต่ละกระบวนการย่อย ผลการคำนวณด้วยวิธีการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุแสดงให้เห็นถึงความสูญเสียที่ซ่อนอยู่ เพราะแยกคิดต้นทุนเป็นแต่ละกระบวนการย่อย (Sub-item) ของต้นทุนระบบ (System Cost) จึงง่ายต่อการหาจุดที่จะปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในส่วนที่เกิดขึ้น

2.1.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสามารถใช้แสวงหาแนวทางในการลดการใช้วัสดุและ/หรือการสูญเสียวัสดุ ช่วยในการปรับปรุงการใช้วัสดุและพลังงานให้มีประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงลบและต้นทุนที่เกี่ยวข้องโดย ISO14051 ได้อธิบายถึงลำดับขั้นตอนการดำเนินการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสามารถใช้หลัก PDCA Cycle เป็นแนวทางร่วมกันดังรูปที่



รูปที่ 2.11 PDCA Cycle for MFCA Implementation [5]

การดำเนินการแต่ละขั้นตอนโดยอาศัยหลักการของ PDCA Cycle สำหรับการดำเนินการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- (1) Plan เริ่มต้นพิจารณาที่ความตระหนัก ความสามารถในการยอมรับภายในองค์กรที่จะเริ่มดำเนินการด้วยวิธีการ MFCA ซึ่งจะต้องได้รับการมีส่วนร่วมจากฝ่ายบริหาร พิจารณาวิเคราะห์แยกหน่วยกระบวนการย่อยออกมา
- (2) Do เมื่อทราบกระบวนการย่อยที่อยู่ในกระบวนการผลิตต้องระบุ Input-Output ของแต่ละกระบวนการย่อย ทำการระบุปริมาณและต้นทุนของวัตถุดิบบนผังการไหลของวัสดุ (Material Flow) ในแต่ละกระบวนการย่อย
- (3) Check เก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ตีความเพื่อตรวจสอบข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากการทำสมดุลมวลสาร (Material Balance) พิจารณาการไหลของวัตถุดิบ (Material Flow) และพิจารณาที่ต้นทุนของแต่ละกระบวนการย่อย
- (4) Act ข้อมูลที่ได้จากการทำตามขั้นตอนและวิธีการต่างๆของวิธีการ MFCA จะทำให้เห็นกระบวนการที่เกิดสินค้าที่ไม่เกิดมูลค่าที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าลบหรือของเสีย (Negative Product) ขั้นตอนสุดท้ายนี้จะเป็นการประเมินโอกาสในการปรับปรุงจุดนั้น เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น

2.2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ ได้มีการสรุปสาระสำคัญ ระเบียบการที่น่าสนใจ และประเด็นที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานแสดงดังตารางที่ 2.2



















ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Raugei [9]	จากการศึกษางานวิจัยฉบับนี้ พบว่ามีการนำหลักการ LCA ไปใช้วิเคราะห์กระบวนการขึ้นรูปโดยใช้ความร้อนในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เพื่อปรับปรุงกระบวนการและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการปรับปรุงกระบวนการ HFQ (Heat Treatment, Forming and In-Die Quenching Process) จากกรณีศึกษา มุ่งประเด็นความสำคัญการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดตั้งแต่การผลิตลูมินีเยม ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของวัตถุอันตราย จนถึงการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยส่งผลกระทบต่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก ไอระเหยที่เป็นกรด และความ เป็นพิษต่อมนุษย์ โดยระบุตัวชี้วัดดังนี้ Cumulative Energy Demand (CED), Global Warming Potential (GWP), Acidification Potential (AP) และ Human Toxicity Potential (HTP) จากผลวิจัยพบว่ามีแนวโน้มลดลงหลังการปรับปรุง	1. การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) 2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลจริงจากแหล่งผลิต (Foreground Data) และข้อมูลพื้นฐาน (Background Data) รวมถึงวิธีการคำนวณ	1. การพิจารณากระบวนการย่อยโดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 2. วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกใช้ข้อมูล

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Boesch [10]	จากการศึกษางานวิจัยฉบับนี้ เป็นการประยุกต์ใช้หลักการ LCA สำหรับการออกแบบกระบวนการ MSWIs (Municipal Solid Waste Incinerators) ร่วมกับเทคโนโลยีใหม่สำหรับการกู้คืนโลหะจากการพัฒนากระบวนการเผาไหม้สารตกค้าง กรณีศึกษาที่กล่าวถึงในงานวิจัยฉบับนี้เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สวิตเซอร์แลนด์โดยการวิเคราะห์จากการเผาขยะมูลฝอยของเทศบาล และใช้หลักการ LCA สำหรับ Swiss Technology ผสมกับ MSWIs และการกู้คืนโลหะจากการเผาขยะจากตะกรันและเถ้าลอย บทสรุปคือ พลังงานที่ใช้สำหรับการเผาไหม้ลดลง การปล่อยมลพิษ (CO_2)สู่สิ่งแวดล้อมน้อยลง ซึ่งปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยออกมาแต่ละพื้นที่ย่อมไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของของเสียสำหรับเทคโนโลยีการกู้คืนโลหะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับจัดทำเป็นกฎระเบียบสำหรับกำหนดปริมาณโลหะที่สามารถปนเปื้อนในตะกรันสำหรับฝังกลบ	1. การแยกกระบวนการย่อยโดยหน้าที่และขอบข่ายการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 2. การสร้างแบบจำลองกระบวนการสำหรับการเผาของเสีย (Process Model of Waste Incineration) 3. การสร้างแบบจำลองของระบบรอกก๊าซไอเสีย (Modeling of Flue Gas Purification Systems) 4. การกู้คืนพลังงานและวัสดุ (Energy and Material Recovery) 5. การกำจัดของแข็งที่หลงเหลือจากกระบวนการเผาไหม้ (Disposal of Solid Combustion Residues)	1. หลักการพิจารณากระบวนการย่อยสำหรับขอบข่ายของผลิตภัณฑ์ 2. หลักการสร้างแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์ 3. แนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลองสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Fakoya [11]	จากการศึกษางานวิจัยฉบับนี้ วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยคือ เพื่อต้องการบูรณาการระบบ EPR (Enterprise Resource Planning) และ MFCA (Material Flow Cost Accounting) เพื่อจัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับของเสียสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจพิจารณาของเสีย กรณีศึกษาที่ใช้วิเคราะห์และเก็บข้อมูลคือ โรงงานผลิตเบียร์แถบแอฟริกาใต้ เมื่อนำระบบ ERP และ MFCA ใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์พบว่า ช่วยลดข้อผิดพลาดของการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนด้านการจัดการของเสียและเพิ่มข้อมูลที่ีดีสำหรับการตัดสินใจปรับปรุงการลดของเสียในกระบวนการ	1. หลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (MFCA: Material Flow Cost Accounting) 2. หลักการวางแผนการจัดการทรัพยากรองค์กร (Enterprise Resource Planning) 3. หลักการสัมภาษณ์เชิงลึกด้วยการใช้คำถามแบบเปิด (In-Depth Interviews with Open-Ended Question) 4. เทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Technique)	1. แนวทางการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ 2. การวิเคราะห์แผนผังการไหลของวัสดุ 3. หลักการคำนวณต้นทุน และการพิจารณาต้นทุนแต่ละระบบ

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Felice [12]	จากการศึกษางานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการบูรณาการวิธีการที่แตกต่างกันและทฤษฎีที่จำเป็นของ LCA และ MCDA(Multi Criteria Decision Analysis) มารวมเข้าด้วยกัน เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบง่ายต่อการใช้งานและได้ผลที่มีประโยชน์ที่สุด กรณีศึกษากล่าวถึงอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ใช้หลักการ LCA ทั่วไปคือ Cradle to Grave แต่สำหรับกรณีนี้ใช้หลักการ Cradle to Gate แยกการประเมินความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมเป็น 3 ชนิดคือ ด้านสุขภาพของมนุษย์ คุณภาพของระบบนิเวศน์ และแหล่งทรัพยากร จากประเด็นสำคัญที่ได้คือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ได้รับผลกระทบโดยตรงจากคุณสมบัติด้านสิ่งแวดล้อมของวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึงผลกระทบจากกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนและการรีไซเคิล วิธีการที่รวม LCA-ANP เป็นวิธีการใหม่ที่รวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ไว้เป็นฐานข้อมูลง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์และตัดสินใจ	1. การประเมินด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการ LCA แบ่งเป็น 3 Steps คือ Step 1 = LCA Analysis Characterizing. Step 2 = Key Performance Indicators Estimation Step 3 = Optimization of Energy Consumption. 2. การประเมินความเป็นไปได้ในทางเทคนิค โดยสร้างเป็นแบบจำลอง ANP (Analytic Network Process) ซึ่งจัดเป็น Step 4 = Multi Criteria Analysis ที่นิยมใช้มากคือ MCDA Technique	1. แนวทางการประเมินผลทางด้านเศรษฐกิจ 2. แนวทางการจำกัดขอบเขตตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 3. แนวทางการพิจารณากระบวนการย่อยตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Passarini [13]	จากการศึกษางานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำหลักการ LCA ประยุกต์ใช้สำหรับการประเมินความเกี่ยวข้องที่อาจเกิดจากวิวัฒนาการองค์ประกอบของของเสียในการบำบัดขั้นท้ายสุดของวัฏจักร วัตถุประสงค์สำหรับงานวิจัยฉบับนี้เพื่อต้องการให้เข้าใจผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของการบำบัด ASR (Automotive Shredder Residue) ซึ่งเป็นของเสียที่เหลือหลังจากการย่อย ELVs (End-of-Life Vehicles) ASR เป็นของเสียที่ซับซ้อนเพราะมันถูกสร้างขึ้นมาจากวัสดุที่แตกต่างกันและด้วยความที่มีสมบัติทางกายภาพที่ซ้อนทับกันส่งผลให้ขัดขวางต่อกระบวนการแยก นอกจากนี้ยังรวมถึงผลของการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องและมีการปรับปรุงตลอดเวลาที่ส่งผลให้องค์ประกอบในของเสียแตกต่างกัน จึงเป็นแนวทางในอนาคตให้ออกแบบรถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากจะได้ลดส่วนที่เหลือที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลงไปด้วย	1.หลักการประเมิน LCA การทำ LCA Model	1. แนวทางการวิเคราะห์โดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 2. แนวทางการสร้างแผนผังการไหลผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Gaidajis [14]	วัตถุประสงค์หลักสำหรับงานวิจัยฉบับนี้คือการประเมินศักยภาพระบบการรีไซเคิลที่เฉพาะเจาะจงสำหรับไส้กรองน้ำมันรถยนต์ที่ใช้แล้ว เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทุกขั้นตอนของวัฏจักรผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษาที่ใช้สำหรับการวิจัยฉบับนี้เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสถานการณ์ของเสียที่เป็นไส้กรองน้ำมันที่ใช้แล้ว (UOFs: Used Oil Filters) ในกรีซ โดยใช้หลักการ LCA เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ สำหรับสถานการณ์ของเสียที่มาจากโอกาสที่เกิดขึ้นได้มากที่สุดสำหรับการรีไซเคิล ซึ่งผลสรุปสถานการณ์จัดการของเสียที่เกิดจากการรีไซเคิลไส้กรองน้ำมันรถยนต์ที่ใช้แล้ว แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 1. Green คือสามารถรีไซเคิลได้สูงสุด 2. Medium คือแทรกซึมได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษช่วย 3. Brown คือสามารถฝังกลบ	1. การประเมินวัฏจักร (Life Cycle Assessment) การศึกษาหลักการ การวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ 2. ข้อสมมติฐาน และข้อจำกัด (Assumptions and Limitations)	1. แนวทางการวิเคราะห์โดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 2. แนวทางการวิเคราะห์กระบวนการย่อย

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Sygulla [15]	จากการศึกษางานวิจัยฉบับนี้ พบว่าวัตถุประสงค์หลัก คือ การออกแบบโดยการบูรณาการสายโซ่กระบวนการผลิตเพื่อลดความต้องการใช้ทรัพยากรและลดการสูญเสียทรัพยากรที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการ โดยทรัพยากรในที่นี้หมายถึงวัตถุดิบและพลังงานโดยวิธีการ MFCA สามารถที่จะให้ข้อมูลที่ทำให้บริษัทเพิ่มขีดความสามารถในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นและมีการสูญเสียลดน้อยลง และส่งผลดีต่อการประเมินการปรับปรุงค่าใช้จ่ายในการพัฒนากระบวนการที่มีประสิทธิภาพและการเลือกใช้เทคโนโลยีข้อดีของ MFCA คือเหมาะกับโรงงานที่ไม่มีความซับซ้อน และเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดของเสียมากจึงจะทำให้เห็นผลสำเร็จของการนำวิธีการ MFCA มาใช้สำหรับข้อด้อยคือกระบวนการที่มีความซับซ้อนการพิจารณากระบวนการย่อยจะเป็นสิ่งที่ยุ่งยากและอาจจะได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง	1.การจัดการแผนการไหลของวัสดุ (Material Flow Management) การสร้างแบบจำลองการจัดการผังการไหล การประเมินแต่ละ Phase และวิธีการคำนวณต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป 2.การทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (Material Flow Cost Accounting) หลักการทำสมดุลวัสดุ (Material Balance) การทำสมดุลพลังงาน (Energy Balance) การคำนวณต้นทุนด้านต่างๆ และการสร้างแบบจำลองโดยระบุทั้งแผนการไหลของวัสดุและพลังงาน	1. แนวทางการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ตามหลักการ MFCA 2. การวิเคราะห์แผนผังการไหลของวัสดุ 3. หลักการคำนวณต้นทุน และการพิจารณาต้นทุนแต่ละระบบ

ตารางที่ 2.2 เอกสาร งานวิจัย และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ที่มา	สาระสำคัญ/ บทสรุป	ระเบียบวิธีการที่น่าสนใจ	ประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย
Nakano [16]	วัตถุประสงค์หลักสำหรับงานวิจัยฉบับนี้คือเพื่อต้องการออกแบบการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้ LCA และ SCCM (Supply Chain Collaboration Model) สำหรับประเมินประสิทธิภาพต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ผลจากการศึกษาพบว่า โครงการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์และการดำเนินกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคของ LCA และ MFCA จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจสำหรับคู่ค้าทางธุรกิจ และการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้หลักการของ LCA และ SCCM เป็นกรอบการทำงานที่มีประสิทธิภาพสำหรับการทำ Eco-Design	1.การบูรณาการกระบวนการวิเคราะห์ต้นทุนและการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 2.ขั้นตอนการวิเคราะห์กระบวนการการผลิต เช่น การวิเคราะห์แผนการไหลวัสดุ การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) การทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (MFCA) และการระบุปัญหาที่มีนัยสำคัญ 3.โครงการที่ช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ 4.การเลือกข้อมูลที่ใช้ร่วมกัน	1. แนวทางการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ตามหลักการ MFCA 2. แนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ 3. หลักการคำนวณต้นทุน และการพิจารณาต้นทุนแต่ละระบบ 4.หลักการพิจารณากระบวนการย่อย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตหนังเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์ โดยการผลิตจากหนังธรรมชาติที่ได้มาจากหนังวัวฟอกสี แล้วนำเข้าสู่กระบวนการเคลือบสีโดยการพ่นสี และอัดขึ้นลายจนถึงกระบวนการตัดขึ้นตามแบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หนังเคลือบสีอัดขึ้นลายสีดำและผ่านกระบวนการตัดขึ้นรวมทั้งมีการเจาะรูตามแบบ เป็นการศึกษากระบวนการผลิตภายในขอบเขตของโรงงาน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์สำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์ เครื่องมือนี้นี้มีดังนี้

3.2.1 Life Cycle Assessment: LCA เครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการตามมาตรฐาน LCA สำหรับวิเคราะห์กระบวนการผลิตเพื่อประเมินปริมาณการปล่อยค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e)

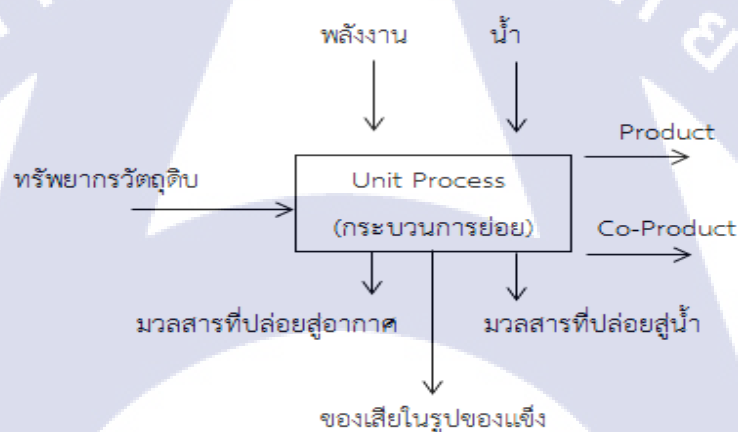
3.2.2 Material Flow Cost Accounting: MFCA เครื่องมือช่วยวิเคราะห์การทำให้ต้นทุนการไหลของวัสดุ โดยใช้หลักการตามมาตรฐาน MFCA วิเคราะห์หาจุดที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการใช้วัสดุและพลังงานที่จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมและการเงิน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) และเพื่อวิเคราะห์การทำให้ต้นทุนการไหลของวัสดุ โดยแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็น 2 กระบวนการหลักเพื่อเก็บข้อมูล คือ กระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide) และกระบวนการตัดขึ้น (Cut Parts) การเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มจากการสร้างแผนผังโครงสร้างกระบวนการผลิต โดยประยุกต์ใช้หลักการการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) และ MFCA ดังนี้

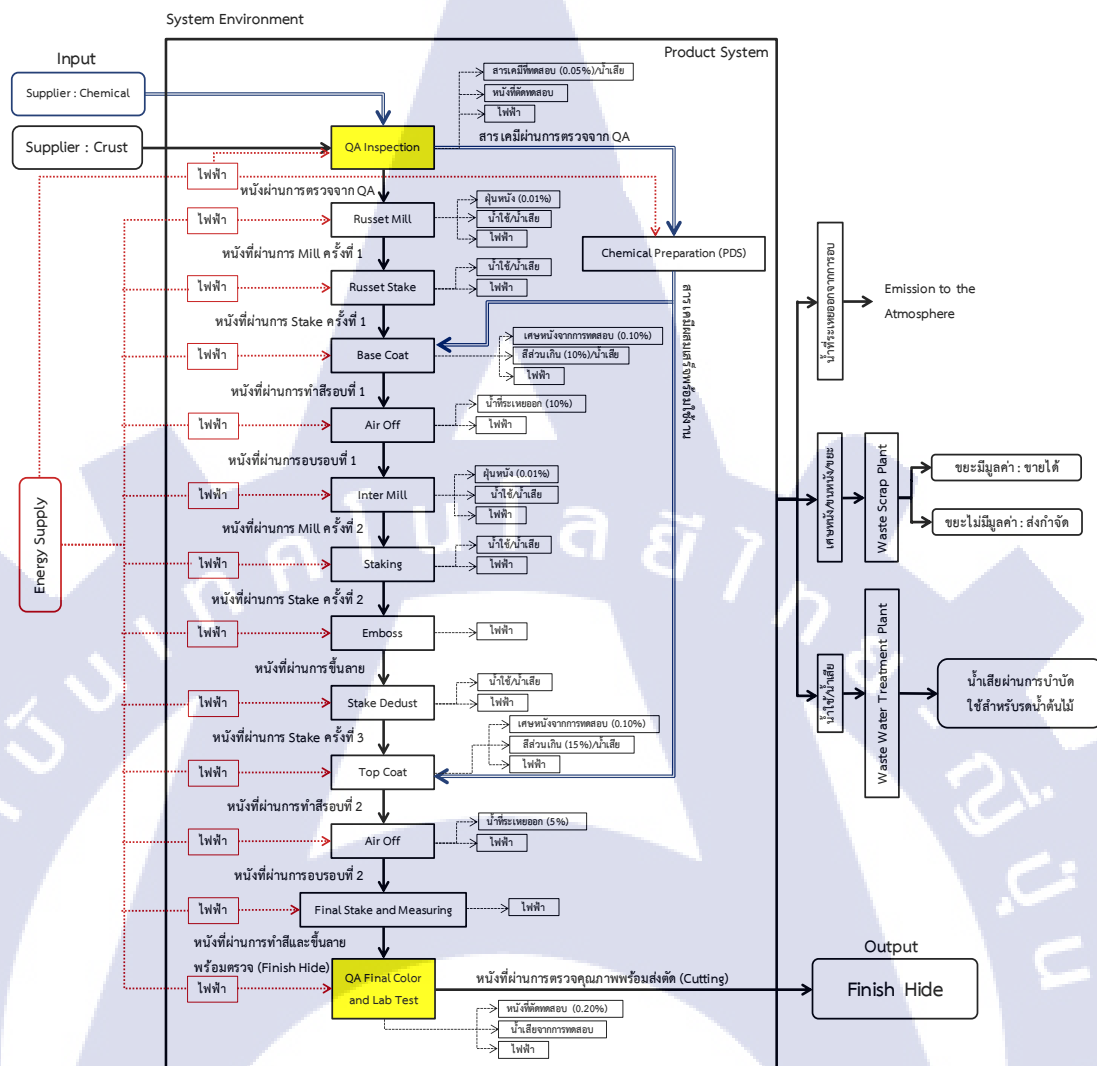
3.3.1. การประยุกต์ใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) เป็นกระบวนการวิเคราะห์และ

ประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งพิจารณาทุกกระบวนการที่ก่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเทคนิคของ LCA นั้นแตกต่างจากเทคนิคอื่น คือเป็นกระบวนการประเมินค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเน้นเชิงปริมาณ ส่งผลให้การศึกษา LCA มีความซับซ้อนมากกว่าเครื่องมือทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เพราะต้องทำการวิเคราะห์ตั้งแต่แหล่งกำเนิดของทรัพยากรที่นำมาใช้ไปจนถึงขั้นตอนการทำลายซากผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในทุกประเด็นที่เกิดขึ้น และให้ความสำคัญทั้งในเรื่องทรัพยากรที่สิ้นเปลืองไปและสารอันตรายที่ถูกปล่อยออกมา ทุกกิจกรรมที่อยู่ในกระบวนการผลิตจะถูกพิจารณาออกมาเป็นแต่ละกระบวนการย่อย (Unit Process) เพื่อประเมินถึงปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกแต่ละกระบวนการย่อย หลักการพิจารณาปริมาณสารขาเข้าและขาออกจากกระบวนการย่อยแสดงดังรูปที่ 3.1



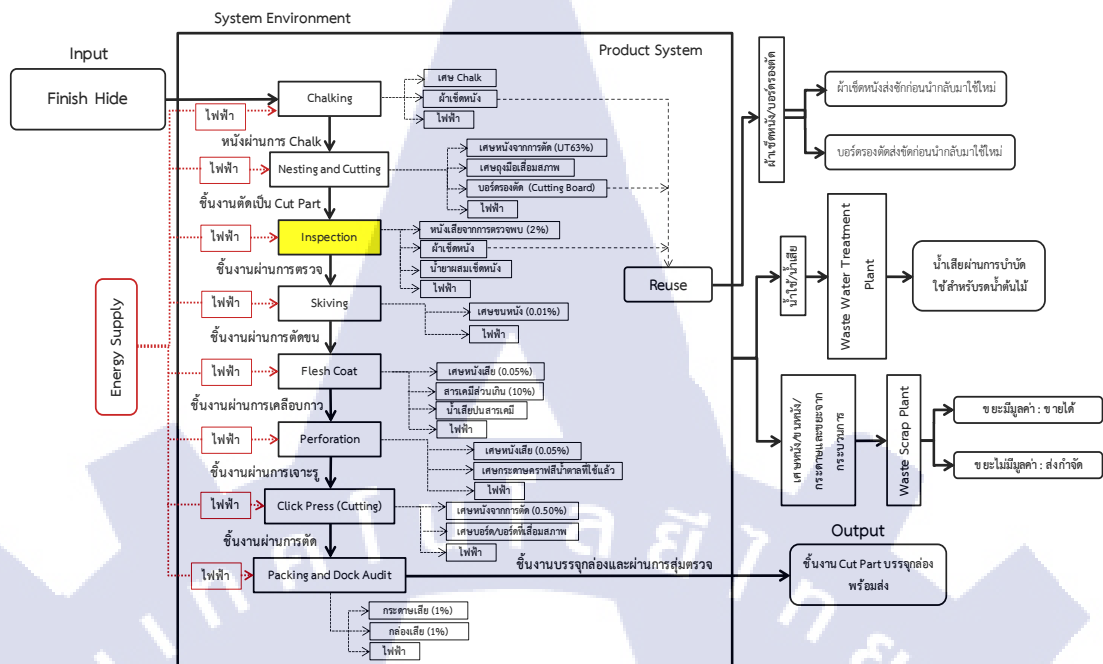
รูปที่ 3.1 สารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) สำหรับกระบวนการย่อย

แผนผังการไหลสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide) แสดงดังรูปที่ 3.2 ภายในแผนการไหลจะแสดงกระบวนการย่อยต่างๆ ตั้งแต่กระบวนการตรวจรับเข้าของหนังฟอกสี (Crust) และสารเคมี จนสิ้นสุดกระบวนการได้เป็นหนังเคลือบสีสำเร็จรูป (Finish Hide)



รูปที่ 3.2 แผนผังการไหลสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide)

เมื่อผ่านกระบวนการเคลือบสีจะได้หนังเคลือบสีสำเร็จรูป (Finish Hide) เพื่อส่งต่อเข้าสู่กระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) แผนผังการไหลสำหรับกระบวนการตัดชิ้นแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนผังการไหลสำหรับกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts)

เมื่อสร้างแผนผังการไหลสำหรับกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการจะแสดงถึงกระบวนการย่อยภายในเพื่อเป็นหน่วยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงการแบ่งแยกการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยต่างๆ โดยวิธีการกำจัดขึ้นอยู่กับประเภทของของเสีย

3.3.2. การประยุกต์ใช้หลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (Material Flow Cost Accounting: MFCA) ประเด็นสำคัญสำหรับการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุเป็นการเน้นการเปรียบเทียบต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียวัสดุ การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุจำเป็นต้องมีการทำแผนการไหลของวัสดุ เพื่อแยกวิเคราะห์หน่วยย่อย (Quantity Centre) การสร้างแผนผังโครงสร้างกระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสีแสดงดังรูปที่ 3.4 โดยรวมถึงหน่วยย่อยสำหรับการบำบัด/กำจัดของเสียที่เกิดจากหน่วยย่อยต่างๆ และกระบวนการตัดชิ้นแสดงแผนผังโครงสร้างดังรูปที่ 3.5 โดยอาศัยหลักการ MFCA สำหรับการสร้างแผนผังโครงสร้างการไหลของวัสดุในกระบวนการ





3.3.3. การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณสารขาเข้า (Input) และปริมาณสารขาออก (Output) แต่ละกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการผลิตหนังเคลือบสีจนถึงกระบวนการตัดชิ้น เมื่อสร้างแผนผังการไหลสำหรับกระบวนการผลิต โดยอาศัยหลักการ LCA และ MFCA ทำให้สามารถวิเคราะห์กระบวนการย่อย/หน่วยย่อยของการผลิตออกมาได้ โดยรายละเอียดปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออก มีการพิจารณาปริมาณสารขาออกแยกเป็นปริมาณสารขาออกที่จัดเป็นวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ (Product) ภายในที่เป็นปริมาณสารขาเข้ากระบวนการถัดไป (Intermediate Flows) และปริมาณสารขาออกที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (Non-Product) รวมถึงขยะ/ของเสีย (Waste) ที่เกิดจากกระบวนการนั้นๆ ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสีแสดงดังตารางที่ 3.1 ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide) และสำหรับข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี

Process: กระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finishing Process)				Product: หนังเคลือบสีสำเร็จรูป (Finish Hide)					
ปริมาณสารขาเข้า (Input)			กระบวนการย่อย/หน่วยย่อย (Unit Process)	ปริมาณสารขาออก (Output)					
				ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)			สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)		
Item	Quantity	Unit	QA Inspection	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
หนังฟอกสี 125 hides	537.06	kg		หนังฟอกสีผ่านการตรวจ(125hides)	536.25	kg	เศษหนังตัดทดสอบ (0.15%)	0.81	kg
สารเคมีที่เป็นวัตถุดิบ	158.00	kg		สารเคมีผ่านการตรวจสอบ	157.92	kg	สารเคมีที่ใช้ทดสอบ (0.05%)	0.08	kg
น้ำประปา	0.01	m ³					น้ำใช้/น้ำเสียเป็นเบสสารเคมี	0.01	m ³
ไฟฟ้า=150 min.	341.94	kw/hr					ไฟฟ้า	341.94	kw/hr
Item	Quantity	Unit	Russet Milling	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
หนังฟอกสี 125 hides	536.25	kg		หนังที่ผ่าน Milling (125hides)	536.20	kg	ไฟฟ้า (รวมเบส)	111.21	kw/hr
น้ำประปา เพิ่มความชื้น	0.05	m ³					น้ำเสีย/น้ำใช้	0.05	m ³
ไฟฟ้า=210 min.	108.50	kw/hr					ฝุ่นหนังในถังตก (0.01%)	0.05	kg
ลม (ขึ้นลม)=210 min.	2.71	kw/hr							
Item	Quantity	Unit	Russet Staking	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
น้ำประปา เพิ่มความชื้น	0.10	m ³		หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 1 (125hides)	536.20	kg	ไฟฟ้า (รวมเบส)	28.66	kw/hr
ไฟฟ้า=55 min.	27.96	kw/hr					น้ำเสีย/น้ำใช้	0.10	m ³
ลม (ขึ้นลม)=55 min.	0.70	kw/hr							
Item	Quantity	Unit	Chemical Preparation (PDS)	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
สารเคมีที่เป็นวัตถุดิบ (Pure Chemical Water Base)	157.92	kg		สารเคมีที่เตรียมจาก PDS (สีผสมแล้ว)	157.92	kg	เศษหนังจากการทดลองสี Pre-Match	0.54	kg
น้ำประปา	0.20	m ³					น้ำเสียเป็นเบสสารเคมีจากการล้าง	0.20	m ³
ไฟฟ้า=75 min.	8.50	kw/hr					ไฟฟ้า	8.50	kw/hr
เศษหนังสำหรับทดลอง Pre-Match (0.10%)	0.54	kg							

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (ต่อ)

Process: กระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finishing Process)			Product: หนังเคลือบสีสำเร็จรูป (Finish Hide)		
ปริมาณสารขาเข้า (Input)			กระบวนการย่อย/หน่วยย่อย (Unit Process)	ปริมาณสารขาออก (Output)	
			ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)	สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)	
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
สารเคมีที่เตรียมจาก PDS (สีผสมแล้ว)	128.82	kg	หนังที่ทำสีรอบที่ 1 (125hides)	651.06	kg
หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 1 และแบ่งออกไปทดสอบ Pre-Match	535.66	kg			
น้ำหล่อระบบ	2.00	m ³			
ไฟฟ้า=40 min.	170.90	kw/hr			
ลม (ปั๊มลม)=40 min.	4.26	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ไฟฟ้า=50 min.	433.33	kw/hr	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 1 (125hides)	639.47	kg
ลม (ปั๊มลม)=50 min.	10.81	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
น้ำเพิ่มความชื้น	0.05	m ³	หนังที่ผ่านการ Milling ครั้งที่ 2 (125hides)	639.42	kg
ไฟฟ้า=40 min.	20.67	kw/hr			
ลม (ปั๊มลม)=40 min.	0.52	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
น้ำเพิ่มความชื้น	0.10	m ³	หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 2 (125hides)	639.42	kg
ไฟฟ้า=55 min.	27.96	kw/hr			
ลม (ปั๊มลม)=55 min.	0.70	kw/hr	Item	Quantity	Unit
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ไฟฟ้า=135 min.	101.25	kw/hr	หนังที่ผ่านการขึ้นสาย (125hides)	639.42	kg
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
น้ำปะปะปา	0.10	m ³	หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 3 (125hides)	639.42	kg
ไฟฟ้า=55 min.	27.96	kw/hr			
ลม (ปั๊มลม)=55 min.	0.70	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
สารเคมีที่เตรียมจาก PDS	29.10	kg	หนังที่ทำสีรอบที่ 2 (125hides)	663.51	kg
น้ำปะปะปา	2.00	m ³			
ไฟฟ้า=30 min.	222.05	kw/hr			
ลม (ปั๊มลม)=30 min.	5.54	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ไฟฟ้า=50 min.	433.33	kw/hr	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 2 (125hides)	662.27	kg
ลม (ปั๊มลม)=50 min.	10.81	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ไฟฟ้า=75 min.	28.13	kw/hr	Finish Hide พร้อมส่งตัด (125hides)	662.27	kg
ลม (ปั๊มลม)=75 min.	0.65	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
Finish Hide (125 hides)	662.27	kg	Finish Hide ผ่านการตรวจพร้อมส่งตัด (125hides)	661.15	kg
สารเคมีสำหรับทดสอบ	0.03	kg			
น้ำปะปะปา	5.00	Liter			
ไฟฟ้า/แสงสว่าง	365.76	kw/hr			
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
			เศษหนังที่ทดสอบ (0.20%)	1.12	kg
			สารเคมีใช้ทดสอบ	0.03	kg
			น้ำใช้/น้ำเสียเป็นสารเคมี	5.00	Liter
			ไฟฟ้า	365.76	kw/hr

ตารางที่ 3.2 ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกสำหรับกระบวนการตัดชิ้น

Process: กระบวนการตัดชิ้น (Cutting Process)			Product: หนึ่งตัดชิ้นตามแบบ (Cut Parts)						
ปริมาณสารขาเข้า (Input)			กระบวนการย่อย/หน่วยย่อย (Unit Process)	ปริมาณสารขาออก (Output)					
				ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)			สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)		
Item	Quantity	Unit	Chalking	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
Finish Hide หนึ่งผ่านการเคลือบสี(8000 Hides/Week)	42,385.28	kg		หนึ่งผ่านการ Chalk	42,385.28	kg	เศษ Chalk	0.46	kg
Chalk	0.46	kg					ผ้าเช็ดหนัง	10.00	kg
ผ้าเช็ดหนัง	10.00	kg					ไฟฟ้า	307.00	kw/hr
ไฟฟ้า/แสงสว่าง=100 hrs	307.00	kw/hr							
Item	Quantity	Unit	Nesting and Cutting	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ถุงมือจับ Die	9.80	kg		ชิ้นงานตัดเป็น Cut Parts	26,702.73	kg	เศษหนังจากการตัด (UT 63%)	15,682.55	kg
ไฟฟ้า=100 hrs	3,000.00	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมเบ้มลอม)	3,886.05	kw/hr
ลม (เบ้มลอม)=100 hrs	886.05	kw/hr					เศษถุงมือเสื่อมสภาพ	9.80	kg
บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	114.00	kg					บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	114.00	kg
Item	Quantity	Unit	Inspection	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ผ้าเช็ดหนัง	25.92	kg		ชิ้นงานผ่านการตรวจสอบ	26,168.67	kg	เศษผ้าเช็ดมือ	25.92	kg
น้ำผสม BS88 เพื่อเช็ดหนัง	0.04	m ³					น้ำยาผสมเพื่อเช็ดหนัง	0.04	m ³
ไฟฟ้า=100 hrs	2,000.00	kw/hr					ไฟฟ้า=100 hrs	2,000.00	kw/hr
							หนังเสียจากการตรวจพบ (2%)	534.05	kg
Item	Quantity	Unit	Skiving	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ไฟฟ้า=100 hrs	1,320.00	kw/hr		ชิ้นงานผ่านการตัดชิ้น	26,166.06	kg	เศษหนัง (Fiber)=0.01%	2.62	kg
ลม (เบ้มลอม)=100 hrs	129.80	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมเบ้มลอม)	1,449.80	kw/hr
Item	Quantity	Unit	Flesh Coat	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ	500.00	kg		ชิ้นงานผ่านการเคลือบขาว	26,602.97	kg	สารเคมีส่วนเกิน (10%)	50.00	kg
น้ำหล่อระบบ	1.00	m ³					น้ำเสียปนสารเคมี	1.00	m ³
ไฟฟ้า=100 hrs	3,000.00	kw/hr					เศษหนังเสีย (0.05%)	13.08	kg
ลม (เบ้มลอม)=100 hrs	886.05	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมเบ้มลอม)	3,886.05	kw/hr
Item	Quantity	Unit	Perforation	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
กระดาดขาวฟ (สีน้ำตาล)	6,000.00	kg		ชิ้นงานผ่านการเจาะรู	26,589.67	kg	เศษกระดาดขาวฟที่ใช้นแล้ว	6,000.00	kg
ไฟฟ้า=100 hrs	1,260.00	kw/hr					เศษหนังเสีย (0.05%)	13.30	kg
ลม (เบ้มลอม)=100 hrs	372.35	kw/hr				ไฟฟ้า (รวมเบ้มลอม)	1,632.35	kw/hr	
Item	Quantity	Unit	Click Press (Cutting)	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
ไฟฟ้า=50 hrs	500.00	kw/hr		ชิ้นงานผ่านการตัดพร้อมบรรจุกล่อง	26,456.72	kg	ไฟฟ้า (รวมเบ้มลอม)	647.68	kw/hr
บอร์ดรองตัด	100.00	kg					เศษหนังจากการตัดขายไม่ได้ (0.50%)	132.95	kg
ลม=50 hrs	147.68	kw/hr					เศษบอร์ด/บอร์ดเสื่อมสภาพ	100.00	kg
Item	Quantity	Unit	Packing & Dock Audit	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
กล่องกระดาดสำหรับแพ็ค	333.25	kg		ชิ้นงาน Cut Parts บรรจุในกล่อง	26,878.71	kg	ไฟฟ้า	300.00	kw/hr
กระดาดสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	93.00	kg					กระดาดเสีย (1%)	0.93	kg
ไฟฟ้า/แสงสว่าง=100 hrs	300.00	kw/hr					กล่องเสีย (1%)	3.33	kg

ข้อมูลที่แสดงดังตารางข้างต้นเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการผลิตช่วงตั้งแต่วันที่เดือนพฤศจิกายน 2557 จนถึงเดือนมีนาคม 2558 เป็นการนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้สำหรับวิเคราะห์การทำวิจัยและการศึกษาในครั้งนี้

3.3.4. การเก็บรวบรวมข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ การทำวิจัยครั้งนี้จำเป็นต้องมีข้อมูลในการวิเคราะห์หาปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) เป็นค่าเพื่อเทียบค่านวนหาค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในวิเคราะห์สำหรับการวิจัยครั้งนี้แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งรวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิ [3]

ชื่อ	หน่วย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg CO ₂ e/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
ไฟฟ้า	kWh	0.5610	TC Common data
Rubber & Leather	kg	3.1300	IPCC 2006 Vol.5
เคมี (anionic polymer)	kg	0.3500	Ecoinvent 2.0
ถุงมือ (ผ้าฝ้าย)	kg	2.1100	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a
เศษผ้าทำความสะอาด	kg	2.1100	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a
Kraft Paper	kg	1.1614	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 (Kraft paper, unbleached, at plant/kg/RER)
กล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์	kg	0.8260	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007 GWP 100a
บอร์ดรองตัด PVC	kg	1.1983	Converted data from JEMAI Pro using Thai Electricity Grid
น้ำประปา	m ³	0.0264	Metropolitan Waterworks Authority (Thailand)
การบำบัดน้ำเสีย (Waste water treatment)	Liter (m ³)	0.0012 (1.2)	JEMAI

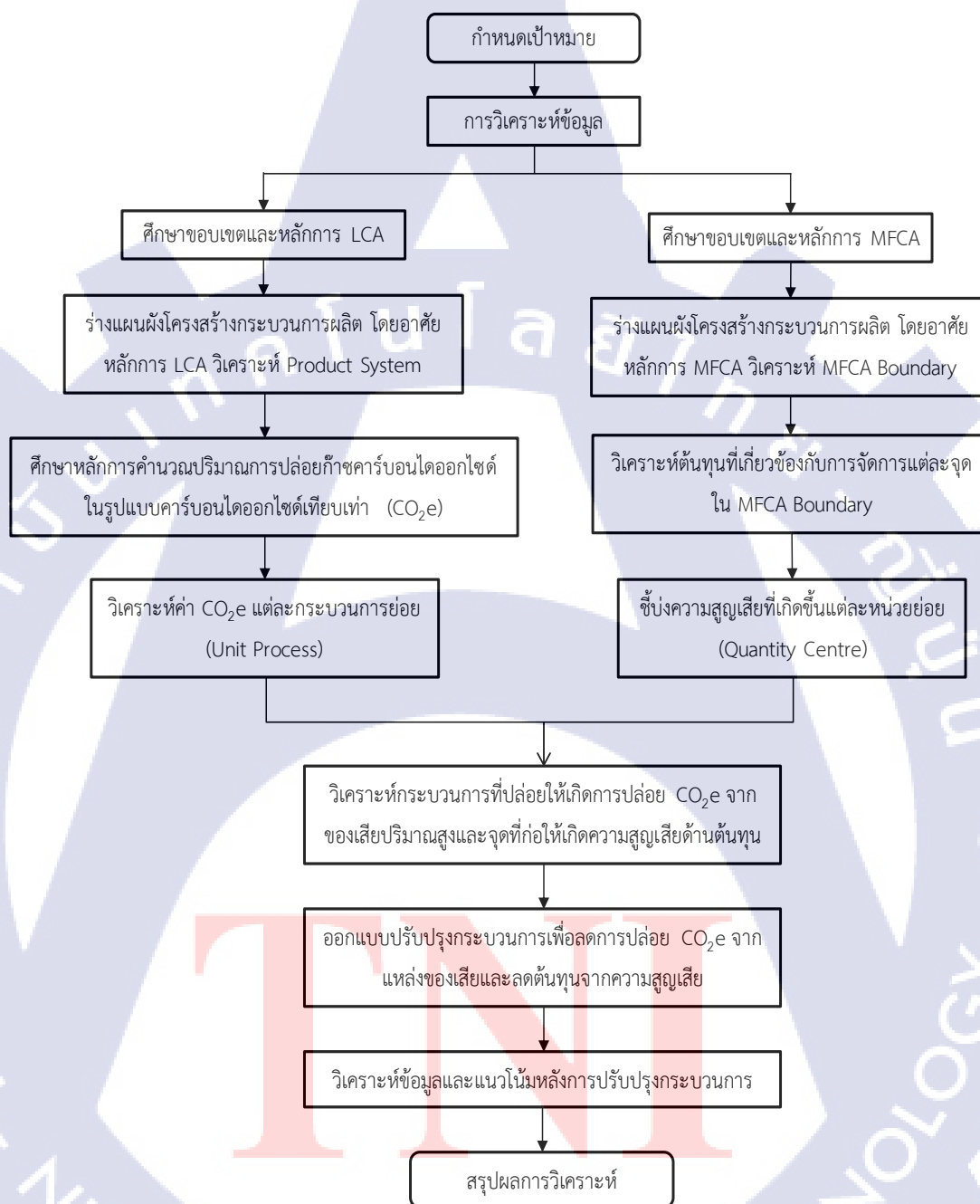
การทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุจำเป็นต้องใช้ข้อมูลด้านต้นทุนเป็นข้อมูลอ้างอิงในการประกอบการประเมิน โดยข้อมูลต้นทุนต่างๆที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเฉลี่ยในช่วงการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 จนถึงเดือนมีนาคม 2558 ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลต้นทุนสำหรับการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

ต้นทุน	ประเภทต้นทุน	ราคาต้นทุนโดยเฉลี่ย (THB)
ค่าไฟฟ้า	Energy Cost	3.78
ค่าน้ำ	Energy Cost	17.00
ค่าหนังฟอกสี (Crust: มูลค่า/kg)	Material Cost	676.00
ค่าหนังสำเร็จรูปเคลือบสี (Finish Hide: มูลค่า/kg)	Material Cost	807.00
ค่ากระดาษคราฟ/kg	Material Cost	25.00
กระดาษสีน้ำตาลรองกล่อง/kg	Material Cost	44.53
กล่องกระดาษสำหรับแพ็ค/kg	Material Cost	88.37
ค่าสารเคมี/kg	Material Cost	186.63
ค่าสารเคมี BS88 ผสมเสร็จ/m ³	Material Cost	1000.00
ผ้าเช็ดหนัง/kg	Material Cost	324.07
ค่าจัดการชักผ้าเช็ดหนัง	System Cost (THB/Pcs.)	2.50
	System Cost (THB/kg)	100.00
ถุงมือจับ Die สำหรับตัด/kg	Material Cost	1428.57
ค่า Chalk/kg	Material Cost	1052.63
ค่าบอร์ดรองตัด (Cutting Board)	Material Cost	294.00
ค่าบอร์ดรองตัด (Click Press Board)	Material Cost	413.00
ค่ากำจัดน้ำเสีย/m ³	Waste Management Cost	700.00
ค่ากำจัดขยะ	Waste Management Cost (THB/ton) + 8000.00 THB (ค่ารอบการขนส่ง)	2500.00 (2500 THB/ton + 8000.00)
ค่าแรงงาน (คิดเทียบ 24 วัน ทำงาน/ 8 ชั่วโมงต่อวัน)	System Cost (THB/hr)	50.00
	System Cost (THB/min)	0.83

3.4 การดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยโดยใช้หลักการ LCA และ MFCA แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยใช้หลักการ LCA และ MFCA

จากลำดับขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยดังกล่าวข้างต้นแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 วิธี นั่นคือ การวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) และการวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุเพื่อชี้แจงความสูญเสียที่เกิดขึ้น

3.4.1. การวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) จากที่กล่าวเบื้องต้นสำหรับค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent: CO₂e) คือค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) [4] การคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) คือการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่แสดงอยู่ในรูปปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณคือ ผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต [1] ดังความสัมพันธ์ด้านล่าง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจาก กิจกรรมใดๆ (kgCO ₂ e)	= ข้อมูลกิจกรรม (หน่วย)	× ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของแต่ละกิจกรรม (kgCO ₂ e/หน่วย)
---	----------------------------	--

การคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า กล่าวถึงประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าได้แก่ พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่างๆ หรือสำหรับการเตรียมกระบวนการ สิ้นค้าทุน (เครื่องจักร อุปกรณ์ และอาคารสิ่งปลูกสร้างที่ใช้ในวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์) สำนักงาน การวิจัยและพัฒนา การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพ [4] เป็นต้น จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลของก๊าซเรือนกระจกและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide) แสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 3.5 โดยกระบวนการตรวจรับวัตถุดิบเริ่มต้น (QA Inspection) และกระบวนการตรวจขั้นสุดท้าย (QA Final Color and Lab Test) จัดอยู่ในประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสำหรับกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) แสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 3.6 โดยกระบวนการตรวจสอบ (Inspection) จัดอยู่ในประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า







ผลที่ได้จากการคำนวณพบว่ากระบวนการผลิตหนังเคลือบสีมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 664.89 tons CO₂e/Month โดยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากผลิตภัณฑ์ (Product) คิดเป็น 429.38 tons CO₂e/Month และจากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/ของเสีย (Non-Product/Waste) คิดเป็น 235.52 tons CO₂e/Month สำหรับกระบวนการตัดชิ้นแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ พบว่ากระบวนการตัดชิ้นมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 587.46 tons CO₂e/Month โดยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากผลิตภัณฑ์ (Product) คิดเป็น 332.76 tons CO₂e/Month และจากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/ของเสีย (Non-Product/Waste) คิดเป็น 254.70 tons CO₂e/Month

