การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน : กรณีศึกษาโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา

Carbon Footprint Assessment of Rubber Smoked Sheet : A Case Study Cooperative Rubber Sheet Factories (CRSFs) of Songkhla Province

พรรณทิพย์ แตงอ่อน

Phantip Taeng-on

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน : กรณีศึกษาโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา

ผู้เขียน นางสาวพรรณทิพย์ แตงอ่อน

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี สุขสาโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ไชยประพัทธ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

.....กรรมการ

(ดร.ไชยวัฒน์ รงค์สยามานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาริท เจาะจิตต์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี สุขสาโรจน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ไชยประพัทธ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ..... .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี สุขสาโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(นางสาวพรรณทิพย์ แตงอ่อน)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ..... .....

(นางสาวพรรณทิพย์ แตงอ่อน)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน : กรณีศึกษา โรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา

ผู้เขียน นางสาวพรรณทิพย์ แตงอ่อน

สาขา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน ของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลาจำนวน 9 โรงงาน โด ยวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ รูปแบบของการประเมินเป็นแบบไม่เต็มรูปแบบ (Cradle to Gate) เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้น โดยการศึกษามุ่งเน้นไปที่การประเมินทั้งในส่วนของ การได้มาของวัตถุดิบ กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน การขนส่งผลิตภัณฑ์ และศึกษาผลของการใช้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากน้ำเสียของโรงงานมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการเผาไหม้ไม้ฟืน จากนั้นเป็นการเปรียบเทียบการประเมินในโรงงานที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล ของเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน และ หาแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากผลการประเมิน โดย จัดลำดับความรุนแรง และความสำคัญของปัญหาจากการทำ เบนช์มาร์คกิ้ง (Benchmarking) และกำหนดข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาด (CT option) ข้อมูลที่เกี่ยวกับปัจจัยการผลิตของโรงงานทั้ง 9 แห่ง รวบรวมจากข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการลงพื้นที่ภาคสนาม โดยวิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสอบถามที่ได้วางไว้ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผลเป็นค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางจังหวัดสงขลา ทั้ง 9 โรงงาน ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน เท่ากับ 2.078 $kgCO_2$.eq ต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ซึ่งมาจาก การได้มาของ วัตถุดิบ รวมการขนส่งวัตถุดิบ 1.815 $kgCO_2$.eq ต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน เป็นส่วนสำคัญ (87%) ระบบบำบัดน้ำเสีย 0.235 $kgCO_2$.eq ต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน (11.31%) จากกระบวนการผลิต 0.015 $kgCO_2$.eq ต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน (0.72%) และจากการขนส่งผลิตภัณฑ์ 0.011 $kgCO_2$.eq ต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน (0.53%) และ จากการประเมินในโรงงานที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม พบว่าค่าคาร์บอนฟุต พริ้นท์ มีค่าน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ กรณีที่ไม่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม และ การนำ

ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการประยุกต์ใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากเดิมเท่ากับ เท่ากับ 2.079 $kgCO_2$.eq เมื่อมีการใช้ก๊าซชีวภาพเข้ามาเป็นเชื้อเพลิงร่วมทำให้มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เท่ากับ 1.914 $kgCO_2$.eq ซึ่งสามารถช่วยลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดขึ้นได้ 0.165 $kgCO_2$.eq ต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน และ ในกรณีที่มีการประเมินทางด้านพลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องจักร พบว่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 0.015 $kgCO_2$.eq ต่อ กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน และ น้ำมันดีเซลมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.008 $kgCO_2$.eq ต่อ 1 กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน โดยผลต่างของทั้งสองกรณีเท่ากับ 0.006 $kgCO_2$.eq ต่อ กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ผลจากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาดที่ใช้เป็นแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลา ที่สำคัญจะอยู่ในส่วนของการนำระบบก๊าซชีวภาพเข้ามาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยาง ซึ่งสามารถลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นได้มากที่สุด ดังนั้น การศึกษานี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของทางสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลาต่อไป

Thesis Title Carbon Footprint Assessment of Rubber Smoked Sheet : A Case study Cooperative Rubber Sheet Factories (CRSFs) of Songkhla Province