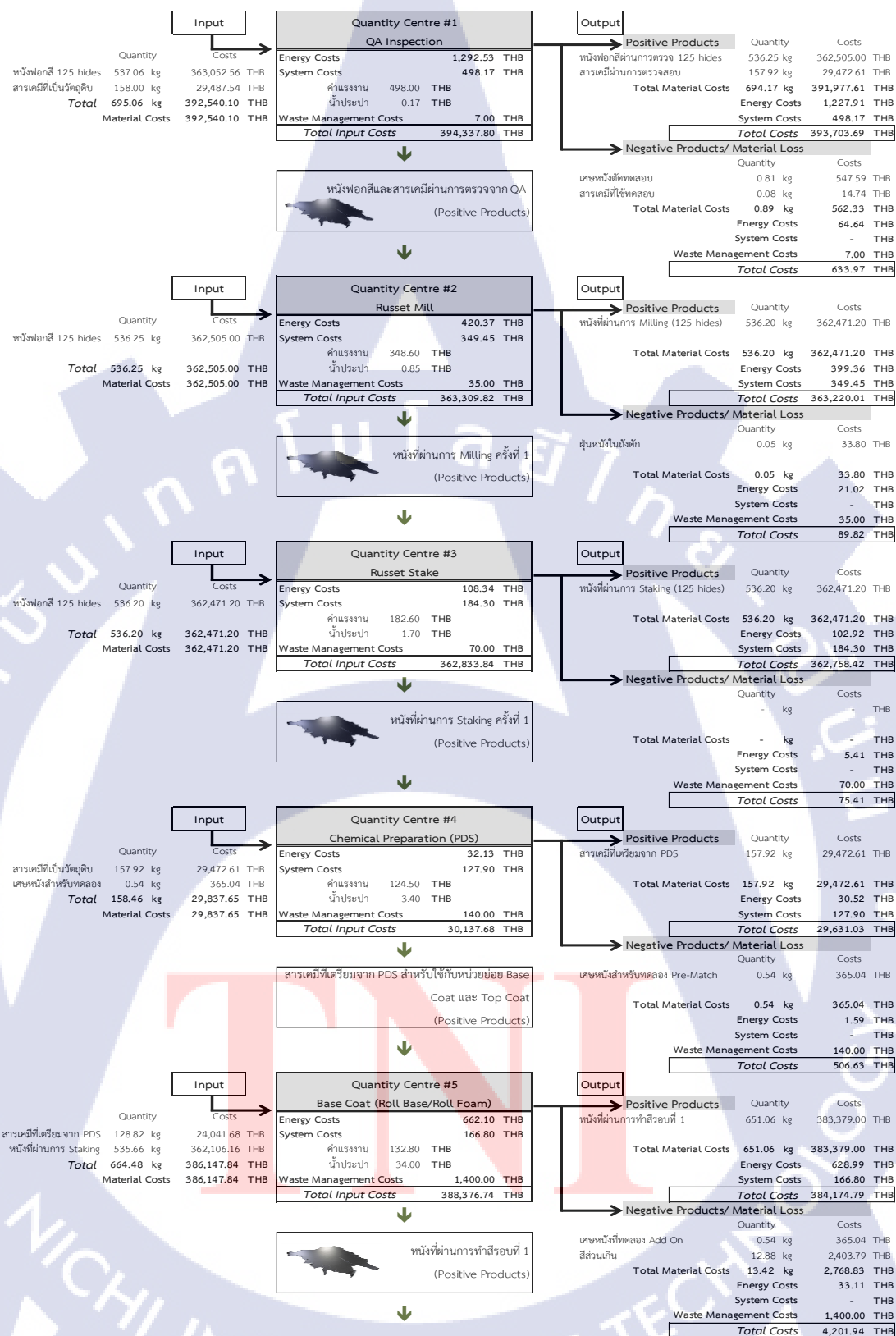
3.4.2. การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ การพิจารณาข้อมูลโดยหลักสำหรับการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ แยกออกเป็นปริมาณสารขาเข้า (Input) และปริมาณสารขาออก (Output) สำหรับปริมาณสารขาออกแยกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า (Positive Products) และสินค้าที่ไม่เกิดมูลค่า/ของเสีย (Negative Products/Waste) ที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยย่อย จากแผนผังโครงสร้างกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี เมื่อพิจารณาวิเคราะห์ต้นทุนที่เกี่ยวข้องแต่ละระบบ ข้อมูลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3.7 และสำหรับกระบวนการตัดชิ้นการวิเคราะห์ต้นทุนแสดงข้อมูลดังตารางที่ 3.8 การวิเคราะห์ต้นทุนโดยการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุจะแสดงให้เห็นถึงต้นทุนแต่ละระบบที่เกี่ยวข้องสำหรับหน่วยย่อยในกระบวนการผลิต ซึ่งแสดงชัดเจนสำหรับต้นทุนที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าหรือของเสีย ดังนั้นแต่ละกระบวนการผลิตสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต้นทุนโดยอาศัยหลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ (MFCA) กระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide) แสดงข้อมูลดังรูปที่ 3.7 และกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) แสดงดังรูปที่ 3.8

3.4.3. การวิเคราะห์กระบวนการที่ปล่อยให้เกิดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) จากกระบวนการย่อยที่จัดอยู่ในปริมาณสูง จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากกระบวนการทั้งกระบวนการเคลือบสีและกระบวนการตัดชิ้น มีการจัดการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ คือ ผลิตภัณฑ์ พลังงานที่ใช้ไป น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ ขยะจากกระบวนการ เศษหนังจากกระบวนการ ฝุ่นหนัง (Fiber) จากกระบวนการ และของเสียที่ปล่อยสู่อากาศ การแสดงปริมาณการปล่อย CO₂e จากกลุ่มต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.9

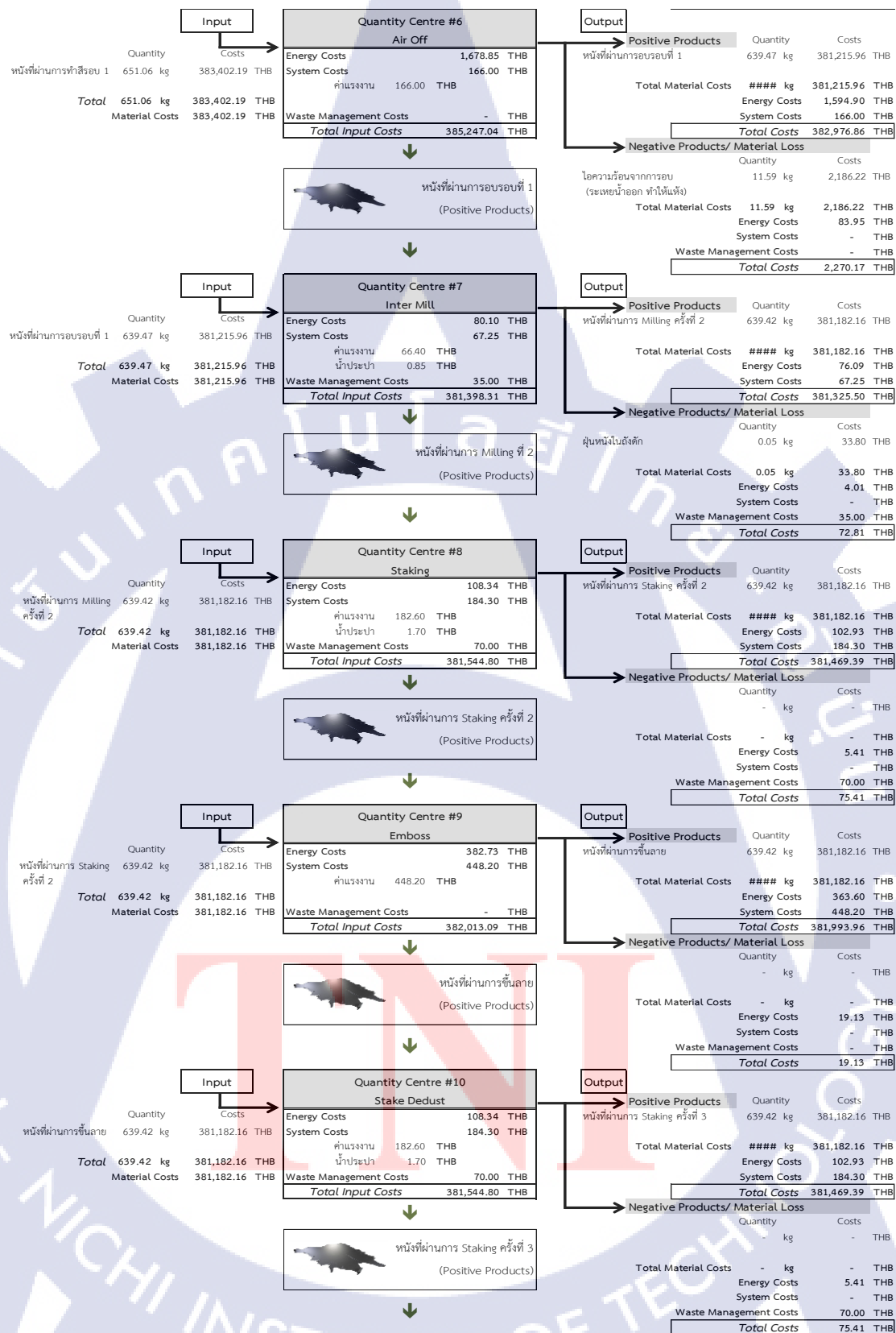




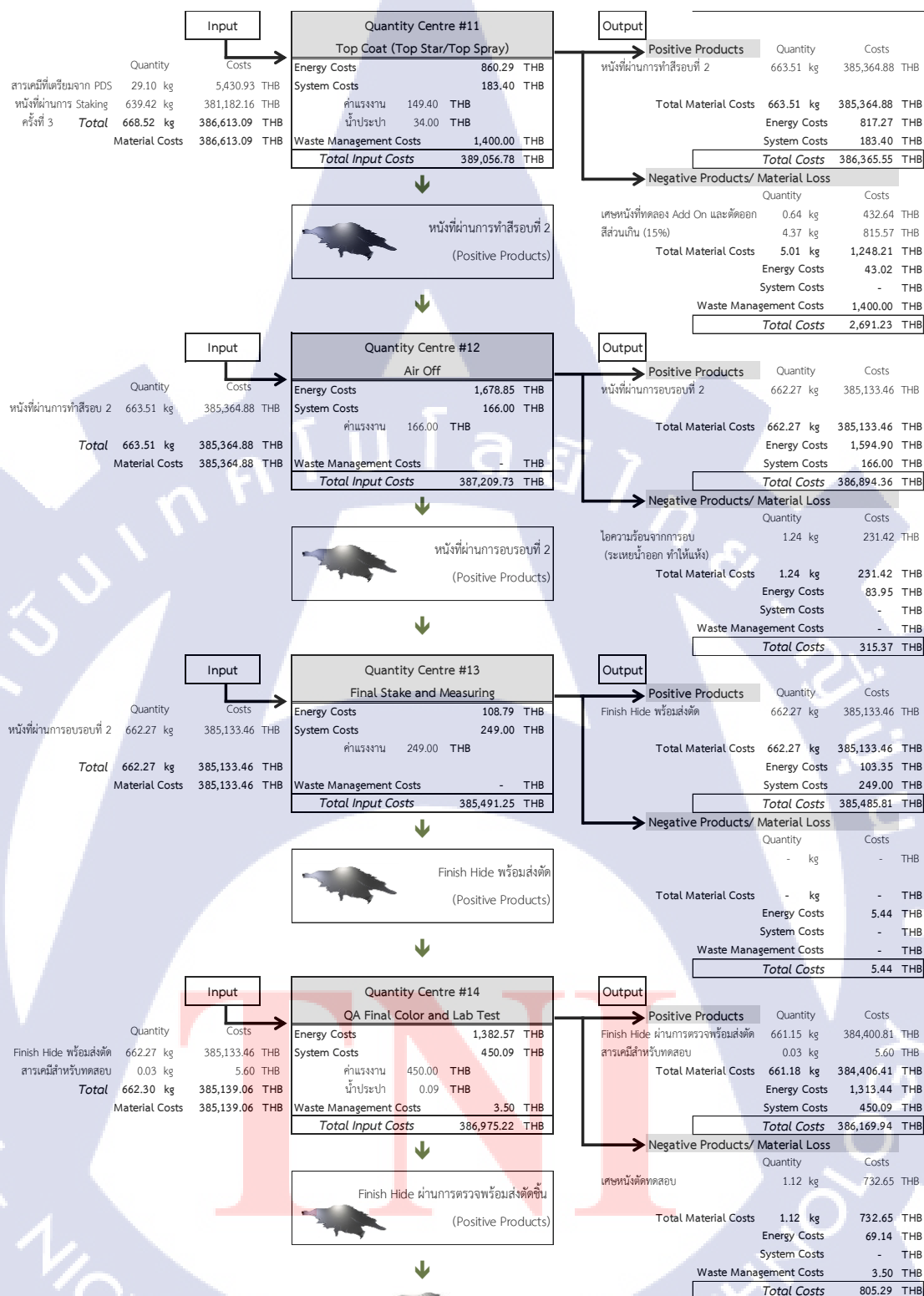




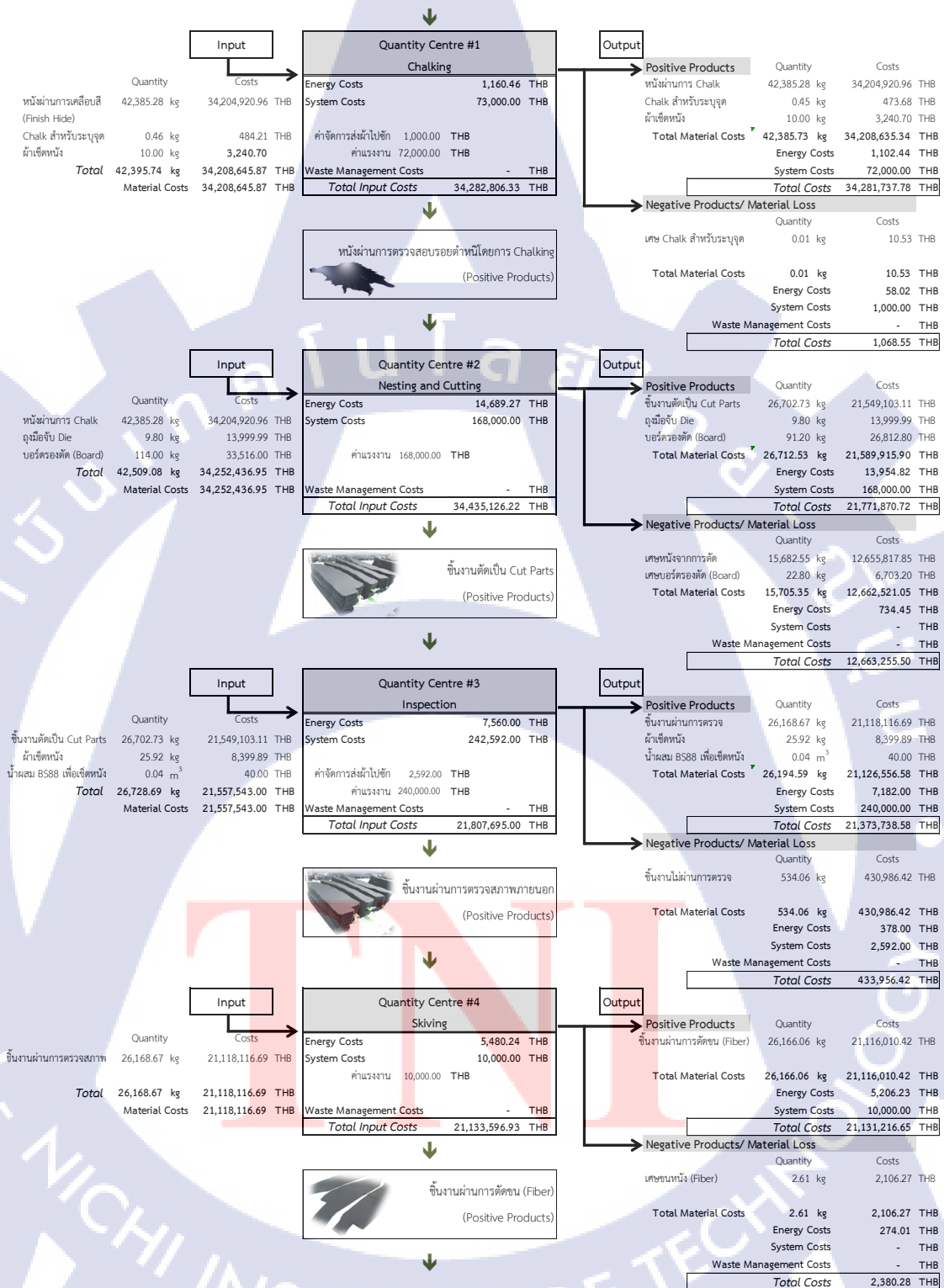
รูปที่ 3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี



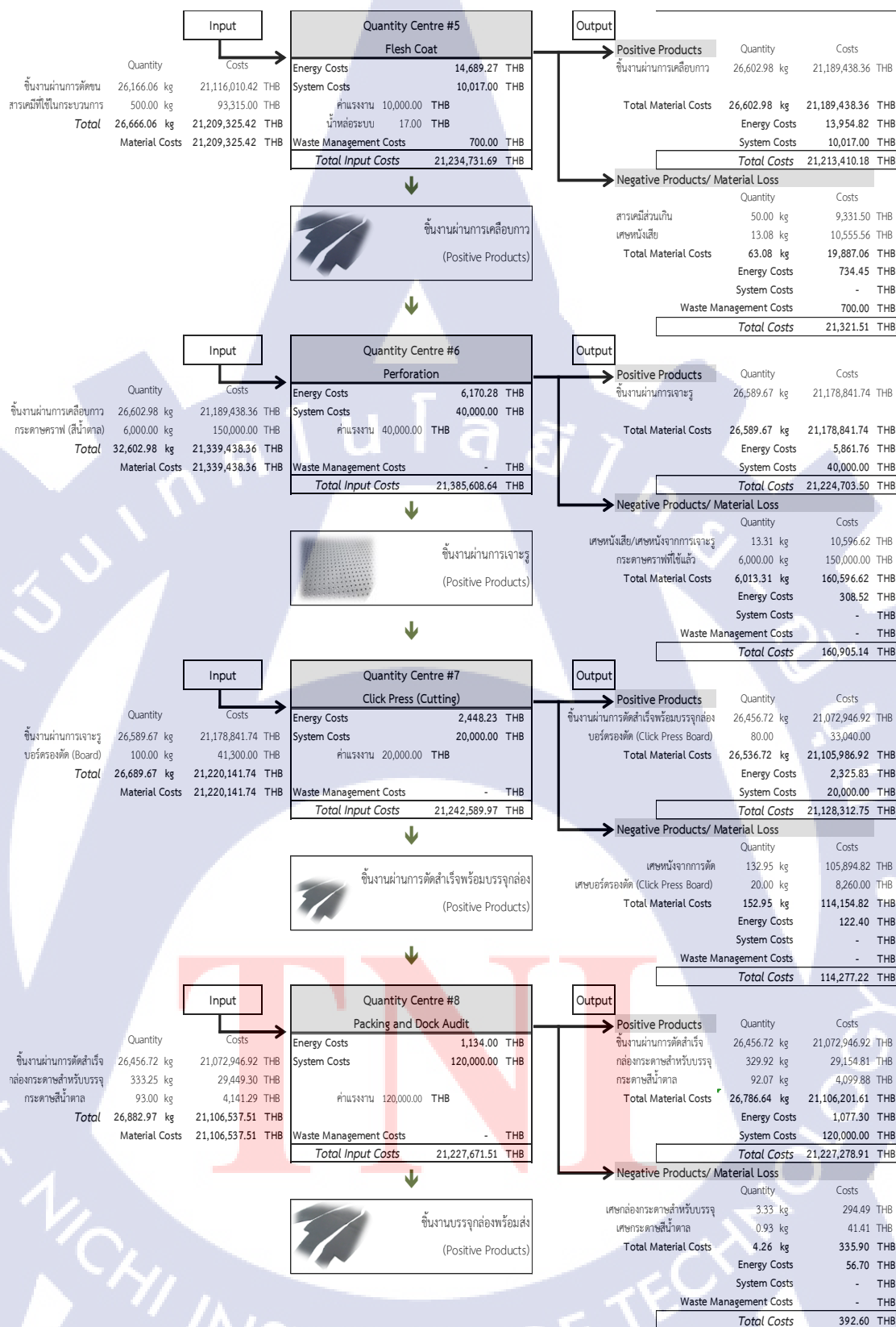
รูปที่ 3.7 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (ต่อ)



รูปที่ 3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (ต่อ)



รูปที่ 3.8 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการตัดขึ้น

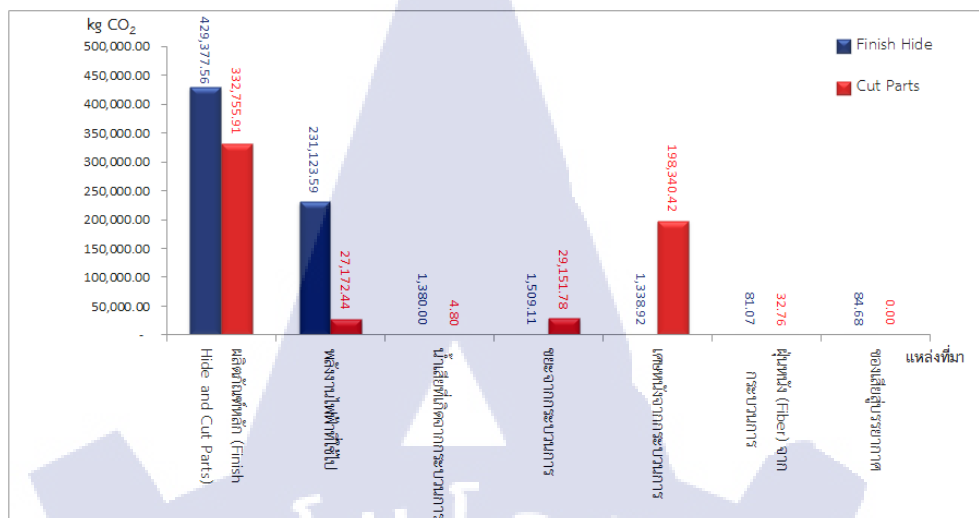


รูปที่ 3.8 การวิเคราะห์บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุสำหรับกระบวนการตัดชิ้น (ต่อ)

ตารางที่ 3.9 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการเคลือบสี (Finish Hide)					
แหล่งที่มา	หน่วย	ปริมาณ/Lot	ปริมาณ/Month	kg CO ₂ e/ Lot	kg CO ₂ e/ Month
หนังเคลือบสีสำเร็จ Finish Hide	kg	662.27	165,567.50	1,717.51	429,377.56
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป	kw/hr	1,647.94	411,985.00	924.49	231,123.59
น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ	m ³	4.60	1,150.00	5.52	1,380.00
ขยะจากกระบวนการ	kg	17.25	4,311.75	6.04	1,509.11
เศษหนังจากกระบวนการ	kg	1.71	427.77	5.36	1,338.92
ฝุ่นหนัง (Fiber) จากกระบวนการ	kg	0.10	25.90	0.32	81.07
ของเสียสู่บรรยากาศ	kg	12.83	3,207.69	0.34	84.68
รวมทั้งหมด				2,659.58	664,894.92
ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts)					
แหล่งที่มา	หน่วย	ปริมาณ/Week	ปริมาณ/Month	kg CO ₂ e/ Week	kg CO ₂ e/ Month
ชิ้นงาน Cut Parts บรรจุในกล่อง	kg	26,878.71	107,514.85	83,188.98	332,755.91
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป	kw/hr	12,108.93	48,435.72	6,793.11	27,172.44
น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ	m ³	1.00	4.00	1.200	4.80
ขยะจากกระบวนการ	kg	6,288.52	25,154.06	7,287.95	29,151.78
เศษหนังจากกระบวนการ	kg	15,841.89	63,367.55	49,585.10	198,340.42
ฝุ่นหนัง (Fiber) จากกระบวนการ	kg	2.62	10.47	8.19	32.76
รวมทั้งหมด				146,864.53	587,458.12

จากปริมาณ CO₂e ที่แสดงในตาราง พบว่ากระบวนการเคลือบสี (Finish Hide) มีการปล่อย CO₂e จากพลังงานที่ใช้ไปสูงที่สุด และกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) มีการปล่อย CO₂e จากเศษหนังในกระบวนการปริมาณสูงที่สุด แสดงดังรูปที่ 3.9 จากข้อมูลดังแสดงนี้ใช้เป็นแนวทางที่จะเลือกกระบวนการที่ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้มีการปล่อย CO₂e ปริมาณลดลง โดยพิจารณากระบวนการย่อยสำหรับกระบวนการเคลือบสีที่ปล่อยให้เกิดการใช้พลังงานในปริมาณสูงเพื่อหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการ ในทางเดียวกันกระบวนการตัดชิ้นพิจารณากระบวนการย่อยที่ก่อให้เกิดเศษหนังเสียจากกระบวนการ เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้มีแนวโน้มลดลง



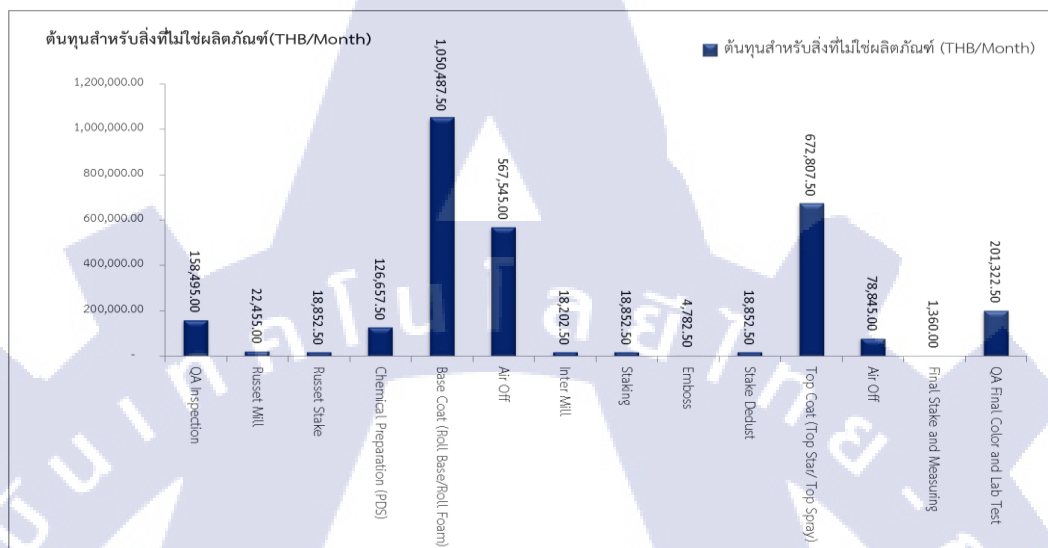
รูปที่ 3.9 แหล่งที่มาสำหรับปริมาณการปล่อย CO₂e จากผลิตภัณฑ์และสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์

3.4.4 การชั่งความสูญเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า/สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์การทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ พบว่าจุดที่ก่อให้เกิดความสูญเสียด้านต้นทุนจากกระบวนการเคลือบสี แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ต้นทุนที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่าจากกระบวนการเคลือบสี

กระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสี		ต้นทุนขาเข้า / เดือน (THB)	ต้นทุนขาออก / เดือน (THB)	
ลำดับ	หน่วยย่อย		ต้นทุนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า	ต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์
1	QA Inspection	98,584,450.00	98,425,922.50	158,495.00
2	Russet Mill	90,827,455.00	90,805,002.50	22,455.00
3	Russet Stake	90,708,457.50	90,689,605.00	18,852.50
4	Chemical Preparation (PDS)	7,534,420.00	7,407,757.50	126,657.50
5	Base Coat (Roll Base/Roll Foam)	97,094,185.00	96,043,697.50	1,050,487.50
6	Air Off	96,311,760.00	95,744,215.00	567,545.00
7	Inter Mill	95,349,577.50	95,331,375.00	18,202.50
8	Staking	95,386,200.00	95,367,347.50	18,852.50
9	Emboss	95,503,272.50	95,498,490.00	4,782.50
10	Stake Dedust	95,386,200.00	95,367,347.50	18,852.50
11	Top Coat (Top Star/ Top Spray)	97,264,195.00	96,591,387.50	672,807.50
12	Air Off	96,802,432.50	96,723,587.50	78,845.00
13	Final Stake and Measuring	96,372,812.50	96,371,450.00	1,360.00
14	QA Final Color and Lab Test	96,743,805.00	96,542,482.50	201,322.50

จากข้อมูลด้านบนเป็นการเปรียบเทียบต้นทุนขาเข้าและต้นทุนขาออก โดยได้แยกเป็นต้นทุนสำหรับผลิตภัณฑ์และต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ การวิจัยครั้งนี้พิจารณาต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาแหล่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แหล่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการเคลือบสี

กระบวนการย่อยที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์คือ กระบวนการ Base Coat กระบวนการ Top Coat และกระบวนการ Air Off สำหรับกระบวนการต่างๆ ดังนี้เมื่อแยกพิจารณาถึงระบบต้นทุน ได้แก่ ต้นทุนด้านวัตถุดิบ ต้นทุนพลังงาน ต้นทุนระบบ และต้นทุนด้านการจัดการกำจัด จุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสียแสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การสูญเสียต้นทุนสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการย่อยสำหรับกระบวนการเคลือบสี

กระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสี		ต้นทุนขาออกสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (THB/Month)			
ลำดับ	หน่วยย่อย	ต้นทุนวัตถุดิบ	ต้นทุนพลังงาน	ต้นทุนระบบ	ต้นทุนการจัดการกำจัด
1	Base Coat (Roll Base/Roll Foam)	692,207.50	8,277.50	0.00	350,000.00
2	Top Coat (Top Star/ Top Spray)	312,052.50	10,755.00	0.00	350,000.00
3	Air Off (การอบครั้งที่ 1)	546,555.00	20,987.50	0.00	0.00

พบว่าต้นทุนส่วนใหญ่สูญเสียไปกับต้นทุนด้านวัตถุดิบ แต่สำหรับกระบวนการ Base Coat และ Top Coat มีการสูญเสียต้นทุนสำหรับการจัดการกำจัด เนื่องจากกระบวนการ

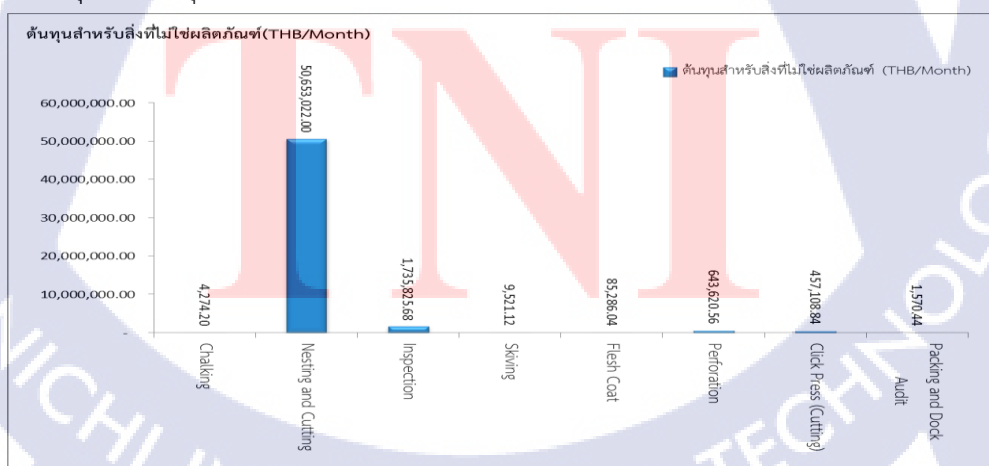
ดังกล่าวมีการใช้สารเคมีสำหรับพ่นสีและต้องมีการล้างระบบด้วยน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสีย/น้ำใช้จากกระบวนการดังกล่าว เป็นเหตุให้มีต้นทุนการจัดการกำจัดค่อนข้างสูง

ในทางเดียวกันสำหรับกระบวนการตัดชิ้นเมื่อพิจารณาจุดที่ก่อให้เกิดความสูญเสียสำหรับกระบวนการย่อยต่างๆ ปรากฏดังตารางที่ 3.12 พบว่ากระบวนการที่ก่อให้เกิดการสูญเสียสำหรับต้นทุนต่อสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์คือ กระบวนการ Nesting and Cutting

ตารางที่ 3.12 ต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สำหรับกระบวนการตัดชิ้น

ลำดับ	กระบวนการตัดชิ้น หน่วยย่อย	ต้นทุนขาเข้า / เดือน (THB)	ต้นทุนขาออก / เดือน (THB)	
			ต้นทุนสำหรับ ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า	ต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์
1	Chalking	137,131,225.32	137,126,951.12	4,274.20
2	Nesting and Cutting	137,740,504.88	87,087,482.84	50,653,022.00
3	Inspection	87,230,780.00	85,494,954.32	1,735,825.68
4	Skiving	84,534,387.72	84,524,866.60	9,521.12
5	Flesh Coat	84,938,926.76	84,853,640.72	85,286.04
6	Perforation	85,542,434.56	84,898,814.00	643,620.56
7	Click Press (Cutting)	84,970,359.88	84,513,251.04	457,108.84
8	Packing and Dock Audit	84,910,686.08	84,909,115.64	1,570.44

กระบวนการ Nesting and Cutting แสดงปริมาณการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สูงที่สุด ดังรูปที่ 3.11 เมื่อพิจารณารายละเอียดสำหรับกระบวนการดังกล่าว พบว่าสูญเสียต้นทุนด้านวัตถุดิบ เนื่องจากเกิดเศษหนังเป็นของเสียจากกระบวนการ



รูปที่ 3.11 แหล่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการตัดชิ้น

นอกจากการคำนวณเกี่ยวกับต้นทุนการจัดการของเสียที่จัดการบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment) กระบวนการผลิตหนังเคลือบสีและกระบวนการตัดชิ้นมีของเสียที่เป็นของแข็งนั้นคือ เศษหนัง ขนหนัง รวมถึงสีส่วนเกินที่เป็นขยะที่ต้องส่งกำจัด โดยแยกจากการกำจัดขยะทั่วไป ทำให้การวิจัยครั้งนี้ได้รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะประเภทของแข็งที่ส่งกำจัด รายละเอียดปริมาณขยะประเภทของแข็งที่ต้องส่งกำจัด แสดงดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ปริมาณขยะประเภทของแข็งที่ต้องส่งกำจัด (Waste Scrap Plant#1)

กระบวนการผลิตหนังเคลือบสีที่ก่อให้เกิดขยะประเภทของแข็ง		ปริมาณขยะที่ส่งกำจัด (Waste Scrap Plant#1)		
ลำดับ	หน่วยย่อย	Unit	Quantity (kg/Lot)	Quantity (kg/Month)
1	QA Inspection	kg	0.89	222.50
2	Russet Mill	kg	0.05	12.50
3	Chemical Preparation (PDS)	kg	0.54	135.00
4	Base Coat (Roll Base/Roll Foam)	kg	13.42	3,355.00
5	Inter Mill	kg	0.05	12.50
6	Top Coat (Top Star/Top Spray)	kg	4.37	1,092.50
ปริมาณของเสีย เช่นเศษหนัง/ขนหนัง/สีส่วนเกินและอื่นๆ รวมทั้งหมด				4,830.00

กระบวนการตัดชิ้นที่ก่อให้เกิดขยะประเภทของแข็ง		ปริมาณขยะที่ส่งกำจัด (Waste Scrap Plant#1)		
ลำดับ	หน่วยย่อย	Unit	Quantity (kg/Week)	Quantity (kg/Month)
1	Chalking	kg	0.01	0.04
2	Skiving	kg	2.61	10.44
3	Flesh Coat	kg	13.08	52.32
4	Perforation	kg	13.31	53.24
5	Click Press (Cutting)	kg	132.95	531.80
ปริมาณของเสีย เช่นเศษหนัง/ขนหนัง และอื่นๆ รวมทั้งหมด				647.84

ต้นทุนการกำจัดขยะประเภทของแข็งโดยการฝังกลบ คือ 2,500.00 THB/ton + ค่ารอบการขนส่ง 8,000.00 THB การจัดการกำจัดขยะดังกล่าวต้องสูญเสียเงินโดยประมาณ 21,700.00 บาท/เดือน รายละเอียดดังตารางที่ 3.14

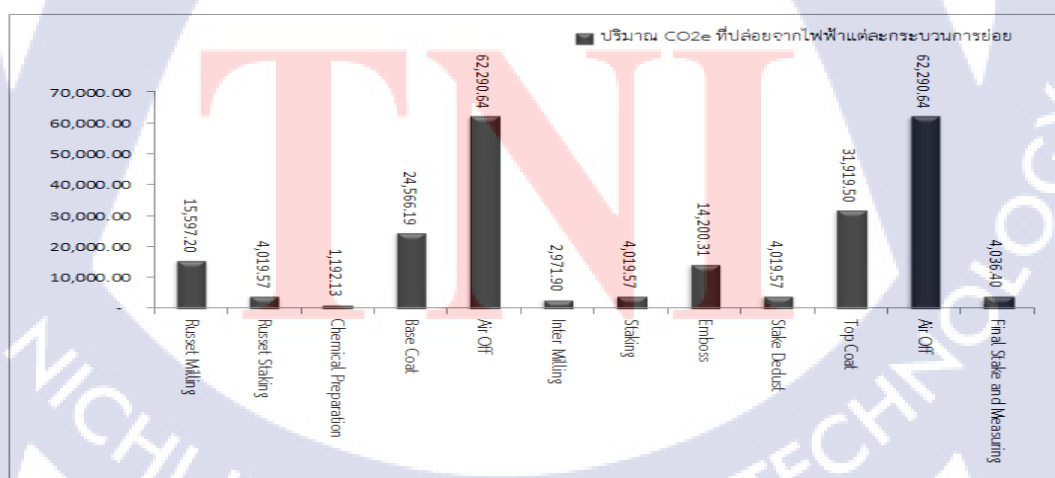
ตารางที่ 3.14 ต้นทุนสำหรับการจัดการขยะประเภทของแข็งโดยการฝังกลบ

แหล่งที่มา	ปริมาณต่อเดือน
ปริมาณของเสีย/ขยะ จากกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี 4,830.00 kg/Month	4.83 tons/Month
ปริมาณของเสีย/ขยะ จากกระบวนการตัดชิ้น 647.84 kg/Month	0.65 tons/Month
ปริมาณของเสียทั้งหมด	5.48 tons/Month
ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการกำจัดขยะ	21,700.00 THB/Month

จากข้อมูลข้างต้น กระบวนการผลิตหนังเคลือบสีมีการสูญเสียต้นทุนกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สำหรับกระบวนการ Base Coat กระบวนการ Top Coat และกระบวนการ Air Off และกระบวนการตัดชิ้นมีการสูญเสียต้นทุนสำหรับกระบวนการ Nesting and Cutting ดังนั้นการพิจารณาจุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่าของกระบวนการทั้ง 2 จึงต้องวิเคราะห์หาจุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสียจากหน่วยย่อยและหาทางปรับปรุงกระบวนการ

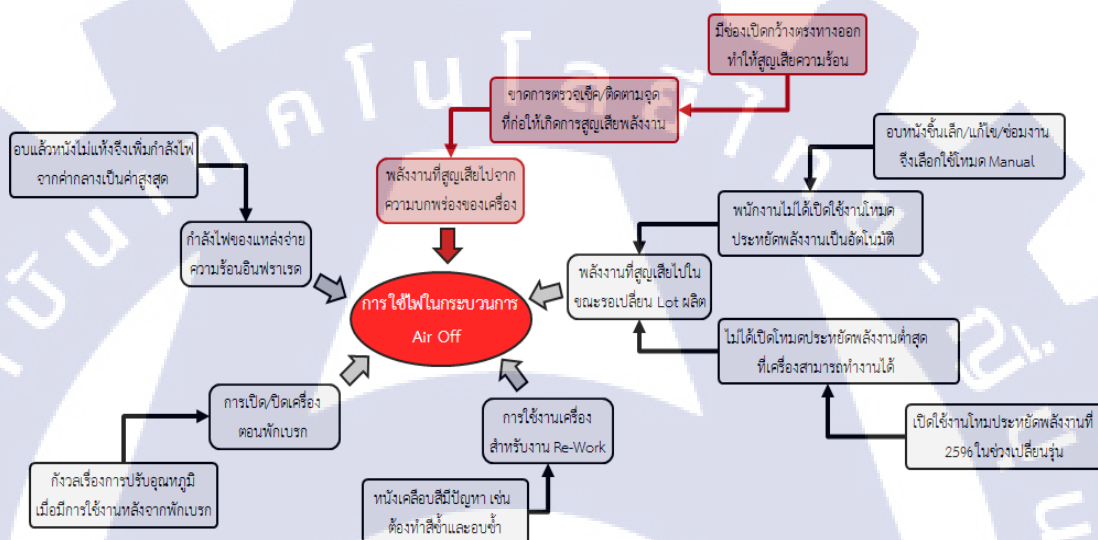
3.4.5 การออกแบบปรับปรุงกระบวนการ สำหรับกระบวนการที่ก่อให้เกิดการปล่อย CO₂e ปริมาณสูง และกระบวนการที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า

3.4.5.1 กระบวนการเคลือบสีมีการปล่อย CO₂e จากพลังงานที่ใช้ไปสูงที่สุด แหล่งที่มาสำหรับปริมาณการปล่อย CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีการปล่อยปริมาณสูงในกระบวนการผลิตหนังเคลือบสีมาจากพลังงานที่ใช้ไปในกระบวนการ โดยพลังงานที่ใช้ในกระบวนการย่อยต่างๆ จำแนกแหล่งที่มาได้ดังนี้ ไฟฟ้าที่ใช้ไปในกระบวนการย่อย แสดงดังรูปที่ 3.12



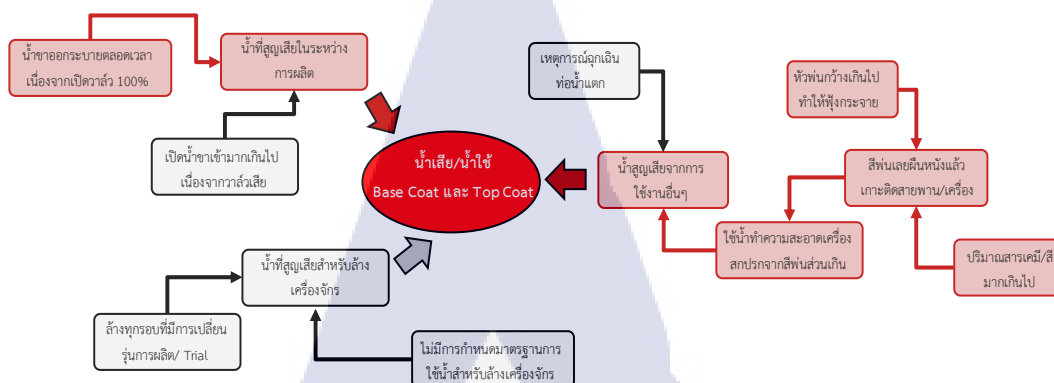
รูปที่ 3.12 ปริมาณ CO₂e ที่ปล่อยจากไฟฟ้าแต่ละกระบวนการย่อยสำหรับกระบวนการเคลือบสี

กล่าวคือกระบวนการย่อย Air Off ซึ่งเป็นการอบแห้งจากแหล่งความร้อนอินฟราเรดเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปล่อย CO₂e ปริมาณสูงจากการใช้ไฟฟ้า การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Air Off แสดงดังรูปที่ 3.13 พบว่าพลังงานที่สูญเสียไปเกิดจากความบกพร่องของเครื่องซึ่งมีช่องเปิดกว้างตรงทางเข้า/ทางออก ก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อน การลดปัญหาดังกล่าว ได้มีการปรับปรุงประตูปิดกันทางออกที่กว้างเกินไปและส่งผลให้ความร้อนสูญเสียออกไป จากผลการตรวจวัดและติดตามผลส่งผลให้ลดการใช้ไฟฟ้าสำหรับกระบวนการ Air Off ลงได้ 3% ต่อเดือนและยังคงมีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 3.13 การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Air Off

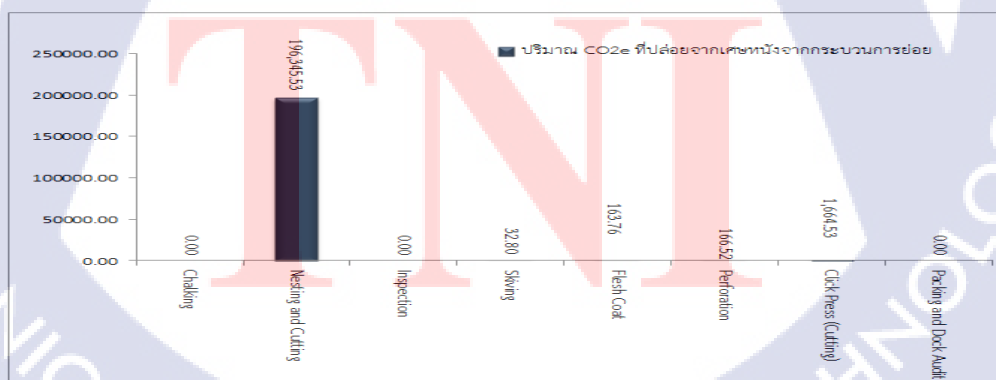
3.4.5.2 กระบวนการเคลือบสีมีการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ Base Coat กระบวนการ Top Coat และกระบวนการ Air Off โดยสูญเสียต้นทุนส่วนใหญ่กับต้นทุนด้านวัตถุดิบ จากข้อมูลพบว่ากระบวนการ Base Coat กระบวนการ Top Coat มีการสูญเสียต้นทุนเกี่ยวกับการจัดการของเสียที่เป็นการบำบัดน้ำเสียและการจัดการขยะประเภทของแข็งเกิดขึ้นด้วย งานวิจัยในครั้งนี้ให้ความสำคัญในการปรับปรุงระบบการใช้น้ำ/น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Base Coat และ Top Coat แสดงดังรูปที่ 3.14 พบว่าการวิเคราะห์หาสาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Base Coat และ Top Coat ที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย/น้ำใช้ พบว่าน้ำเสียเกิดจากน้ำขาออกระบายออกตลอดเวลาเนื่องจากเปิดวาล์ว 100% และอีกสาเหตุเกิดจากหัวพ่นสีกว้างเกินไปทำให้เกิดสีฟุ้งกระจายและต้องใช้ปริมาณสีมากเกินไปทำให้เครื่องจักร/สายพานสกปรก ต้องมีการใช้น้ำทำความสะอาดบ่อยมากขึ้น



รูปที่ 3.14 การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Base Coat และ Top Coat