Author Phantip Taeng-on

Major Program Environment Management

Academic Year 2013

ABSTRACT

This study has assessed carbon footprint of 9 rubber sheet factories that are members of the cooperative rubber sheet factories in Songkhla province, Thailand .The study estimated the amount of CO2 gas emission or carbon footprint from cradle to gate rather than from cradle to grave , as the product was primary. The study assessed carbon footprint in three aspects (i) raw materials and their transportation (ii) production process and (iii) transportation of products. The utilization of biogas from waste water as supplementary fuel in smoking process of rubber sheet was also investigated in one factory. Carbon footprint of factories which used electricity as energy source for machines was compared with that of factories which used diesel as energy source. Primary data of the nine factories were obtained from interviewing. The primary data together with secondary data were used to estimated the carbon footprint. Also the primary data from the nine factories were ranked for the severity and the importance of production problems in order to propose appropriate Clean Technology options. The results showed that mean carbon footprint from raw materials and their transportation equal 2.078 kg CO_2eq. per kg. of smoked sheet rubber(87.34 %).Wastewater treatment 0.235 kgCO_2.eq per kg. of smoked sheet rubber (11.31%) The production process contributed 0.015 kg CO_2eq. per kg. of smoked sheet rubber(0.72 %). The transportation of products contributed 0.011 kg CO_2eq. per kg. of smoked sheet rubber(0.53 %).The investigation on the use of biogas as supplementary fuel in the smoking process compared with the use of firewood as sole source of energy revealed that the use of biogas lower the value of carbon footprint from 2.079 kg CO_2 eq. per kg. of smoked sheet rubber to 1.914 kg CO_2eq. per kg. of smoked sheet rubber. The comparison between electricity and diesel as energy source for engines in the factories revealed that carbon footprint from using electricity equal 0.01 kg CO_2eq. per kg. of smoked sheet rubber whereas carbon footprint from

using diesel equal 0.006 kg CO_2eq. per kg. of smoked sheet rubber. The results from this study suggested that the clean technology option to reduce carbon footprint of the products was the utilization of biogas as supplementary source of energy in the smoking process. The results from this study could be used as product category rules for smoked rubber sheet of the products of the CRSF's of Songkhla.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(14)
รายการตารางภาคผนวก	(16)
รายการภาพประกอบ	(19)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(20)
อธิบายคำศัพท์	(21)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
1.4 วัตถุประสงค์งานวิจัย	39
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	39
1.6 ขอบเขตการวิจัย	40
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	42
2 วิธีการวิจัย	
2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	43
2.1.1 การกำหนดขอบเขตการศึกษา และศึกษาลักษณะของกระบวนการผลิต	43
2.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	46
2.1.3 การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory Analysis)	47
2.1.4 การรวบรวมค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากทุกกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมด	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.5 การเปรียบเทียบผลของการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกรณีศึกษา เพื่อหาแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดขึ้น	52
2.1.6 สรุป และวิจารณ์ผลการดำเนินงานวิจัย	52
3 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	53
3.1 รูปแบบของกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางจังหวัดสงขลา	53
3.1.1. วัตถุดิบ และ ขั้นตอนการผลิตยางแผ่นรมควัน	56
3.1.2 เชื้อเพลิงและพลังงาน ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	62
3.1.3 ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	63
3.1.4 ของเสีย และมลพิษ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	66
3.2 ข้อมูลรายการและปริมาณวัตถุดิบ พลังงาน และผลิตภัณฑ์ของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	67
3.2.1 ข้อมูลการใช้วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์	67
3.3 ข้อมูลบัญชีรายการ สมดุลมวลสาร และ สัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	71
3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	73
3.4 ค่า Emission Factor ที่ใช้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	74
3.5 การปันส่วน(Allocation)	78
3.6 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	80
3.6.1 ขอบเขตการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ของ สหกรณ์ฯ จ.สงขลา	80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.2 วิธีการคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูป คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์	83
3.6.3 ผลการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันที่มี และ ไม่มีการนำก๊าซชีวภาพ ที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ	91
3.6.4 ผลการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ จากกระบวนการผลิตทั้ง 9 โรงงาน	94
3.6.5 ผลการประเมินการเปรียบเทียบระหว่างโรงงานที่ใช้ไฟฟ้า และ น้ำมันดีเซล สำหรับเครื่องจักร	98
3.6.6 การหาแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของสหกรณ์ฯ	99
3.7 ผลการหาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และ ลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยอาศัยข้อเสนอแนะทางเทคโนโลยีสะอาด	103
3.7.1 เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนของแต่ละโรงงาน	103
3.7.2 สรุปประเด็นปัญหาแต่ละมาตรการของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลา ทั้ง 9 โรงงาน	106
3.7.3 การระบุทางเลือกตามหลักเทคโนโลยีสะอาด เพื่อหาข้อเสนอแนะและแนวทางการลดการใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้น ที่เหมาะสมแต่ละสหกรณ์ฯ	112
4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	118
4.1 สรุปผลการศึกษา	118
4.2 ข้อเสนอแนะ	119
4.3 ข้อเสนอแนะในครั้งต่อไป	119
บรรณานุกรม	120
ภาคผนวก	129
ก เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	130
ข ข้อมูลโรงงานยางแผ่นรมควันยาง	136
ค กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา	140