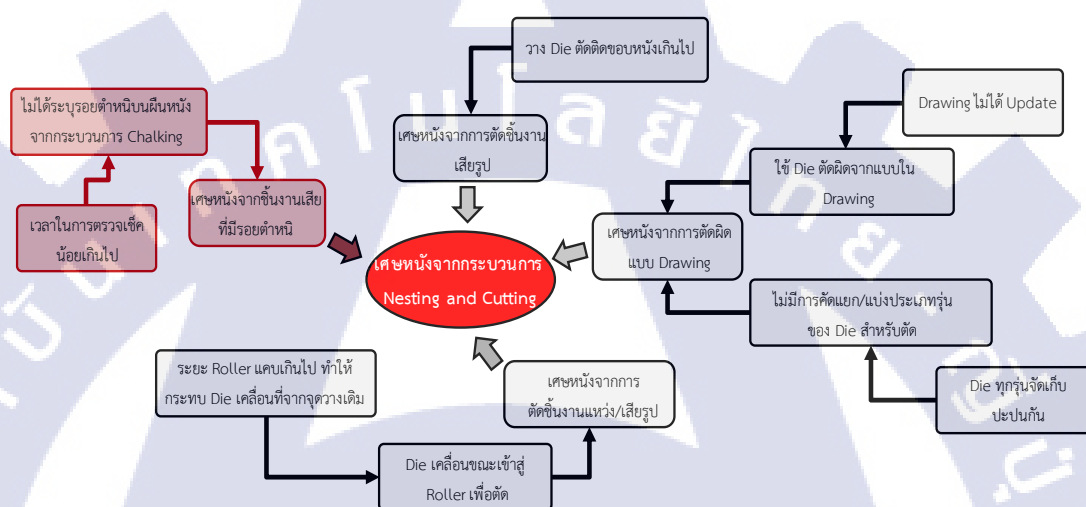
จากสาเหตุการเกิดน้ำเสีย/น้ำใช้สำหรับกระบวนการ Base Coat และ Top Coat ได้มีการปรับปรุงลดขนาดหัวพ่นให้พอดี ลดการฟุ้งกระจายสีเกินพื้นผนังเกาะบนเครื่องจักร/สายพาน และส่งผลให้ลดปริมาณสีส่วนเกินที่ต้องสูญเสียไปได้อีกด้วย ปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับล้างเครื่องจักรกรณีเกิดจากความสกปรกของสีฟุ้งกระจายก็ลดลง และปรับลดระดับน้ำขาออกจาก 100% ที่ปล่อยออกไป 500 ลิตร/ชั่วโมง เป็น 300 ลิตร/ชั่วโมง โดยเพิ่มระบบกรองน้ำและใช้น้ำวนในรางล้าง พบว่าช่วยลดการใช้น้ำลงได้ถึง 40% สำหรับกระบวนการดังกล่าว

3.4.5.3 กระบวนการตัดชิ้นมีการปล่อย CO₂e จากแหล่งเศษหนึ่งจากกระบวนการ Nesting and Cutting ในปริมาณสูงเมื่อเทียบกับแหล่งอื่นๆ แสดงดังรูปที่ 3.15



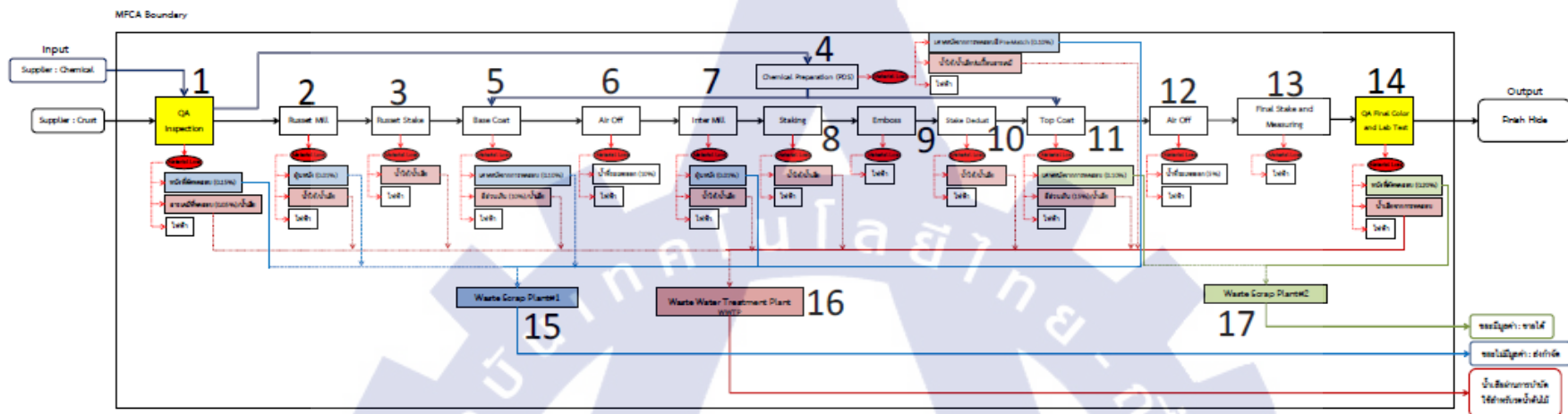
รูปที่ 3.15 ปริมาณ CO₂e ที่ปล่อยจากเศษหนึ่งที่เกิดในกระบวนการสำหรับกระบวนการตัดชิ้น

การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Nesting and Cutting แสดงดังรูปที่ 3.16 พบว่าเศษหนึ่งเสียเกิดจากมีรอยตำหนิบนชิ้นงาน เนื่องจากไม่ได้ระบุรอยตำหนิบนผืนหนังที่ครอบคลุมจากกระบวนการ Chalking ซึ่งเกิดจากการใช้เวลาน้อยเกินไปในการตรวจเช็ครอยตำหนิ ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการ Nesting and Cutting โดยการพิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดจากรอยตำหนิบนชิ้นงาน/ NML Defects ต้องทำการเพิ่มเวลาในการตรวจเช็ครวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานสำหรับการยอมรับรอยตำหนิ/จุดบกพร่องที่เกิดจาก NML Defects เพื่อช่วยลดเศษหนึ่งเสียจากกระบวนการและลดปริมาณการปล่อย CO₂e



รูปที่ 3.16 การวิเคราะห์สาเหตุสำหรับปรับปรุงกระบวนการ Nesting and Cutting

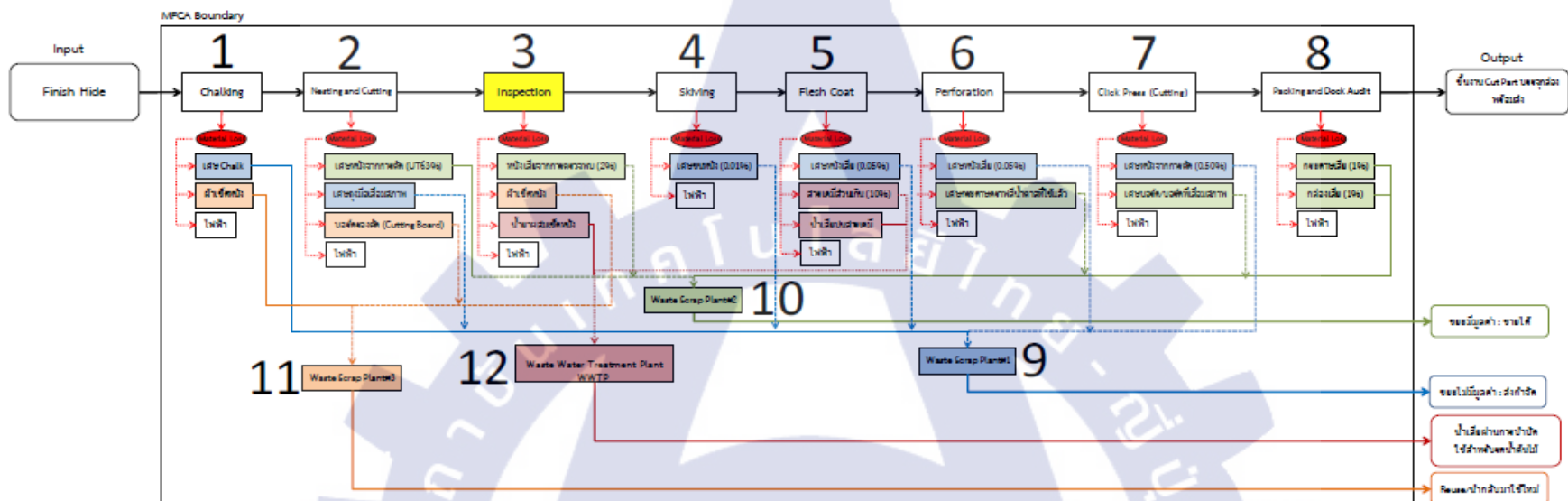
การปรับปรุงแก้ไขปัญหเศษหนึ่งจากกระบวนการ ที่เกิดจากกระบวนการย่อย Nesting and Cutting นอกจากจะช่วยลดปริมาณการปล่อย CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ ยังเป็นแนวทางช่วยลดต้นทุนที่สูงสูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์อีกด้วย ผลการติดตามหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดจากชิ้นงานมีตำหนิ/ NML Defects บนชิ้นงานที่ตัดสำเร็จลดลงมากกว่า 10% โดยผลเดือนล่าสุดคือเดือนกันยายน ผลของเศษหนึ่งเสียที่มีรอยตำหนิลดลง 11.88%



รูปที่ 3.4 แผนผังโครงสร้างกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide)

หมายเหตุ : รายการตามหมายเลขที่ระบุในแผนการไหลแสดงดังนี้

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1: QA Inspection | 10: Stake Dedust |
| 2: Russet Mill | 11: Top Coat |
| 3: Russet Stake | 12: Air Off |
| 4: Chemical Preparation (PDS) | 13: Final Stake and Measuring |
| 5: Base Coat | 14: QA Final Color and Lab Test |
| 6: Air Off | 15: Waste Scrap Plant#1 |
| 7: Inter Mill | 16: Waste Water Treatment Plant (WWTP) |
| 8: Staking | 17: Waste Scrap Plant#2 |
| 9: Emboss | ●: Material Loss |



รูปที่ 3.5 แผนผังโครงสร้างกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts)

หมายเหตุ : รายการตามหมายเลขที่ระบุในแผนการไหลแสดงดังนี้

1: Chalking

2: Nesting and Cutting

3: Inspection

4: Skiving

5: Flesh Coat

6: Perforation

7: Click Press (Cutting)

8: Packing and Dock Audit

9: Waste Scrap Plant#1

10: Waste Scrap Plant#2

11: Waste Scrap Plant#3

12: Waste Water Treatment Plant (WWTP)

●: Material Loss

ตารางที่ 3.5 ปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) สำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี

กระบวนการย่อย (Unit Process)/ ขั้นตอนการผลิต (Process)	ปริมาณสารขาเข้า (Input)				ปริมาณสารขาออก (Output)								Greenhouse Gases(GHGs) : CO ₂ Emissions		
					ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)				สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)				Emission Factor	kg CO ₂ e/ Lot	kg. CO ₂ e/ Month
	Item	%	Quantity	Unit	Item	%	Quantity	Unit	Item	%	Quantity	Unit			
Russet Milling	หนังฟอกสี 125 hides	100%	536.25	kg	หนังที่ผ่าน Milling (125hides)	99.99%	536.20	kg	ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	111.21	kw/hr	0.5610	62.39	15,597.20
	น้ำประปา เพิ่มความชื้น	100%	0.05	m ³					น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	0.05	m ³	1.200	0.06	15.00
	ไฟฟ้า=210 min.	100%	108.50	kw/hr					ฝุ่นหนังในถังดัก (0.01%)	0.01%	0.05	kg	3.1300	0.17	41.94
	ลม (ปั๊มลม)=210 min.	100%	2.71	kw/hr											
Russet Staking	น้ำประปา เพิ่มความชื้น	100%	0.10	m ³	หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 1 (125hides)	100%	536.20	kg	ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	28.66	kw/hr	0.5610	16.08	4,019.57
	ไฟฟ้า=55 min.	100%	27.96	kw/hr					น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	0.10	m ³	1.200	0.12	30.00
	ลม (ปั๊มลม)=55 min.	100%	0.70	kw/hr											
Chemical Preparation (PDS)	สารเคมีที่เป็นวัตถุดิบ (Pure Chemical Water Base)	100%	157.92	kg	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS (สีผสมแล้ว)	100%	157.92	kg	เศษหนังจากการทดลองสี	100%	0.54	kg	3.1300	1.68	419.42
	น้ำประปา	100%	0.20	m ³					Pre-Match (0.1%)	100%	0.20	m ³	1.200	0.24	60.00
	ไฟฟ้า=75 min.	100%	8.50	kw/hr					น้ำเสียปนเปื้อนสารเคมีจาก การล้าง	100%	8.50	kw/hr	0.5610	4.77	1,192.13
	เศษหนังสำหรับทดลอง	100%	0.54	kg					ไฟฟ้า	100%	8.50	kw/hr	0.5610	4.77	1,192.13
	Pre-Match (0.10%)	100%	0.54	kg											
Base Coat (Roll Base/ Roll Foam)	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS (สีผสมแล้ว)	100%	128.82	kg	หนังที่ทำสีรอบที่ 1 (125hides)	97.98%	651.06	kg	เศษหนังที่ทดลอง Add On และเศษหนังที่ตัดออก (0.10%)	0.08%	0.54	kg	3.1300	1.68	419.15
	หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 1 และแบ่งออกไปทดสอบ	100%	535.66	kg					ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	175.16	kw/hr	0.5610	98.26	24,566.19
	Pre-Match	100%	2.00	m ³					สีส่วนเกิน (10%)	1.94%	12.88	kg	0.3500	4.51	1,127.18
	น้ำหล่อระบบ	100%	170.90	kw/hr					น้ำเสียปนสารเคมี	100%	2.00	m ³	1.200	2.40	600.00
	ไฟฟ้า=40 min.	100%	4.26	kgw/hr											
	ลม (ปั๊มลม)=40 min.	100%	4.26	kgw/hr											
Air Off	ไฟฟ้า=50 min.	100%	433.33	kw/hr	หนังที่ผ่านการอบ รอบที่ 1 (125hides)	98.22%	639.47	kg	ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	444.14	kw/hr	0.5610	249.16	62,290.64
	ลม (ปั๊มลม)=50 min.	100%	10.81	kgw/hr					ไอน้ำร้อนจากการอบระเหย น้ำออก (10%ของสารเคมี)	1.78%	11.59	kg	0.0264	0.31	76.52

ตารางที่ 3.5 ปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) สำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (ต่อ)

กระบวนการย่อย (Unit Process)/ ขั้นตอนการผลิต (Process)	ปริมาณสารขาเข้า (Input)				ปริมาณสารขาออก (Output)								Greenhouse Gases(GHGs) : CO ₂ Emissions		
					ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)				สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)				Emission Factor	kg CO ₂ e/ Lot	kg. CO ₂ e/ Month
	Item	%	Quantity	Unit	Item	%	Quantity	Unit	Item	%	Quantity	Unit			
Inter Milling	น้ำเพิ่มความชื้น	100%	0.05	m ³	หนังที่ผ่านการ				ฝุ่นหนังในถังตก (0.01%)	0.01%	0.05	kg	3.1300	0.16	39.13
	ไฟฟ้า=40 min.	100%	20.67	kw/hr	Milling ครั้งที่ 2	99.99%	639.42	kg	น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	0.05	m ³	1.200	0.06	15.00
	ลม (ปั๊มลม)=40 min.	100%	0.52	kgw/hr	(125hides)				ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	21.19	kw/hr	0.5610	11.89	2,971.90
Staking	น้ำเพิ่มความชื้น	100%	0.10	m ³	หนังที่ผ่าน Staking				ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	28.66	kw/hr	0.5610	16.078	4,019.57
	ไฟฟ้า=55 min.	100%	27.96	kw/hr	ครั้งที่ 2 (125hides)	100%	639.42	kg	น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	0.10	m ³	1.200	0.12	30.00
	ลม (ปั๊มลม)=55 min.	100%	0.70	kgw/hr											
Emboss	ไฟฟ้า=135 min.	100%	101.25	kw/hr	หนังที่ผ่านการขึ้น ลาย (125hides)	100%	639.42	kg	ไฟฟ้า	100%	101.25	kw/hr	0.5610	56.80	14,200.31
Stake Dedust	น้ำหล่อระบบ	100%	0.10	m ³	หนังที่ผ่าน Staking				ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	28.66	kw/hr	0.5610	16.078	4,019.57
	ไฟฟ้า=55 min.	100%	27.96	kw/hr	ครั้งที่ 3 (125hides)	100%	639.42	kg	น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	0.10	m ³	1.200	0.12	30.00
	ลม (ปั๊มลม)=55 min.	100%	0.70	kgw/hr											
Top Coat (Top Star/ Top Spray)	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS	100%	29.10	kg	หนังที่ทำสีรอบที่ 2 (125hides)	99.25%	663.51	kg	ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	227.59	kw/hr	0.5610	127.68	31,919.50
	น้ำประปา	100%	2.00	m ³					เศษหนังที่ตัดออก/เศษหนังจาก	0.10%	0.64	kg	3.1300	2.00	500.34
	ไฟฟ้า=30 min.	100%	222.05	kw/hr					การทำ Add On (0.10%)						
	ลม (ปั๊มลม)=30 min.	100%	5.54	kgw/hr					น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	2.00	m ³	1.200	2.40	600.00
Air Off	ไฟฟ้า=50 min.	100%	433.33	kw/hr	หนังที่ผ่านการอบ	99.81%	662.27	kg	สีส่วนเกิน (15%)	0.65%	4.37	kg	0.3500	1.53	381.94
	ลม (ปั๊มลม)=50 min.	100%	10.81	kgw/hr	รอบที่ 2 (125hides)				ไอความร้อนจากการอบระเหย	0.19%	1.24	kg	0.0264	0.033	8.16
Final Stake and Measuring	ไฟฟ้า=75 min.	100%	28.13	kw/hr	Finish Hide พร้อม				น้ำออก (5%ของสารเคมี)						
	ลม (ปั๊มลม)=75 min.	100%	0.65	kgw/hr	ส่งตัด (125hides)	100%	662.27	kg	ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	444.14	kw/hr	0.5610	249.16	62,290.64
ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) : NON-PRODUCT/ WASTE														942.07	235,517.37
ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) : PRODUCT (Finish Hide 662.27 kg)														1,717.51	429,377.56
ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) โดยรวมทั้งหมด														2,659.58	664,894.92

ผลที่ได้จากการคำนวณพบว่ากระบวนการผลิตหนังเคลือบสีมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 664.89 tons CO₂e/Month โดยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากผลิตภัณฑ์ (Product) คิดเป็น 429.38 tons CO₂e/Month และจากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/ของเสีย (Non-Product/Waste) คิดเป็น 235.52 tons CO₂e/Month

ตารางที่ 3.6 ปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) สำหรับกระบวนการตัดชิ้น

กระบวนการย่อย (Unit Process)/ ขั้นตอนการผลิต (Process)	ปริมาณสารขาเข้า (Input)				ปริมาณสารขาออก (Output)								Greenhouse Gases(GHGs) : CO ₂ Emissions		
					ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)				สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)				Emission Factor	kg CO ₂ e/ Week	kg. CO ₂ e/ Month
	Item	%	Quantity	Unit	Item	%	Quantity	Unit	Item	%	Quantity	Unit			
Chalking	Finish Hide หนึ่งผ่านการผลิตสัปดาห์ (8000 Hides/Week)	100%	42,385.28	kg	หนึ่งผ่านการผลิต Chalk	100%	42,385.28	kg	เศษ Chalk	100%	0.46	kg	0.0029	0.0013	0.01
	Chalk	100%	0.46	kg					ผ้าเช็ดหนัง	100%	10.00	kg	2.1100	21.10	84.40
	ผ้าเช็ดหนัง	100%	10.00	kg					ไฟฟ้า	100%	307.00	kw/hr	0.5610	172.23	688.91
	ไฟฟ้า/แสงสว่าง=100 hrs	100%	307.00	kw/hr											
Nesting and Cutting	ลู่มือจับ Die	100%	9.80	kg	ชิ้นงานตัดเป็น Cut Parts	63%	26,702.73	kg	เศษหนังจากการตัด (UT 63%)	37%	15,682.55	kg	3.1300	49,086.39	196,345.57
	ไฟฟ้า=100 hrs	100%	3,000.00	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	3,886.05	kw/hr	0.5610	2,180.07	8,720.30
	ลม (ปั๊มลม)=100 hrs	100%	886.05	kw/hr					เศษถุงมือเสื่อมสภาพ	100%	9.80	kg	2.1100	20.68	82.71
	บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	100%	114.00	kg					บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	100%	114.00	kg	1.1983	136.61	546.42
Inspection	ผ้าเช็ดหนัง	100%	25.92	kg	ชิ้นงานผ่านการตรวจสอบ	98%	26,168.67	kg	เศษผ้าเช็ดมือ	100%	25.92	kg			
	น้ำผสม BS88 เพื่อเช็ดหนัง	100%	0.040	m ³					น้ำยาผสมเพื่อเช็ดหนัง	100%	0.040	m ³			
	ไฟฟ้า=100 hrs	100%	2,000.00	kw/hr					ไฟฟ้า=100 hrs	100%	2,000.00	kw/hr			
									หนังเสียจากการตรวจพบ (2%)	2%	534.05	kg			
Skiving	ไฟฟ้า=100 hrs	100%	1,320.00	kw/hr	ชิ้นงานผ่านการตัดชิ้น	99.99%	26,166.06	kg	เศษขนหนัง (Fiber)=0.01%	0.01%	2.62	kg	3.1300	8.19	32.76
	ลม (ปั๊มลม)=100 hrs	100%	129.80	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	1,449.80	kw/hr	0.5610	813.34	3,253.35
Flesh Coat	สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ	100%	500.00	kg	ชิ้นงานผ่านการเลือกขาว	99.76%	26,602.97	kg	สารเคมีส่วนเกิน (10%)	0.19%	50.00	kg	0.3500	17.50	70.00
	น้ำหล่อระบบ	100%	1.00	m ³					น้ำเสียปนสารเคมี	100%	1.00	m ³	1.2000	1.200	4.80
	ไฟฟ้า=100 hrs	100%	3,000.00	kw/hr					เศษหนังเสีย (0.05%)	0.05%	13.08	kg	3.1300	40.95	163.80
	ลม (ปั๊มลม)=100 hrs	100%	886.05	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	3,886.05	kw/hr	0.5610	2,180.07	8,720.30
Perforation	กระดาษทรายฟ (สีน้ำตาล)	100%	6,000.00	kg	ชิ้นงานผ่านการเจาะรู	99.95%	26,589.67	kg	เศษกระดาษทรายฟที่ใช้แล้ว	100%	6,000.00	kg	1.1614	6,968.40	27,873.60
	ไฟฟ้า=100 hrs	100%	1,260.00	kw/hr					เศษหนังเสีย (0.05%)	0.05%	13.30	kg	3.1300	41.63	166.53
	ลม (ปั๊มลม)=100 hrs	100%	372.35	kw/hr					ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	1,632.35	kw/hr	0.5610	915.75	3,662.99
Click Press (Cutting)	ไฟฟ้า=50 hrs	100%	500.00	kw/hr	ชิ้นงานผ่านการตัด พร้อมบรรจุกล่อง	99.50%	26,456.72	kg	ไฟฟ้า (รวมปั๊มลม)	100%	647.68	kw/hr	0.5610	363.35	1,453.39
	บอร์ดรองตัด	100%	100.00	kg					เศษหนังจากการตัดขายไม่ได้ (0.50%)	0.50%	132.95	kg	3.1300	416.13	1,664.51
	ลม=50 hrs	100%	147.68	kw/hr					เศษบอร์ด/บอร์ดเสื่อมสภาพ	100%	100.00	kg	1.1983	119.83	479.32
Packing & Dock Audit	กล่องกระดาษสำหรับแพ็ค	100%	333.25	kg	ชิ้นงาน Cut Part บรรจุในกล่อง	99.98%	26,878.71	kg	ไฟฟ้า	100%	300.00	kw/hr	0.5610	168.30	673.20
	กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	100%	93.00	kg					กระดาษเสีย (1%)	0.004%	0.93	kg	1.1614	1.08	4.32
	ไฟฟ้า/แสงสว่าง=100 hrs	100%	300.00	kw/hr					กล่องเสีย (1%)	0.014%	3.33	kg	0.8260	2.75	11.00
									ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) : NON-PRODUCT/ WASTE				63,675.55	254,702.21	
									ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) : PRODUCT (ชิ้นงาน Cut Parts 26,456.72 kg)				83,188.98	332,755.91	
									ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) โดยรวมทั้งหมด				146,864.53	587,458.12	

ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี

ขั้นตอนการผลิต (Process)		ปริมาณสารขาเข้า (Input)						ปริมาณสารขาออก (Output)											
หน่วยย่อย (Quantity Centre)	ประเภทต้นทุน	Item	%	Quantity	Costs/Unit (THB)	Unit	Costs (THB)	ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า (Positive Products)					สินค้าที่ไม่มีมูลค่า (Negative Products)						
								Item	%	Quantity	Unit	Costs (THB)	Item	%	Quantity	Unit	Costs (THB)		
QA Inspection	หนังผ่านการตรวจจาก QA	หนังฟอกสี 125 hides	100%	537.06	676.00	kg	363,052.56	หนังฟอกสีผ่านการตรวจ 125 hides	99.85%	536.25	kg	362,505.00	เศษหนังตัดทดลอง	0.15%	0.81	kg	547.59		
		สารเคมีที่เป็นวัตถุติด	100%	158.00	186.63	kg	29,487.54	สารเคมีผ่านการตรวจสอบ	99.95%	157.92	kg	29,472.61	สารเคมีที่เจือปน	0.05%	0.08	kg	14.74		
		ไฟฟ้า (150 min.)	100%	341.94	3.78	kw/hr	1,292.53	ไฟฟ้า (150 min.)	95%	324.84	kw/hr	1,227.91	ไฟฟ้า (150 min.)	5%	17.10	kw/hr	64.64		
		ค่าแรงงาน 4 คน	100%	150.00	0.83	min.	498.00	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	150.00	min.	498.00							
		น้ำประปา	100%	0.01	17.00	m³	0.17	น้ำประปา	100%	0.01	m³	0.17							
		Waste Management Cost (THB)	100%	0.01	700.00	m³	7.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	0.01	m³	7.00		
Total Costs							394,337.80	Total Costs					393,703.69	Total Costs					633.98
Russet Mill	หนังที่ผ่านการ Milling ครั้งที่ 1	หนังฟอกสี 125 hides	100%	536.25	676.00	kg	362,505.00	หนังที่ผ่านการ Milling (125 hides)	99.99%	536.20	kg	362,471.20	ฝุ่นหนังในถังตก	0.01%	0.05	kg	33.80		
		ไฟฟ้า (210 min.)	100%	108.50	3.78	kw/hr	410.13	ไฟฟ้ารวมกับลม	95%	105.65	kw/hr	399.36	ไฟฟ้ารวมกับลม	5%	5.56	kw/hr	21.02		
		ลม/ใบลม (210 min.)	100%	2.71	3.78	kw/hr	10.24												
		ค่าแรงงาน 2 คน	100%	210.00	0.83	min.	348.60	ค่าแรงงาน 2 คน	100%	210.00	min.	348.60							
		น้ำประปาเพื่อเพิ่มความชื้น	100%	0.05	17.00	m³	0.85	น้ำประปาเพื่อเพิ่มความชื้น	100%	0.05	m³	0.85							
		Waste Management Cost (THB)	100%	0.05	700.00	m³	35.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	0.05	m³	35.00		
Total Costs							363,309.82	Total Costs					363,220.01	Total Costs					89.82
Russet Stake	หนังที่ผ่านการ Staking ครั้งที่ 1	หนังฟอกสี 125 hides	100%	536.20	676.00	kg	362,471.20	หนังที่ผ่านการ Staking (125 hides)	100.00%	536.20	kg	362,471.20							
		ไฟฟ้า (55 min.)	100%	27.96	3.78	kw/hr	105.69	ไฟฟ้ารวมกับลม	95%	27.23	kw/hr	102.92	ไฟฟ้ารวมกับลม	5%	1.43	kw/hr	5.41		
		ลม/ใบลม (55 min.)	100%	0.70	3.78	kw/hr	2.65												
		ค่าแรงงาน 4 คน	100%	55.00	0.83	min.	182.60	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	55.00	min.	182.60							
		น้ำประปาเพื่อเพิ่มความชื้น	100%	0.10	17.00	m³	1.70	น้ำประปาเพื่อเพิ่มความชื้น	100%	0.10	m³	1.70							
		Waste Management Cost (THB)	100%	0.10	700.00	m³	70.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	0.10	m³	70.00		
Total Costs							362,833.83	Total Costs					362,758.42	Total Costs					75.41
Chemical Preparation (PDS)	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS	สารเคมีที่เป็นวัตถุติด	100%	157.92	186.63	kg	29,472.61	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS	100.00%	157.92	kg	29,472.61							
		เศษหนังสำหรับทดลอง	100%	0.54	676.00	kg	365.04						เศษหนังสำหรับทดลอง	100%	0.54	kg	365.04		
		Pre-Match (0.10%)											Pre-Match						
		ไฟฟ้า (75 min.)	100%	8.50	3.78	kw/hr	32.13	ไฟฟ้า (75 min.)	95%	8.08	kw/hr	30.52	ไฟฟ้า	5%	0.42	kw/hr	1.59		
		ค่าแรงงาน 2 คน	100%	75.00	0.83	min.	124.50	ค่าแรงงาน 2 คน	100%	75.00	min.	124.50							
		น้ำประปา	100%	0.20	17.00	m³	3.40	น้ำประปา	100%	0.20	m³	3.40							
Total Costs							30,137.68	Total Costs					29,631.03	Total Costs					506.63
Base Coat (Roll Base/Roll Foam)	หนังที่ผ่านการทำสีรอบที่ 1	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS	100%	128.82	186.63	kg	24,041.68	หนังที่ผ่านการทำสีรอบที่ 1	97.98%	651.06	kg	383,379.00	เศษหนังที่ทดลอง Add On	0.08%	0.54	kg	365.04		
		หนังที่ผ่าน Staking	100%	535.66	676.00	kg	362,106.16	ไฟฟ้ารวมกับลม	95%	166.40	kw/hr	628.99	สีส่วนเกิน (10%)	1.94%	12.88	kg	2,403.79		
		ไฟฟ้า (40 min.)	100%	170.90	3.78	kw/hr	646.00						ไฟฟ้ารวมกับลม	5%	8.76	kw/hr	33.11		
		ลม/ใบลม (40 min.)	100%	4.26	3.78	kw/hr	16.10												
		ค่าแรงงาน 4 คน	100%	40.00	0.83	min.	132.80	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	40.00	min.	132.80							
		น้ำหล่อระบบ	100%	2.00	17.00	m³	34.00	น้ำหล่อระบบ	100%	2.00	m³	34.00							
Total Costs							388,376.74	Total Costs					384,174.79	Total Costs					4,201.95
Air Off	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 1	หนังที่ผ่านการทำสีรอบที่ 1	100%	651.06	676.00/186.63	kg	383,402.19	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 1	98.22%	639.47	kg	381,215.96	ไอน้ำร้อนจากการอบ	1.78%	11.59	kg	2,186.22		
		ไฟฟ้า (50 min.)	100%	433.33	3.78	kw/hr	1,637.99	ไฟฟ้ารวมกับลม	95%	421.93	kw/hr	1,594.90	ไฟฟ้ารวมกับลม	5%	22.21	kw/hr	83.95		
		ลม/ใบลม (50 min.)	100%	10.81	3.78	kw/hr	40.86												
		ค่าแรงงาน 4 คน	100%	50.00	0.83	min.	166.00	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	50.00	min.	166.00							
Total Costs							385,247.04	Total Costs					382,976.86	Total Costs					2,270.18
Inter Mill	หนังที่ผ่านการ Milling ครั้งที่ 2	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 1	100%	639.47	676.00/186.63	kg	381,215.96	หนังที่ผ่านการ Milling ครั้งที่ 2	99.99%	639.42	kg	381,182.16	ฝุ่นหนังในถังตก (0.01%)	0.01%	0.05	kg	33.80		
		ไฟฟ้า (40 min.)	100%	20.67	3.78	kw/hr	78.13	ไฟฟ้ารวมกับลม	95%	20.13	kw/hr	76.09	ไฟฟ้ารวมกับลม	5%	1.06	kw/hr	4.01		
		ลม/ใบลม (40 min.)	100%	0.52	3.78	kw/hr	1.97												
		ค่าแรงงาน 2 คน	100%	40.00	0.83	min.	66.40	ค่าแรงงาน 2 คน	100%	40.00	min.	66.40							
		น้ำเพิ่มความชื้น	100%	0.05	17.00	m³	0.85	น้ำเพิ่มความชื้น	100%	0.05	m³	0.85							
		Waste Management Cost (THB)	100%	0.05	700.00	m³	35.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	0.05	m³	35.00		
Total Costs							381,398.31	Total Costs					381,325.50	Total Costs					72.81

ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับกระบวนการผลิตหนังสือ (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต (Process)		ปริมาณสารขาเข้า (Input)						ปริมาณสารขาออก (Output)									
								ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า (Positive Products)				สินค้าที่ไม่มีมูลค่า (Negative Products)					
หน่วยย่อย (Quantity Centre)	ประเภทต้นทุน	Item	%	Quantity	Costs/Unit (THB)	Unit	Costs (THB)	Item	%	Quantity	Unit	Costs (THB)	Item	%	Quantity	Unit	Costs (THB)
Staking	Material Cost (THB)	หนังที่ผ่านการ Milling ครั้งที่ 2	100%	639.42	676.00/ 186.63	kg	381,182.16	หนังที่ผ่านการ Staking ครั้งที่ 2	100.00%	639.42	kg	381,182.16					
หนังที่ผ่านการ Staking ครั้งที่ 2	Energy Cost (THB)	ไฟฟ้า (55 min.)	100%	27.96	3.78	kw/hr	105.69	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	95%	27.23	kw/hr	102.93	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	5%	1.43	kw/hr	5.41
		ลม/บ่มเลน (55 min.)	100%	0.70	3.78	kw/hr	2.65										
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	55.00	0.83	min.	182.60	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	55.00	min.	182.60					
	Waste Management Cost (THB)	น้ำเพื่อความสะดวก	100%	0.10	17.00	m ³	1.70	น้ำเพื่อความสะดวก	100%	0.10	m ³	1.70					
		ค่ากำจัดน้ำเสีย	100%	0.10	700.00	m ³	70.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	0.10	m ³	70.00
		Total Costs					381,544.80	Total Costs				381,469.39	Total Costs				75.41
Emboss	Material Cost (THB)	หนังที่ผ่านการ Staking ครั้งที่ 2	100%	639.42	676.00/ 186.63	kg	381,182.16	หนังที่ผ่านการขึ้นลาย	100.00%	639.42	kg	381,182.16					
หนังที่ผ่านการขึ้นลาย	Energy Cost (THB)	ไฟฟ้า (135 min.)	100%	101.25	3.78	kw/hr	382.73	ไฟฟ้า (135 min.)	95%	96.19	kw/hr	363.60	ไฟฟ้า	5%	5.06	kw/hr	19.13
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	135.00	0.83	min.	448.20	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	135.00	min.	448.20					
	Waste Management Cost (THB)	-															
		Total Costs					382,013.09	Total Costs				381,993.96	Total Costs				19.13
Stake Dedust	Material Cost (THB)	หนังที่ผ่านการขึ้นลาย	100%	639.42	676.00/ 186.63	kg	381,182.16	หนังที่ผ่านการ Staking ครั้งที่ 3	100.00%	639.42	kg	381,182.16					
หนังที่ผ่านการ Staking ครั้งที่ 3	Energy Cost (THB)	ไฟฟ้า (55 min.)	100%	27.96	3.78	kw/hr	105.69	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	95%	27.23	kw/hr	102.93	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	5%	1.43	kw/hr	5.41
		ลม/บ่มเลน (55 min.)	100%	0.70	3.78	kw/hr	2.65										
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	55.00	0.83	min.	182.60	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	55.00	min.	182.60					
	Waste Management Cost (THB)	น้ำประปา	100%	0.10	17.00	m ³	1.70	น้ำประปา	100%	0.10	m ³	1.70					
		ค่ากำจัดน้ำเสีย	100%	0.10	700.00	m ³	70.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	0.10	m ³	70.00
		Total Costs					381,544.80	Total Costs				381,469.39	Total Costs				75.41
Top Coat (Top Star/ Top Spray)	Material Cost (THB)	สารเคมีที่เตรียมจาก PDS	100%	29.10	186.63	kg	5,430.93	หนังที่ผ่านการทำสีรอบที่ 2	99.25%	663.51	kg	385,364.88	เศษหนังที่ทดลองและตัดออก	0.10%	0.64	kg	432.64
หนังที่ผ่านการทำสีรอบที่ 2	Energy Cost (THB)	หนังที่ผ่าน Staking ครั้งที่ 3	100%	639.42	676.00/ 186.63	kg	381,182.16	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	95%	216.21	kw/hr	817.27	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	0.65%	4.37	kg	815.57
		ไฟฟ้า (30 min.)	100%	222.05	3.78	kw/hr	839.35					ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	5%	11.38	kw/hr	43.02	
		ลม/บ่มเลน (30 min.)	100%	5.54	3.78	kw/hr	20.94										
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 6 คน	100%	30.00	0.83	min.	149.40	ค่าแรงงาน 6 คน	100%	30.00	min.	149.40					
	Waste Management Cost (THB)	น้ำประปา	100%	2.00	17.00	m ³	34.00	น้ำประปา	100%	2.00	m ³	34.00					
		ค่ากำจัดน้ำเสีย	100%	2.00	700.00	m ³	1,400.00						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	2.00	m ³	1,400.00
		Total Costs					389,056.78	Total Costs				386,365.55	Total Costs				2,691.23
Air Off	Material Cost (THB)	หนังที่ผ่านการทำสีรอบที่ 2	100%	663.51	676.00/ 186.63	kg	385,364.88	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 2	99.81%	662.27	kg	385,133.46	โอความร้อนจากกรอบ	0.19%	1.24	kg	231.42
หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 2	Energy Cost (THB)	ไฟฟ้า (50 min.)	100%	433.33	3.78	kw/hr	1,637.99	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	95%	421.93	kw/hr	1,594.90	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	5%	22.21	kw/hr	83.95
		ลม/บ่มเลน (50 min.)	100%	10.81	3.78	kw/hr	40.86										
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	50.00	0.83	min.	166.00	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	50.00	min.	166.00					
	Waste Management Cost (THB)	-															
		Total Costs					387,209.73	Total Costs				386,894.35	Total Costs				315.38
Final Stake and Measuring	Material Cost (THB)	หนังที่ผ่านการอบรอบที่ 2	100%	662.27	676.00/ 186.63	kg	385,133.46	Finish Hide พร้อมส่งตัด	100.00%	662.27	kg	385,133.46					
Finish Hide พร้อมส่งตัด	Energy Cost (THB)	ไฟฟ้า (75 min.)	100%	28.13	3.78	kw/hr	106.33	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	95%	27.34	kw/hr	103.35	ไฟฟ้ารวมบ่มเลน	5%	1.44	kw/hr	5.44
		ลม/บ่มเลน (75 min.)	100%	0.65	3.78	kw/hr	2.46										
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	75.00	0.83	min.	249.00	ค่าแรงงาน 4 คน	100%	75.00	min.	249.00					
	Waste Management Cost (THB)	-															
		Total Costs					385,491.25	Total Costs				385,485.80	Total Costs				5.44
QA Final Color and Lab Test	Material Cost (THB)	Finish Hide พร้อมส่งตัด	100%	662.27	676.00/ 186.63	kg	385,133.46	Finish Hide ผ่านการตรวจพร้อมส่งตัด	99.83%	661.15	kg	384,400.81	เศษหนังที่ทดสอบ	0.17%	1.12	kg	732.65
Finish Hide ผ่านการตรวจพร้อมส่งตัด	Energy Cost (THB)	สารเคมีสำหรับทดสอบ	100%	0.03	186.63	kg	5.60	สารเคมีสำหรับทดสอบ	100%	0.03	kg	5.60					
		ไฟฟ้า/แสงสว่าง (3 hrs.)	100%	365.76	3.78	kw/hr	1,382.57	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (3 hrs.)	95%	347.47	kw/hr	1,314.44	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (3 hrs.)	5%	18.29	kw/hr	69.14
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 3 คน	100%	3.00	50.00	hrs.	450.00	ค่าแรงงาน 3 คน	100%	3.00	hrs.	450.00					
	Waste Management Cost (THB)	น้ำประปา	100%	5.00	17.00 THB/m ³	Liter	0.09	น้ำประปา	100%	5.00	Liter	0.09					
		ค่ากำจัดน้ำเสีย	100%	5.00	700 THB/m ³	Liter	3.50						น้ำใช้/น้ำเสียปนเปื้อน	100%	5.00	Liter	3.50
		Total Costs					386,975.22	Total Costs				386,169.93	Total Costs				805.29

ตารางที่ 3. 8 การวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับกระบวนการตัดชิ้น

ขั้นตอนการผลิต (Process)		ปริมาณสารขาเข้า (Input)						ปริมาณสารขาออก (Output)										
หน่วยย่อย (Quantity Centre)	ประเภทต้นทุน	Item	%	Quantity	Costs/Unit (THB)	Unit	Costs (THB)	ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า (Positive Products)				สินค้าที่ไม่มีมูลค่า (Negative Products)						
								Item	%	Quantity	Unit	Costs (THB)	Item	%	Quantity	Unit	Costs (THB)	
หน่วยทำการ ตรวจสอบรอยตำหนิ โดยการ Chalk	Material Cost (THB)	หมึกสำหรับการเคลือบสี (Fresh Hide)	100%	42,385.28	807.00	kg	34,204,920.96	หมึกสำหรับการ Chalk	100%	42,385.28	kg	34,204,920.96	เศษ Chalk สำหรับบรรจุ	2.00%	0.01	kg	10.53	
		Chalk สำหรับบรรจุ	100%	0.46	#####	kg	484.21	Chalk สำหรับบรรจุ	98.00%	0.45	kg	473.68						
		ผ้าเช็ดหน้า	100%	10.00	324.07	kg	3,240.70	ผ้าเช็ดหน้า	100%	10.00	kg	3,240.70						
		ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	100%	307.00	3.78	kw/hr	1,160.46	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	95%	291.65	kw/hr	1,102.44	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	5%	15.35	kw/hr	58.02	
		ค่าจัดการส่งน้ำเสีย	100%	10.00	100.00	kg	1,000.00	ค่าจัดการส่งน้ำเสีย	100%	10.00	kg	1,000.00						
	Waste Management Cost (THB)	ค่าแรงงาน 48 คน/กะ	100%	30.00	50.00	hrs.	72,000.00	ค่าแรงงาน 48 คน/กะ	100%	30.00	hrs.	72,000.00						
	Total Costs							34,282,806.33	Total Costs				34,281,737.78	Total Costs				
ชิ้นงานตัดเป็น Cut Parts	Material Cost (THB)	หมึกสำหรับการ Chalk	100%	42,385.28	807.00	kg	34,204,920.96	ชิ้นงานตัดเป็น Cut Parts (UT 63%)	63.00%	26,702.73	kg	21,549,103.11	เศษหมึกจากการตัด	37.00%	15,682.55	kg	12,655,817.85	
		ดุมยึด Die	100%	9.80	#####	kg	13,999.99	ดุมยึด Die	100%	9.80	kg	13,999.99	บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	20%	22.80	kg	6,703.20	
		บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	100%	114.00	294.00	kg	33,516.00	บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	80%	91.20	kg	26,812.80						
		ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	100%	3,000.00	3.78	kw/hr	11,340.00	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	95%	2,850.00	kw/hr	10,773.00	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	5%	150.00	kw/hr	567.00	
		ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	100%	886.05	3.78	kw/hr	3,349.27	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	95%	841.75	kw/hr	3,181.82	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	5%	44.30	kw/hr	167.45	
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 48 คน/กะ	100%	70.00	50.00	hrs.	168,000.00	ค่าแรงงาน 48 คน/กะ	100%	70.00	hrs.	168,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
Total Costs							34,435,126.22	Total Costs				21,771,870.71	Total Costs					12,663,255.50
ชิ้นงานทำการ ตรวจสอบสภาพภายนอก	Material Cost (THB)	ชิ้นงานตัดเป็น Cut Parts	100%	26,702.73	807.00	kg	21,549,103.11	ชิ้นงานทำการตรวจสอบสภาพภายนอก	98.00%	26,168.67	kg	21,118,116.69	ชิ้นงานไม่ผ่านการตรวจ	2.00%	534.06	kg	430,986.42	
		ผ้าเช็ดหน้า	100%	25.92	324.07	kg	8,399.89	ผ้าเช็ดหน้า	100%	25.92	kg	8,399.89						
		น้ำผสม B588 เพื่อเช็ดหน้า	100%	0.04	#####	m	40.00	น้ำผสม B588 เพื่อเช็ดหน้า	100%	0.04	m	40.00						
		ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	100%	2,000.00	3.78	kw/hr	7,560.00	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	95%	1,900.00	kw/hr	7,182.00	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	5%	100.00	kw/hr	378.00	
		ค่าจัดการส่งน้ำเสีย	100%	25.92	100.00	kg	2,592.00	ค่าจัดการส่งน้ำเสีย	100%	25.92	kg	2,592.00						
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 48 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	240,000.00	ค่าแรงงาน 48 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	240,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
Total Costs							21,807,695.00	Total Costs				21,373,738.58	Total Costs					433,956.42
ชิ้นงานทำการ ตัดชน (Fiber)	Material Cost (THB)	ชิ้นงานทำการตรวจสอบสภาพ	100%	26,168.67	807.00	kg	21,118,116.69	ชิ้นงานทำการตัดชน (Fiber)	99.99%	26,166.06	kg	21,116,010.42	เศษหมึก (Fiber)	0.01%	2.61	kg	2,106.27	
		ไฟฟ้า (100 hrs.)	100%	1,320.00	3.78	kw/hr	4,989.60	ไฟฟ้า (100 hrs.)	95%	1,254.00	kw/hr	4,740.12	ไฟฟ้า (100 hrs.)	5%	66.00	kw/hr	249.48	
		ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	100%	129.80	3.78	kw/hr	490.64	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	95%	123.31	kw/hr	466.11	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	5%	6.49	kw/hr	24.53	
		ค่าแรงงาน 2 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	10,000.00	ค่าแรงงาน 2 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	10,000.00						
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 2 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	10,000.00	ค่าแรงงาน 2 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	10,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
	Total Costs							21,133,596.93	Total Costs				21,131,216.65	Total Costs				
ชิ้นงานทำการ เคลือบขาว	Material Cost (THB)	ชิ้นงานทำการตัดชน (Fiber)	100%	26,166.06	807.00	kg	21,116,010.42	ชิ้นงานทำการเคลือบขาว	99.76%	26,602.98	kg	21,189,438.36	สารเคมีส่วนเกิน (10% ของสารผสม)	0.19%	50.00	kg	9,331.50	
		สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ	100%	500.00	186.63	kg	93,315.00					เศษหมึกเสีย (0.05%)	0.05%	13.08	kg	10,555.56		
		ไฟฟ้า (100 hrs.)	100%	3,000.00	3.78	kw/hr	11,340.00	ไฟฟ้า (100 hrs.)	95%	2,850.00	kw/hr	10,773.00	ไฟฟ้า (100 hrs.)	5%	150.00	kw/hr	567.00	
		ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	100%	886.05	3.78	kw/hr	3,349.27	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	95%	841.75	kw/hr	3,181.82	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	5%	44.30	kw/hr	167.45	
		ค่าแรงงาน 2 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	10,000.00	ค่าแรงงาน 2 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	10,000.00						
	System Cost (THB)	น้ำหล่อระบบ	100%	1.00	17.00	m ³	17.00	น้ำหล่อระบบ	100%	1.00	m ³	17.00						
	Waste Management Cost (THB)	ค่ากำจัดน้ำเสีย	100%	1.00	700.00	m ³	700.00					ค่ากำจัดน้ำเสีย	100%	1.00	m ³	700.00		
Total Costs							21,234,731.69	Total Costs				21,131,216.65	Total Costs					2,380.28
Perforation	Material Cost (THB)	ชิ้นงานทำการเคลือบขาว	100%	26,602.98	807.00	kg	21,189,438.36	ชิ้นงานทำการเจาะรู	99.95%	26,589.67	kg	21,178,841.74	เศษหมึก/เศษหมึกจากการเจาะรู	0.05%	13.31	kg	10,596.62	
		กระดาษทราย (สีน้ำตาล)	100%	6,000.00	25.00	kg	150,000.00					กระดาษทรายที่ใช้แล้ว	100%	6,000.00	kg	150,000.00		
		ไฟฟ้า (100 hrs.)	100%	1,260.00	3.78	kw/hr	4,762.80	ไฟฟ้า (100 hrs.)	95%	1,197.00	kw/hr	4,524.66	ไฟฟ้า (100 hrs.)	5%	63.00	kw/hr	238.14	
		ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	100%	372.35	3.78	kw/hr	1,407.48	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	95%	353.73	kw/hr	1,337.10	ลม/ปั๊ม (100 hrs.)	5%	18.62	kw/hr	70.38	
		ค่าแรงงาน 8 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	40,000.00	ค่าแรงงาน 8 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	40,000.00						
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 8 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	40,000.00	ค่าแรงงาน 8 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	40,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
Total Costs							21,385,608.64	Total Costs				21,224,703.50	Total Costs					160,905.14
Click Press (Cutting)	Material Cost (THB)	ชิ้นงานทำการเจาะรู	100%	26,589.67	807.00	kg	21,178,841.74	ชิ้นงานทำการตัดสำหรับพร้อมบรรจุ	99.50%	26,456.72	kg	21,072,946.92	เศษหมึกจากการตัด	0.50%	132.95	kg	105,894.82	
		บอร์ดรองตัด (Click Press Board)	100%	100.00	413.00	kg	41,300.00	บอร์ดรองตัด (Cutting Board)	80%	80.00	kg	33,040.00	บอร์ดรองตัด (Click Press Board)	20%	20.00	kg	8,260.00	
		ไฟฟ้า (50 hrs.)	100%	500.00	3.78	kw/hr	1,890.00	ไฟฟ้า (50 hrs.)	95%	475.00	kw/hr	1,795.50	ไฟฟ้า (50 hrs.)	5%	25.00	kw/hr	94.50	
		ลม/ปั๊ม (50 hrs.)	100%	147.68	3.78	kw/hr	558.23	ลม/ปั๊ม (50 hrs.)	95%	140.30	kw/hr	530.33	ลม/ปั๊ม (50 hrs.)	5%	7.38	kw/hr	27.90	
		ค่าแรงงาน 4 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	20,000.00	ค่าแรงงาน 4 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	20,000.00						
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 4 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	20,000.00	ค่าแรงงาน 4 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	20,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
Total Costs							21,385,608.64	Total Costs				21,224,703.50	Total Costs					160,905.14
Packing and Dock Audit	Material Cost (THB)	ชิ้นงานทำการตัดสำเร็จ	100%	26,456.72	807.00	kg	21,072,946.92	ชิ้นงานทำการตัดสำเร็จ	100%	26,456.72	kg	21,072,946.92	กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	1%	3.33	kg	294.49	
		กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	100%	333.25	88.37	kg	29,449.30	กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	99%	329.92	kg	29,154.81	กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	1%	3.33	kg	294.49	
		กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	100%	93.00	44.53	kg	4,141.29	กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	99%	92.07	kg	4,099.88	กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	1%	0.93	kg	41.41	
		ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	100%	300.00	3.78	kw/hr	1,134.00	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	95%	285.00	kw/hr	1,077.30	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	5%	15.00	kw/hr	56.70	
		ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	120,000.00	ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	120,000.00						
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	120,000.00	ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	120,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
Total Costs							21,242,589.97	Total Costs				21,128,312.76	Total Costs					114,277.21
ชิ้นงานบรรจุกล่อง พร้อมส่ง	Material Cost (THB)	ชิ้นงานทำการตัดสำเร็จ	100%	26,456.72	807.00	kg	21,072,946.92	ชิ้นงานทำการตัดสำเร็จ	100%	26,456.72	kg	21,072,946.92	กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	1%	3.33	kg	294.49	
		กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	100%	333.25	88.37	kg	29,449.30	กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	99%	329.92	kg	29,154.81	กล่องกระดาษสำหรับบรรจุ	1%	3.33	kg	294.49	
		กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	100%	93.00	44.53	kg	4,141.29	กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	99%	92.07	kg	4,099.88	กระดาษสีน้ำตาล (4Pcs/Box)	1%	0.93	kg	41.41	
		ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	100%	300.00	3.78	kw/hr	1,134.00	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	95%	285.00	kw/hr	1,077.30	ไฟฟ้า/แสงสว่าง (100 hrs.)	5%	15.00	kw/hr	56.70	
		ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	120,000.00	ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	120,000.00						
	System Cost (THB)	ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	50.00	hrs.	120,000.00	ค่าแรงงาน 24 คน/กะ	100%	100.00	hrs.	120,000.00						
	Waste Management Cost (THB)																	
Total Costs							21,227,671.52	Total Costs				21,227,278.91	Total Costs					392.61

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

จากการวิเคราะห์ผลการปล่อย CO₂e จากกระบวนการย่อยต่างๆ สำหรับกระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finish Hide) และกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) เมื่อสรุปรวมข้อมูลการปล่อย CO₂e ต่อเดือนแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการเคลือบสี (Finish Hide)						ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO ₂ e) จากแหล่งต่างๆ ในกระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts)					
แหล่งที่มา	หน่วย	ปริมาณ/Lot	ปริมาณ/Month	kg CO ₂ e/ Lot	kg CO ₂ e/ Month	แหล่งที่มา	หน่วย	ปริมาณ/Lot	ปริมาณ/Month	kg CO ₂ e/ Lot	kg CO ₂ e/ Month
หนังเคลือบสีสำเร็จ Finish Hide	kg	662.27	165,567.50	1,717.51	429,377.56	ชิ้นงาน Cut Parts บรรจุในกล่อง	kg	26,878.71	107,514.85	83,188.98	332,755.91
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป	kw/hr	1,647.94	411,985.00	924.49	231,123.59	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป	kw/hr	12,108.93	48,435.72	6,793.11	27,172.44
น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ	m ³	4.60	1,150.00	5.52	1,380.00	น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ	m ³	1.00	4.00	1.200	4.80
ขยะจากกระบวนการ	kg	17.25	4,311.75	6.04	1,509.11	ขยะจากกระบวนการ	kg	6,288.52	25,154.06	7,287.95	29,151.78
เศษหนังจากกระบวนการ	kg	1.71	427.77	5.36	1,338.92	เศษหนังจากกระบวนการ	kg	15,841.89	63,367.55	49,585.10	198,340.42
ผู้ทอหนัง (Fiber) จากกระบวนการ	kg	0.10	25.90	0.32	81.07	ผู้ทอหนัง (Fiber) จากกระบวนการ	kg	2.62	10.47	8.19	32.76
ของเสียสู่บรรยากาศ	kg	12.83	3,207.69	0.34	84.68	ของเสียสู่บรรยากาศ	kg	-	-	-	-

ปริมาณ CO₂e ที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 762,133.47 kg CO₂e /Month

ปริมาณ CO₂e ที่ปล่อยออกมาจากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 490,219.57 kg CO₂e /Month

ปริมาณ CO₂e ที่ปล่อยออกมาทั้งหมด 1,252,353.04 kg CO₂e /Month

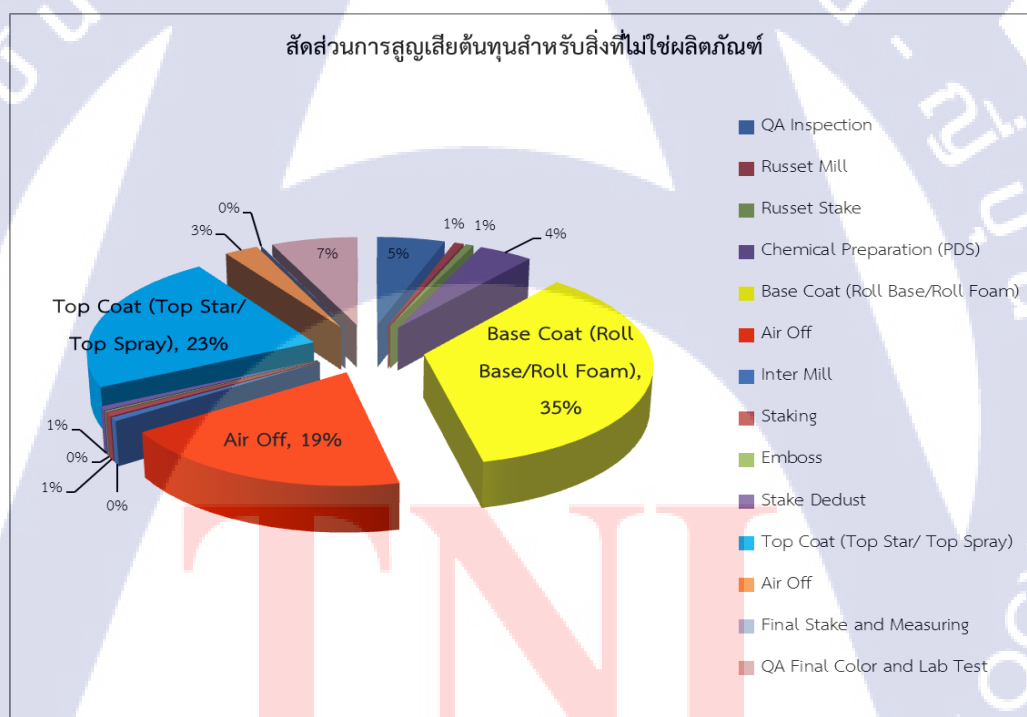
% สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO₂e เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ 64.32 %

พบว่าปริมาณการปล่อย CO₂e ที่ปล่อยออกมาตลอดกระบวนการผลิตหนังเคลือบสีจนถึงกระบวนการตัดชิ้นและได้ชิ้น Cut Parts บรรจุกล่องพร้อมส่ง ปริมาณการปล่อย CO₂e รวมทั้งหมด 1,252.35 tons CO₂e/Month โดยผลิตภัณฑ์ปล่อย CO₂e มีปริมาณ 762.13 tons CO₂e/Month และสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO₂e มีปริมาณ 490.22 tons CO₂e/Month เมื่อเทียบปริมาณการปล่อย CO₂e ระหว่างสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ พบว่าสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO₂e สูงถึง 64.32% เมื่อเทียบกับปริมาณ CO₂e ที่ผลิตภัณฑ์ปล่อยออกมา

สัดส่วนปริมาณการปล่อย CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากทั้งสองกระบวนการ พบว่ากระบวนการเคลือบสีมีการปล่อย CO₂e จากพลังงานที่ใช้สูงที่สุด กระบวนการย่อย Air Off ซึ่งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการปล่อย CO₂e ปริมาณสูงจากการใช้ไฟฟ้า สำหรับกระบวนการตัดชิ้นมีการปล่อย CO₂e จากเศษหนังในกระบวนการปริมาณสูง แหล่งที่ปล่อย CO₂e ปริมาณสูงเกิดจากเศษหนังในกระบวนการ Nesting and Cutting ดังนั้นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปล่อย CO₂e ปริมาณสูง จึงเป็นจุดที่ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อหาแนวทางลดปริมาณการปล่อย CO₂e จากกระบวนการนั้น

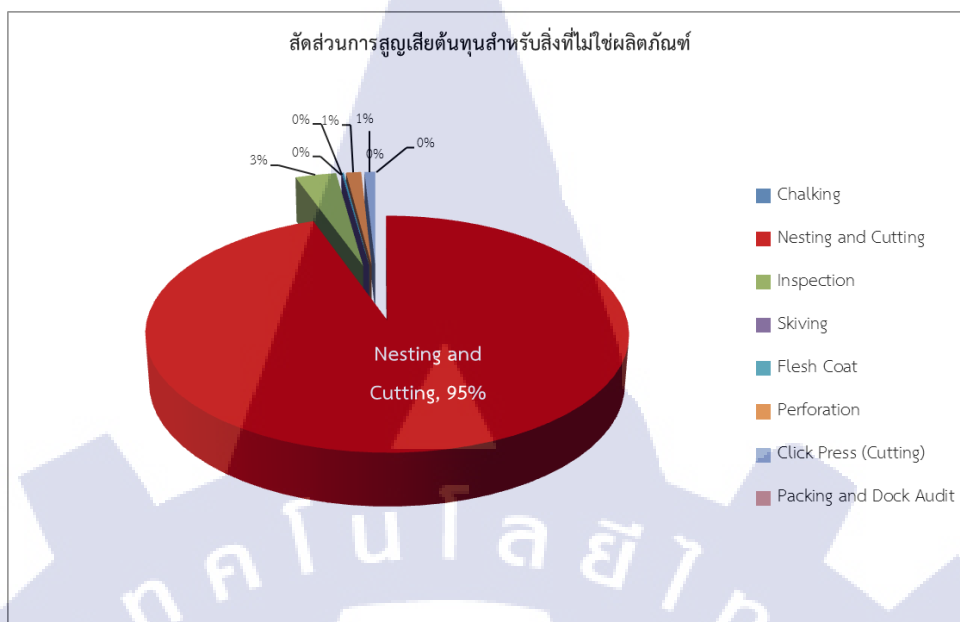
4.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนโดยวิธีการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

จากการวิเคราะห์และทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ข้อมูลแบ่งออกเป็นต้นทุน 4 ระบบ คือ ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนพลังงาน ต้นทุนระบบ (ค่าจ้างแรงงาน) และต้นทุนด้านการจัดการของเสีย โดยพิจารณาแต่ละหน่วยย่อยตลอดกระบวนการตั้งแต่กระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสีจนถึงกระบวนการตัดชิ้น การวิเคราะห์ต้นทุนที่สูญเสียไปพิจารณาที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่าหรือสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นแต่ละหน่วยย่อย กระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสีแสดงต้นทุนการจัดการโดยรวมสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ และจุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการย่อย Base Coat Top Coat และกระบวนการ Air Off โดยพิจารณาสัดส่วนที่สูญเสียต้นทุนไปกับกระบวนการดังกล่าวกับการสูญเสียต้นทุนไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์รวมทั้งหมด พบว่าการสูญเสียต้นทุนจากกระบวนการย่อย Base Coat คิดเป็น 35% กระบวนการ Top Coat คิดเป็น 23% และกระบวนการ Air Off คิดเป็น 19% ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัดส่วนต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเคลือบสี

ในทางเดียวกันกระบวนการย่อยจากกระบวนการตัดชิ้นมีการสูญเสียต้นทุนที่มาจากกระบวนการย่อย Nesting and Cutting โดยพิจารณาสัดส่วนที่สูญเสียต้นทุนในกระบวนการดังกล่าวกับการสูญเสียต้นทุนไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์รวมทั้งหมด คิดเป็น 95% แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 สัดส่วนต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการตัดชิ้น

จากข้อมูลการวิจัยครั้งนี้พบว่า กระบวนการย่อยที่มีปริมาณการปล่อย CO_2e ในปริมาณสูง จากทั้งกระบวนการเคลือบสีและกระบวนการตัดชิ้น เป็นกระบวนการเดียวกับแหล่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดปริมาณการปล่อย CO_2e จากกระบวนการย่อยดังกล่าว ย่อมส่งผลให้การสูญเสียต้นทุนจากแหล่งดังกล่าวลดลงไปด้วย

4.3 ผลการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) และลดการสูญเสียต้นทุนไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า

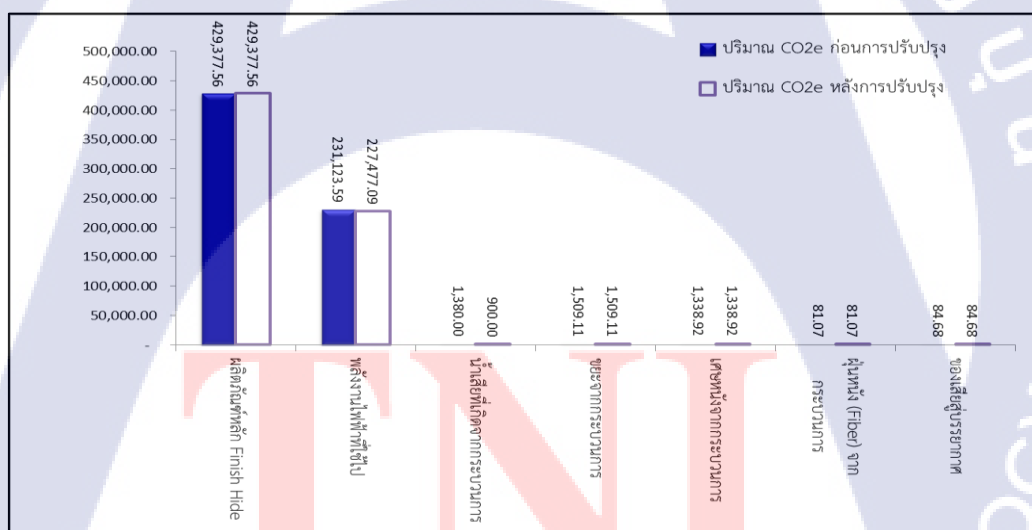
จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่กำลังมาข้างต้น แสดงข้อมูลซึ่งเป็นแนวทางสำหรับระบุจุดที่ก่อให้เกิดการสูญเสียที่ต้องหาวิธีการปรับปรุงกระบวนการ ผลจากการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ แสดงดังนี้

4.3.1 ผลการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดปริมาณการปล่อย CO_2e จากกระบวนการย่อย ที่ก่อให้เกิดการปล่อย CO_2e ปริมาณสูง ผลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการปล่อย CO₂e จากแหล่งต่างๆ ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการเคลือบสี

แหล่งที่มา	ก่อนปรับปรุง (kg CO ₂ e/ Month)	หลังปรับปรุง (kg CO ₂ e/ Month)
ผลิตภัณฑ์หลัก Finish Hide	429,377.56	429,377.56
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป	231,123.59	227,477.09
น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ	1,380.00	900.00
ขยะจากกระบวนการ	1,509.11	1,509.11
เศษหนังจากกระบวนการ	1,338.92	1,338.92
ฝุ่นหนัง (Fiber) จากกระบวนการ	81.07	81.07
ของเสียสู่บรรยากาศ	84.68	84.68

พบว่าปริมาณการปล่อย CO₂e จากแหล่งพลังงานที่ใช้ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการมีแนวโน้มลดลง 3646.50 kg CO₂e/Month คิดเป็น 1.58% ลดลงจากก่อนมีการปรับปรุงกระบวนการ และจากการปรับปรุงกระบวนการที่เกิดขึ้นส่งผลให้ปริมาณ CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 4.3



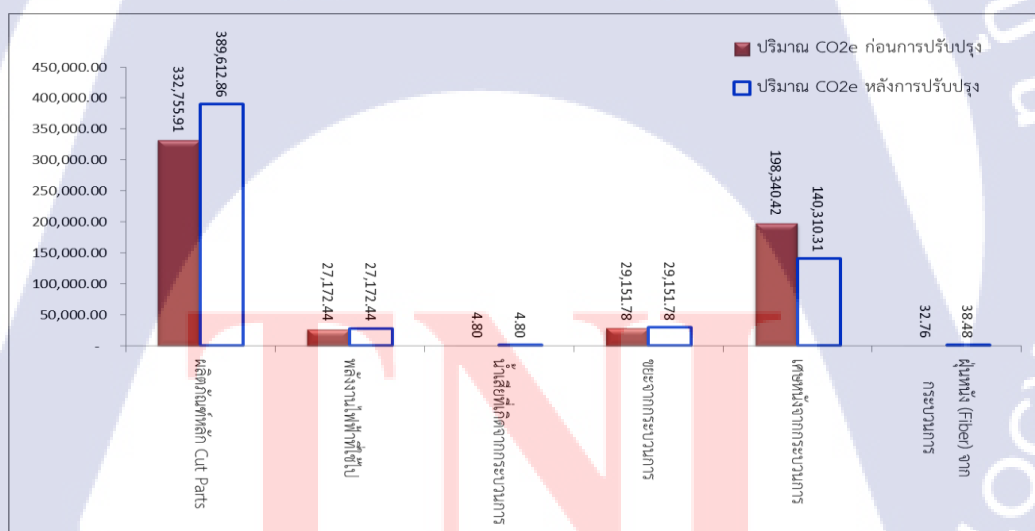
รูปที่ 4.3 ปริมาณ CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการเคลือบสี

กระบวนการตัดขึ้นหลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการส่งผลให้ปริมาณการปล่อย CO₂e จากเศษหนังในกระบวนการมีแนวโน้มลดลง ข้อมูลปริมาณการปล่อย CO₂e จากก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการปล่อย CO₂e จากแหล่งต่างๆ ทั้งก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการตัดชิ้น

แหล่งที่มา	ก่อนปรับปรุง (kg CO ₂ e/ Month)	หลังปรับปรุง (kg CO ₂ e/ Month)
ผลิตภัณฑ์หลัก Cut Parts	332,755.91	389,612.86
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป	27,172.44	27,172.44
น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการ	4.80	4.80
ขยะจากกระบวนการ	29,151.78	29,151.78
เศษหนังจากกระบวนการ	198,340.42	140,310.31
ฝุ่นหนัง (Fiber) จากกระบวนการ	32.76	38.48

พบว่าปริมาณการปล่อย CO₂e จากแหล่งเศษหนังในกระบวนการก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการมีแนวโน้มลดลง 58,030.11 kg CO₂e/Month คิดเป็น 29.26% ลดลงจากก่อนมีการปรับปรุงกระบวนการ และจากการปรับปรุงกระบวนการที่เกิดขึ้นส่งผลให้ปริมาณ CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ปริมาณ CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการตัดชิ้น

4.3.2 ผลการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/
ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า

การปรับปรุงกระบวนการที่กล่าวข้างต้นเพื่อลดปริมาณการปล่อย CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ หลังจากการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการปล่อย CO₂e ส่งผลให้ต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ลดลงไปด้วย ผลสรุปต้นทุนการปรับปรุงกระบวนการแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปผลโครงการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์

กระบวนการย่อย	โครงการ	หัวข้อการปรับปรุง	ลงทุน (THB)	ระยะเวลาดำเนินทุน	ประหยัดสุทธิ (THB/Month)	ผลที่ได้
กระบวนการ Air Off	ปิดประตูทางออกและด้านข้างเพื่อลดช่องว่างการสูญเสียความร้อน	ลดการสูญเสียความร้อน/ลดการใช้ไฟฟ้า	30,000.00	1 เดือน	52,976.83	-3%
กระบวนการ Base Coat/Top Coat	การใช้ระบบกรองน้ำและใช้น้ำวนในรางล้าง	ลดปริมาณน้ำใช้/ น้ำเสีย	320,000.00	3 เดือน	115,154.08	-40%
กระบวนการ Nesting and Cutting	การเพิ่มเวลาสำหรับกระบวนการตรวจสอบโดยการ Chalk	ลดปริมาณเศษหนังสือเสีย	7,200.00	1 เดือน	41,128.96	-10%

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการนำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) มาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสีสำหรับเบาะรถยนต์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ปล่อยออกมาในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) และคำนึงถึงต้นทุนที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า โดยใช้หลักการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ดังนี้ คือ

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e)

พบว่าปริมาณการปล่อย CO_2e ที่ปล่อยออกมาตลอดกระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสี จนถึงกระบวนการตัดชิ้นและได้ชิ้น Cut Parts บรรจุลงกล่องพร้อมส่ง ปริมาณการปล่อย CO_2e รวมทั้งหมด 1,252.35 tons $\text{CO}_2\text{e}/\text{Month}$ โดยผลิตภัณฑ์ปล่อย CO_2e มีปริมาณ 762.13 tons $\text{CO}_2\text{e}/\text{Month}$ และสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO_2e มีปริมาณ 490.22 tons $\text{CO}_2\text{e}/\text{Month}$ เมื่อเทียบปริมาณการปล่อย CO_2e ระหว่างสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ พบว่าสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO_2e สูงถึง 64.32% เมื่อเทียบกับปริมาณ CO_2e ที่ผลิตภัณฑ์ปล่อยออกมา หลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการ ปริมาณการปล่อย CO_2e ของสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ปริมาณการปล่อย CO_2e รวมทั้งหมด 1,247.06 tons $\text{CO}_2\text{e}/\text{Month}$ โดยผลิตภัณฑ์ปล่อย CO_2e มีปริมาณ 818.99 tons $\text{CO}_2\text{e}/\text{Month}$ และสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO_2e มีปริมาณ 428.07 tons $\text{CO}_2\text{e}/\text{Month}$ เมื่อเทียบปริมาณการปล่อย CO_2e ระหว่างสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ พบว่าสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ปล่อย CO_2e คิดเป็น 52.27% เมื่อเทียบกับปริมาณ CO_2e ที่ผลิตภัณฑ์ปล่อยออกมา