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก		หน้า
	ง บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	144
	จ Work Sheet ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	149
	ฉ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	155
	ช ผลการประเมินและสัดส่วนค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น	164
ประวัติผู้เขียน		173

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1-1	ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดในการทำให้อุณภูมิโลกร้อนขึ้น	4
1-2	ตัวอย่างตัวคูณผลกระทบสิ่งแวดล้อม หรือค่าความสามารถจำเพาะ (Characterization Factor) ในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน	9
1-3	ปริมาณการผลิตและการใช้ยางของโลกปีพ.ศ.2548-2552	11
1-4	การผลิต การส่งออก การใช้ยางธรรมชาติและสต๊อคยางของประเทศไทย ในปีพ.ศ.2548-2552	11
1-5	ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศจำแนกตามประเภท ในปีพ.ศ.2548-2552	12
1-6	สถานภาพการดำเนินกิจการของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ปี 2553	16
1-7	ข้อกำหนดยางแผ่นรมควันชั้นต่างๆ อ้างอิงตาม Green Book	23
1-8	น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	26
1-9	ลักษณะน้ำเสียจากกระผลิตยางแผ่นรมควัน	27
1-10	เกณฑ์การพิจารณาเพื่อประเมินความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม	33
1-11	เกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนน (Weight Factor) ในการจัดลำดับประเด็นปัญหา	34
1-12	องค์ประกอบของไม้ฟืน	35
1-13	น้ำหนักโมเลกุล (กิโลกรัม/กิโลกรัมโมล)	35
2-1	แหล่งที่มาของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน วิธีการรวบรวมและการตรวจสอบคุณภาพข้อมูล	49
2-2	ชนิดของกิจกรรมที่ทำการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล	50
3-1	ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางแผ่นรมควัน ปี 2553 ของ 9 โรงงาน	67
3-2	ปริมาณผลิตภัณฑ์ทั้งหมดและผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้ในปี 2553	69
3-3	ปริมาณการใช้พลังงาน ที่ใช้ในการผลิตยาง แผ่นรมควัน ปี 2553 ของ 9 โรงงาน	70
3-4	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตยาง แผ่นรมควัน ปี 2553 ของ 9 โรงงาน	71
3-5	ปริมาณวัตถุดิบทรัพยากร พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ของสหกรณ์กองทุนสวนยางทั้ง 9 โรงงาน	72

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
3-6	ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	74
3-7	ค่าสัมประสิทธิการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)	75
3-8	ตารางแสดงค่าการปันส่วนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	78
3-9	ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน (กรณี สกย.เก่าร้างฯแบบไม่มีการดึงก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วม)	91
3-10	ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน (กรณี สกย.เก่าร้างฯแบบมีการดึงก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วม)	92
3-11	ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ของ สหกรณ์ทั้ง 9 โรงงาน	95
3-12	แสดงการใช้วัตถุดิบด้านต่างๆ เทียบกับค่าเฉลี่ย ของสหกรณ์กองทุนสวนยางทั้ง 9 แห่ง	102
3-13	การจัดลำดับความรุนแรงและความสำคัญของปัญหาของแต่ละสหกรณ์ฯทั้ง 9โรงงาน	105
3-14	ระดับความสำคัญและประเด็นปัญหาในแต่ละมาตรการ	106

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก		หน้า
ข-1	จำนวนห้องรมควันยาง จำนวนเตารมควันยางง	145
ข-2	ระยะเวลาในการทำงานของคนงาน ณ จุดรับซื้อน้ำยาง	145
ข-3	ระยะเวลาในการทำงานของคนงาน ณ จุดรีดยางแผ่น	146
FR-01	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์	156
FR-02	แผนภาพวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	157
FR-03	แผนภาพกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	158
FR-04.1	การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯจากวัตถุดิบ	159
FR-04.2	การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯจากการขนส่ง	160
FR-05	สรุปการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ของผลิตภัณฑ์	161
ฉ-1	ปริมาณน้ำเสียทั้ง 9 โรงงาน	162

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1-1	กรอบการดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมาตรฐาน ISO 14040	5
1-2	ขอบเขตการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	6
1-3	โครงสร้างตลาดยางพาราของไทย	13
1-4	กรอบแนวคิดและวิธีการดำเนินงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง	15
1-5	กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง	17
1-6	ขั้นตอนการรับน้ำยางสดและการคำนวณเปอร์เซ็นต์ DRCน้ำยางสด	19
1-7	อุปกรณ์รีดยางแผ่นดิบ และการตากยางแผ่นดิบ	20
1-8	ห้องรมควันยางแผ่นและยางแผ่นรมควัน	21
1-9	เตาเผาฝืน	22
1-10	ยางคัตติ้งและ ยางฟอง	22
1-11	หลักการของเทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันมลพิษ	28
1-12	วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด	29
1-13	เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุง (5M)	30
1-14	สมดุลมวลสารสำหรับวิเคราะห์ปัญหาที่สำคัญที่สุดของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	36
1-15	เทคนิคอิชิคาว่า หรือ แผนภูมิก้างปลา	37
1-16	ขอบเขตการศึกษาของโครงการวิจัย	41
1-17	กรอบแนวคิดในการวิจัย	42
2-1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	44
2-2	ระบบย่อยการผลิตยางแผ่นรมควัน (Production Rubber Smoked Sheet Sub-System)	45
2-3	ระบบย่อยการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ (Transportations Sub-System)	46
2-4	แผนภาพกระบวนการผลิตพร้อมระบุสาขาเข้าและสารขาออก (Mass Balance) และ (Energy Balance)	48
3-1	รูปแบบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง	54
3-2	ผังโรงงานยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา	55
3-3	การขนส่งน้ำยางส่งมายังสหกรณ์ ของชาวสวนยาง	56

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
3-4	การรวบรวมน้ำยางสดและการกรองน้ำยางสดสู่บ่อรวมน้ำยาง	57
3-5	การลำเลียงน้ำยางสดและการผสมน้ำยางในตะกงยาง	57
3-6	กระบวนการทำแผ่นยางดิบ	58
3-7	กรดฟอร์มิก	59
3-8	การขนส่งกรดฟอร์มิกจากแหล่งกำเนิดจนถึงสหกรณ์	59
3-9	การลำเลียงยางแผ่นดิบก่อนรีด	60
3-10	การรีดยาง	60
3-11	ยางที่ผ่านการรีด และการตากแผ่นยางบนราว (เก๊ะ)	61
3-12	ภาพซ้าย ยางแผ่นดิบที่ถูกลำเลียงเข้าเตาอบรมควันยาง ภาพขวา การรมควันยาง	61
3-13	การขนส่งไม้ฟืนโดยรถกระบะบรรทุกมายังสหกรณ์	62
3-14	ผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน	63
3-15	ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้นจาก กระ บวนการผลิต ยางแผ่นรมควัน (ยางฟอง)	63
3-16	ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน (ยางคัตติ้ง)	64
3-17	ที่ตั้งโรงงานสหกรณ์ 9 แห่ง และ ตลาดกลางยางพารา	65
3-18	กราฟแสดงระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์(ยางแผ่นรมควัน) ไปยังตลาดกลางยางพารา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	65
3-19	ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย จะถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยาง	66
3-20	สมดุลมวลสารของการผลิตยางแผ่นรมควัน 1,000 กิโลกรัม(ค่า เฉลี่ยทั้ง 9โรงงาน)	73
3-21	ระบบย่อยขอบเขตการศึกษา	81
3-22	กราฟแสดงค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ที่ลดได้จากการทำ CDM (Clean Development Mechanism)	93
3-23	กราฟแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน	96
3-24	กราฟแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน (กรณีมีการใช้ก๊าซชีวภาพของโรงงานที่ 9)	97

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
3-25	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำยางสดต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน	108
3-26	แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ(น้ำยางสด)	109
3-27	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน	110
3-28	แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ(น้ำ)	111
3-29	กราฟแสดงปริมาณการใช้กรดฟอร์มิกต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน	112
3-30	แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองของวัตถุดิบ(กรดฟอร์มิก)	113
3-31	กราฟแสดงปริมาณการใช้การใช้ไฟฟ้าต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ทั้ง 9 โรงงาน	114
3-32	แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองพลังงาน(ไฟฟ้า)	115
3-33	กราฟแสดงปริมาณการใช้ไม้ฟืนต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน	116
3-34	แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองพลังงาน(ไม้ฟืน)	117
3-35	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน จำนวน 3 โรงงาน	118
3-36	แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองพลังงาน(น้ำมันดีเซล)	119
3-37	เครื่องมือวัดตวงกรดฟอร์มิก	120
3-38	บ่อแช่ยางและการลำเลียงยางแผ่นก่อนรีด ที่มีการใช้น้ำในปริมาณมาก	122
3-39	แสดงบ่อแช่ยางก่อนและหลังปรับปรุง	123
3-40	ภาพซ้ายแสดงท่อที่ไม่มีการติดตั้งวาล์วเปิดปิด และ ภาพขวาแสดงการติดตั้งอุปกรณ์วาล์วเปิดปิด	124

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพประกอบภาคผนวก		หน้า
ค-1	จุดรับน้ำยางสดจากชาวสวนยางและรวบรวมลงบ่อพัก	147
ค-2	จุดวัดค่า DRC ของน้ำยางสด	148
ค-3	จุดน้ำยางจากบ่อพักลำเลียงไปยังบ่อจับเป็นยางแผ่น	148
ค-4	จุดนำน้ำยางแผ่นดิบมาผ่านเครื่องรีด	149
ค-5	จุดคัดเกรดยาง(ห้องเก็บยาง)	149
ค-6	จุดแยกวัสดุเศษเหลือ (ยางฟองหรือขี้ยาง)	150
ค-7	จุดวัดค่าปริมาณเนื้อยางแห้ง	150
ฉ-1	กราฟแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน (คิดค่าจากระบบบำบัดน้ำเสีย)	174

อธิบายคำศัพท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การกำหนดหน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ (Functional Unit; FU)

การกำหนดหน่วยของการอ้างอิงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology)

การพัฒนาปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบ ความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตควบคู่กันไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะ (Benchmarking)

กระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practices) กับองค์กรอื่นภายใต้กฎกติกาสากล

ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

เป็นค่าที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูลเบื้องต้น ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อคิดเป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งในกิจกรรมประเภทเดียวกันจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงและแตกต่างกันตามเทคโนโลยีที่ใช้ Emission Factor จะถูกนาไปใช้เพื่อการทาบัญชีฐานข้อมูลก๊าซเรือนกระจก (GHG Inventory)

อธิบายคำศัพท์(ค่อ)

ก๊าซชีวภาพ (Biogas)

ก๊าซ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีทางชีววิทยาในสภาวะที่ไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ก๊าซชีวภาพมีก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊า ซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นองค์ประกอบหลัก สามารถให้พลังงานความร้อนจาก มีเทนได้สูงถึงประมาณ 9,000 กิโลแคลอรีต่อลูกบาศก์เมตร นาไปใช้ประโยชน์ในรูปของพลังงานได้

ค่าดัชนีชี้วัด (Key Factor)

ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ ปริมาณพลังงานที่ใช้ ปริมาณน้ำที่ใช้ ปริมาณของเสีย และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ค่าดัชนีชี้วัดที่ดีที่สุด

ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ ปริมาณพลังงานที่ใช้ ปริมาณน้ำที่ใช้ ปริมาณของเสีย และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ ที่มีค่าน้อยที่สุด

น้ำหนักคะแนน

เกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนนของการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในการตรวจประเมินเบื้องต้น

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

CH_4 = Methane คือ สารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นแก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไวไฟ ปรากฏในที่ซึ่งมีสารอินทรีย์ผุพังเน่าเปื่อย ในบ่อถ่านหิน ในแก๊สธรรมชาติ

CO = Carbon Monoxide คือ ก๊าซไม่มีสี ไม่มีรสและกลิ่น เบากว่าอากาศโดยทั่วไปเล็กน้อย

CO_2 = Carbon Dioxide คือ ชื่อแก๊สชนิดหนึ่ง ไม่มีสี มีปรากฏในบรรยากาศ เกิดจากการเผาไหม้ โดยสมบูรณ์ของธาตุคาร์บอนหรือสารอินทรีย์ เป็นแก๊สหนักกว่าอากาศ และไม่ช่วยในการเผาไหม้

CO_2e ,

CO_2-Eq = Carbon dioxide Equivalent (คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ทั้งนี้ตามพิธีสารเกียวโตนั้นได้กาหนดชนิดของก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารไว้ 6 ชนิด ประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)

COD = Chemical Organic Demand คือ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี

FU = Functional Unit คือ หน่วยอ้างอิงของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

GHG = Greenhouse Gas คือ ก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดผลกระทบสภาวะโลกร้อน

GW = Global Warming คือ สภาวะโลกร้อน

LCA = Life Cycle Assessment คือ การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือบริการต่างๆ

N = Nitrogen คือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ หรือออร์กานิกไนโตรเจน

N_2O = Nitrous Oxide คือ สารประกอบทางเคมี ไม่มีสี และเป็นแก๊สไม่ติดไฟ มีกลิ่นหอมและมีรสหวานเล็กน้อย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และ ไทยเป็นผู้ผลิตที่สำคั ญอันดับต้นๆของโลกจากข้อมูลในปี พ.ศ.2552 พบว่า ประเทศไทยส่งออกยางพาราได้ประมาณ 2.72 ล้านตัน สามารถทำรายได้จากการส่งออกได้ประมาณ 7 หมื่นล้านบาท (สถาบันวิจัยยางพารา, 2553) ประเทศไทยสามารถผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 ได้มากที่สุดและมีปริมาณการซื้อขายมาก เนื่องจาก สามารถ เก็บรักษาง่าย สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีมาตรฐานที่ชัดเจน คือมาตรฐาน GREENBOOK ที่เป็นมาตรฐานของ International Standards of Quality and Packing for Natural Rubber Grades (IRQPC) ที่ใช้ทั้งในและต่างประเทศ ประเทศไทยเป็นผู้นำในด้านปริมาณการผลิต และสามารถใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ยางชนิดอื่น ๆ ในการประกันความเสี่ยง และยางพารา สามารถออกสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้จังหวัดสงขลา มีพื้นที่ปลูกยางพาราเป็นอันดับต้นของประเทศ ไทย และมี โรงงานที่ผลิตยางแผ่นรมควัน ของสหกรณ์กองทุนสวนยางจำนวน 89 แห่ง (ทำเนียบสหกรณ์กองทุนสวนยาง, 2553)

อุตสาหก รรม ที่ใช้ยางแผ่นรมควันเป็นวัตถุดิบมีจำนวนมาก โดยเฉพาะ อุตสาหกรรมผลิตยางล้อรถยนต์ ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนอุตสาหกรรม(สายพานต่างๆ) ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่อันดับต้นของโลก (ฝ่ายวิจัยและพัฒนา AFET, 2551) การผลิตยางแผ่นรมควันเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายด้าน เช่น กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันในโรงงานแต่ละแห่ง มีน้ำเสียเกิดขึ้นประมาณ 10-15 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (Chaiprapat และ Sdoodee, 2007) และปัญหาทางด้านการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย และก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม แต่ในขณะเดียวกัน การปลูกยางพารามีส่วนสำคัญ ในการดูดซับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases ; GHGs) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิด ภาวะโลกร้อน(Global Warming) และทำให้สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติดีขึ้น เนื่องจาก การปลูกยางพารา ต้องใช้ระยะเวลาการปลูกยาวนาน จากผลการศึกษาพบว่าต้นยางพาราสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปสารคาร์บอนชนิดต่างๆได้ไม่น้อยกว่า 1.7 เมตริกตัน ต่อไร่ ต่อปี และ วงจรการปลูกยางพาราตั้งแต่ปลูกจนถึงการตัดโค่น 25ปี จะสามารถกักเก็บก๊าชคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ 21.2 เมตริกตัน ต่อ ไร่ อยู่ในสภาพของ อินทรียวัตถุ ซากใบ กิ่งก้าน ผลเมล็ด ไม่น้อยกว่า 8 เมตริกตัน ต่อ ไร่ เป็นอาหารพืชและสัตว์ และกลายเป็นแร่ธาตุกลับคืนสู่พื้นดิน

หมุนเวียนกลับมาใช้อีก และ สามารถกักเก็บสารคาร์บอนได้ 43 เมตริกตัน ต่อ ไร่ ไว้ในต้นยาง เพื่อสร้างผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้ (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554)

ปัจจุบันมีโรงงานผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวน ยางที่ยังดำเนินกิจการประมาณ 388 โรงงานในประเทศไทย โดยในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน มีการใช้น้ำยางสด กรดฟอร์มิก และน้ำเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ซึ่งพบว่าในบางโรงงาน ไม่มีการควบคุมปริมาณวัตถุดิบที่ใช้แน่นอน ทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก เช่น การใช้น้ำในปริมาณสูง ทำให้เกิดเป็นน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงและเมื่อระบายออก โดยไม่ได้รับการบำบัดอย่างเพียงพอก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำในพื้นที่นั้นๆ สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ถูกออกแบบไว้เป็นแบบระบบบ่อ และในบางโรงงานบ่อบำบัดน้ำเสียได้ถูกดัดแปลงให้เป็นบ่อหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อบำบัดน้ำเสียและสามารถนำก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการรมควันยางแผ่นด้วย แต่ยังไม่มีการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม โดยเฉพาะประเด็นการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนด นโยบายเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของโรงงานยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุด ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แนวทาง การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ตามหลักการของ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนดของมาตรฐานสากล ISO 14067 (Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication) ควบคู่กับหลักการเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) เพื่อเปรียบเทียบและเสนอแนวทางพัฒนาปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต ให้ส่งผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการผลิต ในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันในครั้งนี้ จะสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์อื่นที่ใช้ยางแผ่นรมควันเป็นวัตถุดิบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันนี้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นน้ำซึ่งสามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลให้การประเมินผลิตภัณฑ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง

อย่างไรก็ตามค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้จากการประเมิน ในแต่ละโรงงานมีความแตกต่างกัน เนื่องจากการใช้วัตถุดิบ พลังงาน และการขนส่ง ทำให้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงในบางโรงงาน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาดเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อหาแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น โดยพิจารณา ในด้านของมาตรการในการใช้วัตถุดิบและ

พลังงาน โดย การกำหนดน้ำหนักคะแนนและช่วงคะแนนแต่ละมาตรการ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทำ Benchmark และกำหนดช่วงคะแนนรวมถึงหลักเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละมาตรการซึ่งมาตรการนั้นจะสอดคล้องกับผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากนั้นเมื่อทราบมาตรการที่สอดคล้องกับแต่ละสหกรณ์ จึงเสนอแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ให้เหมาะสมต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 ความหมายของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

โดยปกติแล้ว คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เป็นการวัดประมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมของมนุษย์หรือที่ปล่อยออกมาทั้งหมดจากวงจรกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการ (Wiedmann and Minx, 2008) โดยสามารถวัดผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อระบบสิ่งแวดล้อมในแง่ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สร้างขึ้นมาจากกิจกรรมนั้นๆ โดยวัด ในรูปของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า ที่ปล่อยออกมา (Carbon Footprint LTD, 2554) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นิยมใช้หน่วยกิโลกรัมหรือตัน ซึ่งเป็นก๊าซที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเช่นเดียวกับก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มนุษย์ปล่อยออกสู่บรรยากาศมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาจากการผลิตพลังงานและการขนส่งเป็นหลัก นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการทำลายป่ายังเป็นสาเหตุสำคัญอีกอย่างหนึ่ง เช่น ต้นไม้เป็นตัวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยธรรมชาติ โดยต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซนี้ได้เมื่อมีชีวิตอยู่ และเมื่อถูกทำลายจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ เมื่ออยู่ในบรรยากาศแล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะคงอยู่เป็นเวลา 50 ถึง 200 ปี และก๊าซเรือน กระจก บางส่วน จะคงอยู่ตลอดไป เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกบางชนิดในปัจจุบันถูกปลดปล่อยออกมาสู่ชั้นบรรยากาศน้อยกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายเท่า

คาร์บอนฟุตพริ้นท์สามารถคำนวณได้จากการใช้วิธี ประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิต (Life Cycle Assessment; LCA) หรือประเมินจากปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกมาจากพลังงานเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม ทั้งสองกรณีนี้ก็สามารถใช้วัดปริมาณที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้ด้วย นอกจากปริมาณพลังงาน ที่ใช้ จะมีความสำคัญแล้ว แหล่งที่มาของ พลังงานเหล่านั้น ซึ่งมาจากเชื้อเพลิงหรือมาจากแหล่งพลังงานทดแทนที่มาของพลังงานเหล่านั้นก็มีความสำคัญต่อการคำนวณเช่นกัน

คำนิยามอื่นๆของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่ม าจากการกระทำของมนุษย์แต่ละคนในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งรวมถึงการปล่อยออกมาผ่านการใช้พลังงาน (สารานุกรมเสรี , 2555) นิยามนี้ให้ความสำคัญของการคำนวณปริมาณคาร์บอนของแต่ละบุคคล ซึ่งมาจากแนวความคิดที่ว่ารอยเท้านี้เป็นสิ่งที่มาจากการกระทำของมนุษย์ทุกคนรวมกัน คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หรือ รอยเท้าคาร์บอนอาจจะพิจารณาเฉพาะการปล่อย ทางตรงเพียงอย่างเดียว (คำนวณจากปริมาณพลังงานที่ใช้ในครัวเรือนและการขนส่ง รวมไปถึงการเดินทางด้วยรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ หรือการขนส่งสาธารณะอื่นด้วย) หรืออาจจะรวมการการปล่อยทางอ้อมไว้ด้วย (รวมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลมาจากสินค้าและบริการที่บริโภคใน แต่ละวัน) กล่าวโดยสรุปแล้ว คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้ง แต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งานโดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent; CO_2-eq)

โดยทั่วไปแล้ว หน่วยของ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คือ ล้านเมตริกตัน (Million Metric Tons of Carbon Dioxide Equivalent; $MMTCO_2Eq$) โดยคำนวณจากปริมาณของก๊าซเรือนกระจกประเภทต่างๆคูณกับค่าศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อน (Global warming potential; GWP) (ตารางที่ 1-1) ของก๊าซเรือนกระจกนั้นๆ ตามสมการที่ (1-1)

$$MMTCO_2Eq = (million\,metric\,tons\,of\,a\,gas) * (GWP\,of\,the\,gas) \quad (1\text{-}1)$$

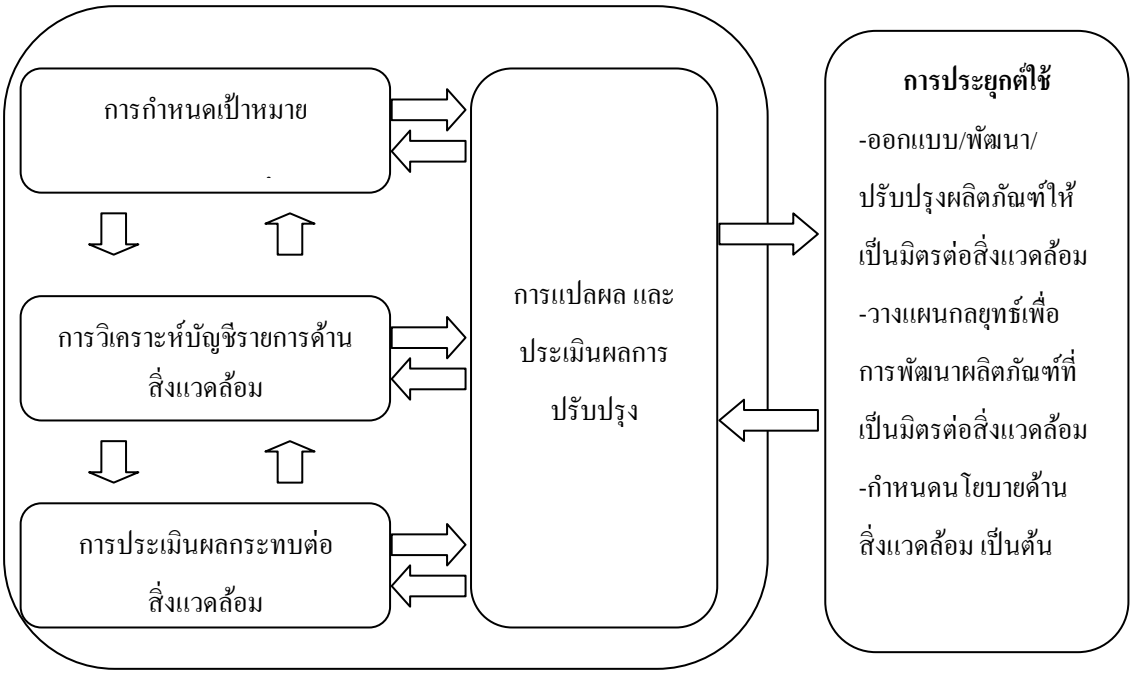
ตารางที่ 1-1 ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดในการทำให้อุณหภูมิโลกร้อนขึ้น

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1
มีเทน (CH_4)	21
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	310
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	140 - 11,700
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs)	6,500 - 9,200
ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6)	23,900

ที่มา: UNFCCC (2013)

1.2.2 ขั้นตอนการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก(คาร์บอนฟุตพริ้นท์)

ขั้นตอนในการประเมินการปลดปล่อย ก๊าซ เรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อาศัยหลักการเดียวกันกับการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment; LCA) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักตาม ระเบียบชุดมาตรฐานสากลใน ISO 14040 ซึ่งแสดงดังภาพประกอบที่ 1-1 ดังนี้



ภาพประกอบที่ 1-1 กรอบการดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040
ที่มา : คู่มือการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (2549)

1.2.2.1. การกำหนดเป้าหมาย และขอบเขต (Goal and Scope Definition)

1. การกำหนดเป้าหมาย (Goal)