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนที่สูญเสียไปกับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า โดยการทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ

พบว่าต้นทุนที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า สูญเสียไปกับต้นทุนด้านวัตถุดิบที่กลายเป็นของเสียจากหน่วยย่อยที่ผลิต เมื่อเปรียบเทียบเป็นการสูญเสียต่อเดือนแสดงค่าการสูญเสียที่ค่อนข้างสูง สำหรับการกระบวนการผลิตหนึ่งเคลือบสี (Finish Hide) สูญเสียต้นทุนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่าสำหรับกระบวนการยอย Base Coat คิดเป็น 35% กระบวนการ Top Coat คิดเป็น 23%

และกระบวนการ Air Off คิดเป็น 19% เมื่อเทียบกับต้นทุนรวมทั้งหมดที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่ากระบวนการตัดชิ้น (Cut Parts) สูญเสียต้นทุนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่าในกระบวนการ Nesting and Cutting สูงถึง 95% เมื่อเทียบกับต้นทุนรวมทั้งหมดที่สูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า ซึ่งเป็นกระบวนการหลักที่ก่อให้เกิดการสูญเสียและต้องมีการปรับปรุง

หลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดปริมาณการปล่อย CO₂e และลดการสูญเสียต้นทุนสำหรับสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์/ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมูลค่า พบว่าผลการปรับปรุงโดยเฉลี่ยที่ได้มีการจัดทำโครงการเพื่อปรับปรุงกระบวนการดังกล่าว คิดเป็น 17.67% ซึ่งยังไม่ได้ตามความมุ่งหวังสำหรับการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากอีกหลายโครงการยังอยู่ในขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามผลการปรับปรุง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ข้อมูลบางส่วนอาจไม่ครอบคลุมสำหรับการคำนวณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) จึงจำเป็นต้องอาศัยหลักการพิจารณาจากประเภท คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออกที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาคำนวณแทน และสำหรับวัตถุดิบที่เป็นสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้คำนวณได้ให้นำค่าการปล่อยก๊าซสูงสุด (Highest Emission Factor) ของวัสดุหรือสารขาออก ในรายการข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในกลุ่มเดียวกันแต่ละขั้นตอนมาคำนวณแทน

5.2.2 การวัดประสิทธิภาพพลังงานที่ใช้และสูญเสีย จำเป็นจะต้องมีเครื่องมือวัดที่เหมาะสมต่อสภาพงานจริง หรือมีวิธีการที่ยอมรับได้ในการตรวจวัดการป้อนเข้า ใช้ไป และสูญเสียไปในกระบวนการย่อยต่างๆ

5.2.3 การระบุต้นทุนแต่ละระบบ สำหรับการวิจัยครั้งนี้การนำข้อมูลมาเปรียบเทียบและทำบัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ รายการต้นทุนที่ใช้เป็นข้อมูลต้นทุนเฉลี่ยที่เก็บรวบรวมในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เนื่องจากราคาต้นทุนต่างๆมีการเปลี่ยนแปลง ปรับขึ้นลงตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องกำหนดระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านต้นทุน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการอ้างอิงในการคิดคำนวณ

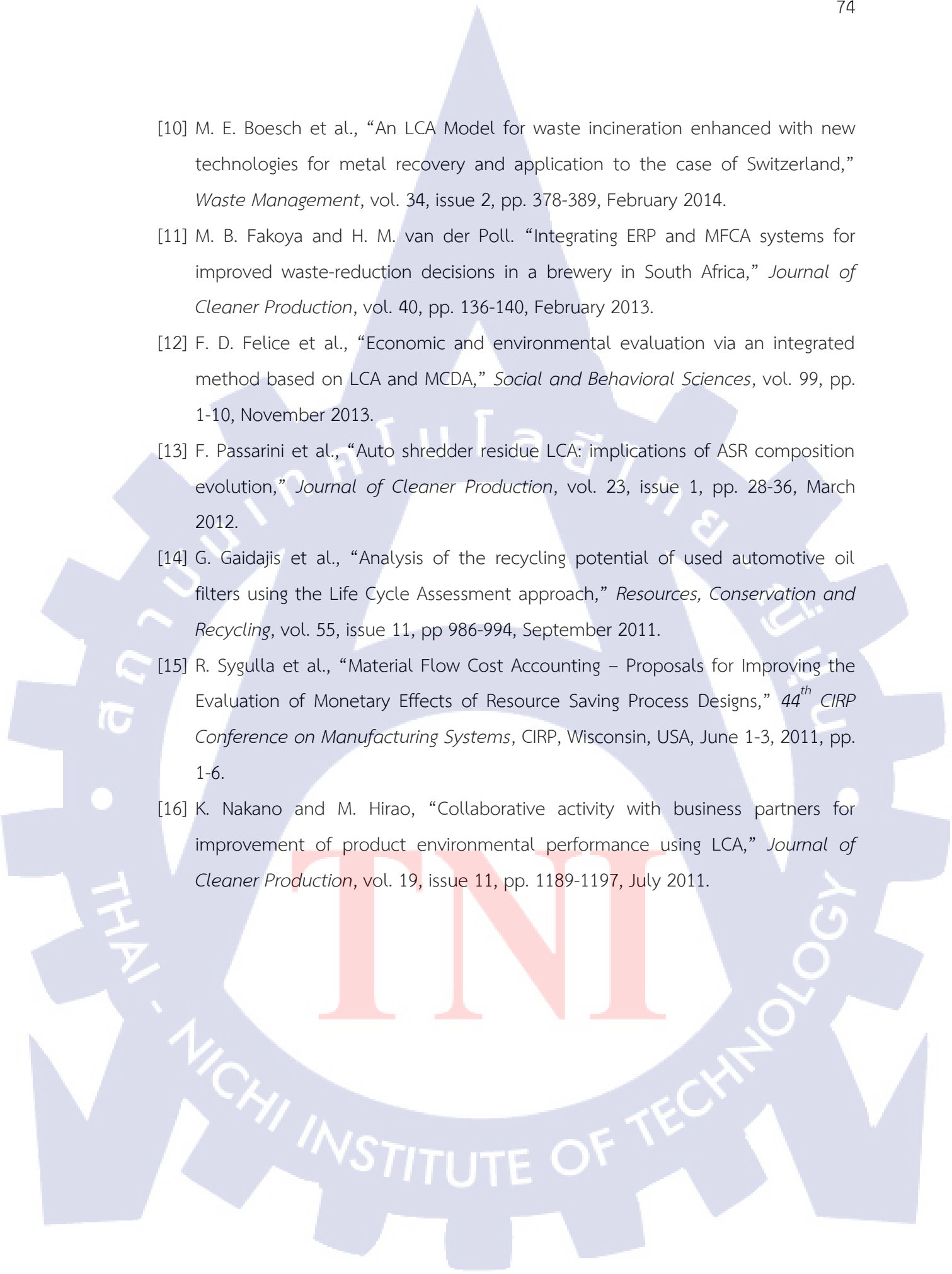
5.2.4 การติดตามวัดผลการปรับปรุงกระบวนการบางโครงการต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ จึงไม่สามารถสรุปผลได้ในการดำเนินการวิจัยฉบับนี้

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, *แนวทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้รับฉลากคาร์บอน* (ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้ฉลากคาร์บอนสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน), กรุงเทพฯ: สามารถถือป
ปี, 2554.
- [2] Iei, “มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม (ISO 14000),” [iei.or.th](http://www.iei.or.th). [Online]. Available: <http://www.iei.or.th/media/www/file/193/36549181378726605.pdf>. [Accessed: 15 กรกฎาคม 2558].
- [3] EuroMPM, “ISO 14000 (Environmental Management),” eurompm.wikispaces.com. [Online]. Available: <https://eurompm.wikispaces.com/U3004>. [Accessed: June 24, 2014].
- [4] คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์* (ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์), กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2554.
- [5] กระทรวงอุตสาหกรรม, “ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม บัญชีต้นทุนการไหลของวัสดุ,” *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 130 ตอนพิเศษ 188 ง, หน้า 11, ธันวาคม 2556.
- [6] กระทรวงอุตสาหกรรม, “ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม การประเมินวัฏจักรชีวิต,” *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 126 ตอนพิเศษ 188 ง, หน้า 10, ธันวาคม 2552.
- [7] Mtec, “*Thailand Eco Design Award 2012 - การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)*,” mtec.or.th. [Online]. Available: https://www.mtec.or.th/eco-design2012/index.php?option=com_content&view=article&id=6:-life-cycle-Assessment-lca&catid=1:-ecodesign&Itemid=5. [Accessed: January 16, 2015].
- [8] ISO Inside, “*ISO Management Systems: Material flow cost accounting with ISO 14051*,” iso.org. [Online]. Available: www.iso.org/iso/livelinkgetfile-isocs?nodeid=15229294. [Accessed: August 28, 2014].
- [9] M. Rauegi et al., “Life cycle assessment of the potential environmental benefits of a novel hot forming process in automotive manufacturing,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 83, pp. 80-86, November 2014.

- 
- [10] M. E. Boesch et al., "An LCA Model for waste incineration enhanced with new technologies for metal recovery and application to the case of Switzerland," *Waste Management*, vol. 34, issue 2, pp. 378-389, February 2014.
- [11] M. B. Fakoya and H. M. van der Poll. "Integrating ERP and MFCA systems for improved waste-reduction decisions in a brewery in South Africa," *Journal of Cleaner Production*, vol. 40, pp. 136-140, February 2013.
- [12] F. D. Felice et al., "Economic and environmental evaluation via an integrated method based on LCA and MCDA," *Social and Behavioral Sciences*, vol. 99, pp. 1-10, November 2013.
- [13] F. Passarini et al., "Auto shredder residue LCA: implications of ASR composition evolution," *Journal of Cleaner Production*, vol. 23, issue 1, pp. 28-36, March 2012.
- [14] G. Gaidajis et al., "Analysis of the recycling potential of used automotive oil filters using the Life Cycle Assessment approach," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 55, issue 11, pp 986-994, September 2011.
- [15] R. Sygulla et al., "Material Flow Cost Accounting – Proposals for Improving the Evaluation of Monetary Effects of Resource Saving Process Designs," *44th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, CIRP, Wisconsin, USA, June 1-3, 2011, pp. 1-6.
- [16] K. Nakano and M. Hirao, "Collaborative activity with business partners for improvement of product environmental performance using LCA," *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, issue 11, pp. 1189-1197, July 2011.

ภาคผนวก

TNI

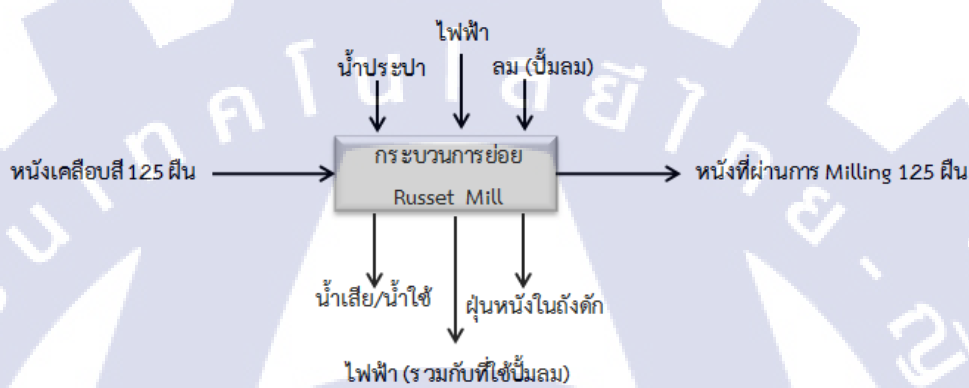
ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

TNI

วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

การคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกแต่ละกระบวนการย่อย หลักการพิจารณาปริมาณสารขาเข้าและขาออกจากกระบวนการย่อยแสดงดังตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารขาเข้าและขาออกสำหรับกระบวนการย่อย Russet Mill ซึ่งกระบวนการย่อย Russet Mill เป็นกระบวนการหมუნปั่นเพื่อเพิ่มความนุ่มของหนังโดยมีสารขาเข้าและสารขาออกดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 การพิจารณาสารขาเข้าและสารขาออกจากกระบวนการย่อย Russet Mill

สรุปข้อมูลสำหรับกระบวนการย่อย Russet Mill โดยระบุปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออก สรุปข้อมูลที่แสดงดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกจากกระบวนการย่อย Russet Mill

Process: กระบวนการผลิตหนังเคลือบสี (Finishing Process)			Product: หนังเคลือบสีสำเร็จรูป (Finish Hide)						
ปริมาณสารขาเข้า (Input)			กระบวนการย่อย/หน่วยย่อย (Unit Process)	ปริมาณสารขาออก (Output)					
				ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)			สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)		
Item	Quantity	Unit	Russet Milling	Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
หนังพอกสี 125 hides	536.25	kg		หนังที่ผ่าน Milling (125hides)	536.20	kg	ไฟฟ้า (รวมบ่มลม)	111.21	kw/hr
น้ำประปา เพิ่มความชื้น	0.05	m ³					น้ำเสีย/น้ำใช้	0.05	m ³
ไฟฟ้า=210 min.	108.50	kw/hr					ฝุ่นหนังในถังตก (0.01%)	0.05	kg
ลม (บ่มลม)=210 min.	2.71	kw/hr							

นำข้อมูลที่ได้อ้างอิงแยกเป็นผลิตภัณฑ์ (Product) และสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (Non-Products/ Waste) คำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ดังรูปที่ ก.2

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใดๆ (kgCO ₂ e)	= ข้อมูลกิจกรรม (หน่วย)	x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรม (kgCO ₂ e/หน่วย)
---	-------------------------	--

รูปที่ ก.2 ความสัมพันธ์สำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้สำหรับการคำนวณ

- ไฟฟ้า (หน่วย kw/hr) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO₂ คือ 0.5610 kg CO₂e/ หน่วย
- น้ำเสีย/น้ำใช้ (หน่วย m³) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO₂ คือ 1.200 kg CO₂e/ หน่วย
- ผุ่นหนังในถังดัก ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO₂ คือ 3.1300 kg CO₂e/ หน่วยคิดเทียบใช้

จากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO₂ ของหนัง (Leather) ที่จัดเป็นวัตถุดิบนำเข้า

ปริมาณการปล่อย CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการย่อย Russet Mill สรุปได้ดังนี้

- ไฟฟ้า (รวมกับที่ใช้บ่มลม) = 111.21 (kw/hr) x 0.5610 (kg CO₂e) = 62.39 kg CO₂e
- น้ำเสีย/น้ำใช้ = 0.05 (m³) x 1.200 (kg CO₂e) = 0.06kg CO₂e
- ผุ่นหนังในถังดัก (0.01% ของปริมาณหนัง) = 0.05(kg) x 3.1300(kg CO₂e)=0.17kg

CO₂e

ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณสรุปไว้ในตารางสำหรับแสดงปริมาณการปล่อย CO₂e จากกระบวนการย่อย Russet Mill ดังตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลปริมาณปริมาณการปล่อย CO₂e จากกระบวนการย่อย Russet Mill

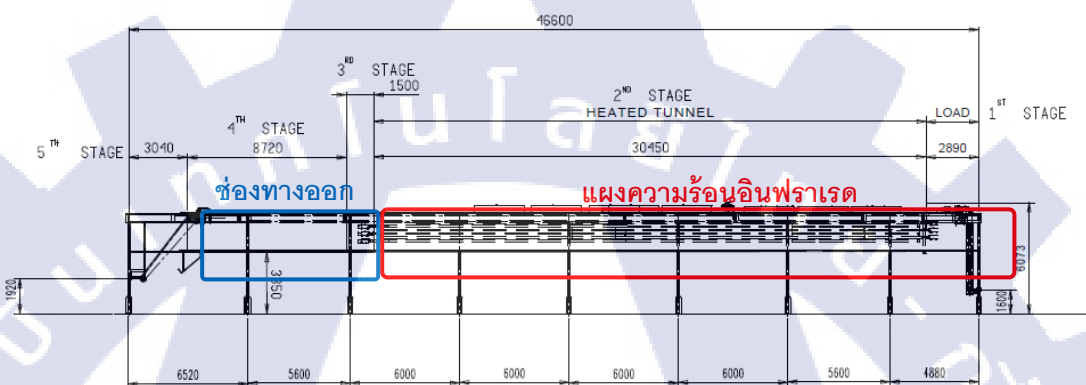
กระบวนการย่อย (Unit Process)/ ขั้นตอนการผลิต (Process)	ปริมาณสารขาออก (Output)				Greenhouse Gases(GHGs) : CO ₂ Emissions		
	สิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ (NON-PRODUCT/WASTE)				Emission Factor	kg CO ₂ e/ Lot	kg. CO ₂ e/ Month
	Item	%	Quantity	Unit			
Russet Milling	ไฟฟ้า (รวมบ่มลม)	100%	111.21	kw/hr	0.5610	62.39	15,597.20
	น้ำเสีย/น้ำใช้	100%	0.05	m ³	1.200	0.06	15.00
	ผุ่นหนังในถังดัก (0.01%)	0.01%	0.05	kg	3.1300	0.17	41.94

ภาคผนวก ข
แนวทางการปรับปรุงการอบ (Air Off)

TNI

แนวทางการปรับปรุงการอบ (Air Off)

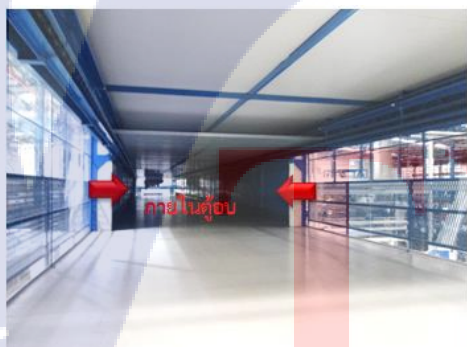
สาเหตุที่ต้องปรับปรุง คือการอบ (Air Off) มีการใช้ไฟฟ้าในการก่อให้เกิดความร้อน โดยความร้อนที่ใช้คือความร้อนอินฟราเรด (Infrared Heater) เนื่องจากลักษณะเตาอบมีช่องกว้างตรงทางเข้า/ทางออก ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนลักษณะโครงสร้างเตาอบแสดงดังรูปที่ ข.1 และลักษณะช่องทางออกเตาอบแสดงดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.1 ลักษณะโครงสร้างเตาอบAir Off

ภายในเตาอบประกอบด้วยแผงความร้อนอินฟราเรด

ทางออกจากเตาอบที่เป็นช่องเปิดโล่ง



รูปที่ ข.2 ลักษณะภายในและช่องทางออกเตาอบ

จากลักษณะโครงสร้างของเตาอบที่ช่องทางออกจากเตาอบเป็นช่องเปิดโล่ง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความร้อนจากเตาอบ เนื่องจากความร้อนปล่อยออกไปตามช่องเปิดโล่งขณะที่ทำการอบหนัง โดยลักษณะส่งหนังเข้าอบและปล่อยออกมาจะวางหนังแต่ละแผ่นบนราวเหล็กโดยมีระยะห่างจาก

กัน เพื่อให้สารเคมีด้านบนแห้งและมีการอบแห้งอย่างสมบูรณ์ในเชิงเคมีของการเชื่อมโยงเป็นร่างแห (Crosslink) หนึ่งทีผ่านการอบปล่อยลงสู่ชั้นล่าง ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 หนึ่งทีผ่านการอบปล่อยลงสู่ชั้นล่าง

การปรับปรุงช่องทางออกเตาอบ

ทำการปิดช่องโถงบริเวณทางออกเตาอบทั้งสองข้าง เพื่อปิดช่องที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อน ลักษณะการปรับปรุงดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.4 การปิดช่องว่างด้านข้างเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน

ประโยชน์ที่ได้หลังการปรับปรุง

พบว่าเมื่อทำการปิดกั้นช่องว่างบริเวณทางออกจากเตาอบ ช่วยลดปริมาณความร้อนที่สูญเสียออกไป ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอบทำให้ปัญหาด้านคุณภาพลดลงอีกด้วย



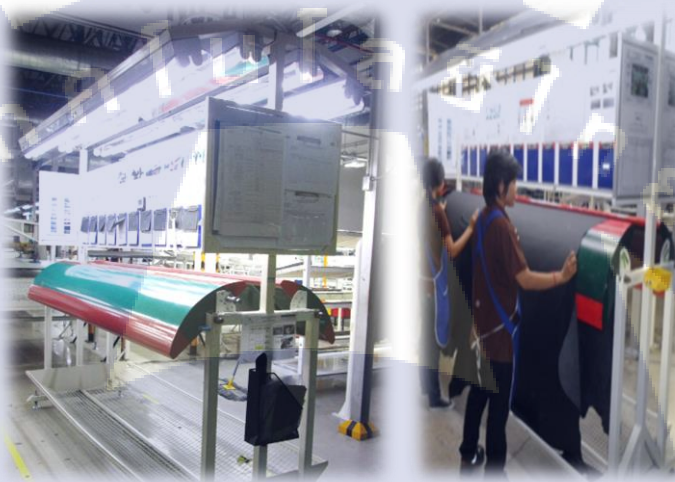
ภาคผนวก ค

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการย่อย Chalking

TNI

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการย่อย Chalking

สาเหตุที่ต้องปรับปรุงกระบวนการย่อย Chalking เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีผลทำให้กระบวนการย่อย Nesting and Cutting เกิดเศษหนึ่งเสียจากกระบวนการปริมาณสูงส่งผลให้ปริมาณการปล่อย CO₂e จากสิ่งที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สูงที่สุดในกระบวนการตัดชิ้นกระบวนการ Chalking เป็นกระบวนการตรวจสอบรอยตำหนิและระบุรอยดังกล่าวก่อนทำการตัดตามแบบ อุปกรณ์สำคัญสำหรับการทำงาน คือ โต๊ะตรวจสอบและแสงสว่างลักษณะโครงสร้างโต๊ะสำหรับตรวจสอบดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 ลักษณะโครงสร้างโต๊ะสำหรับตรวจสอบ (Chalking)

การปรับปรุงการตรวจสอบรอยตำหนิและระบุรอยก่อนส่งไปกระบวนการ Nesting and Cutting เพื่อวาง Die สำหรับตัดตามแบบ เพื่อให้ได้พื้นที่ที่ดีที่สุดสำหรับวาง Die ตัดได้ชิ้นงานมีคุณภาพ จำเป็นต้องปรับปรุงตั้งแต่กระบวนการ Chalking เพื่อลดการตัดชิ้นงานติรรอยตำหนิทำให้เกิดเศษหนึ่งเสีย

การปรับปรุงกระบวนการ Chalking

1. ปรับแสงสว่างเป็น D65 และค่าความสว่าง 1500-2200 Lux
2. ปรับระดับแนวองศาของโต๊ะให้เหมาะสมกับการตรวจสอบรอยตำหนิแต่ละประเภท
3. จัดทำ NML Book ให้เป็นมาตรฐาน ง่ายและอบรมให้พนักงานผู้ปฏิบัติงานเข้าใจ
4. เพิ่มเวลาในการตรวจสอบ

การปรับปรุงโตะสำหรับตรวจสอบ (Chalking)

ปรับระดับแนวองศาของโตะให้เหมาะสมกับการตรวจสอบรอยตำหนิแต่ละประเภท
ตัวอย่างการปรับแนวองศาของโตะดังรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 ปรับระดับแนวองศาของโตะสำหรับตรวจสอบ

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY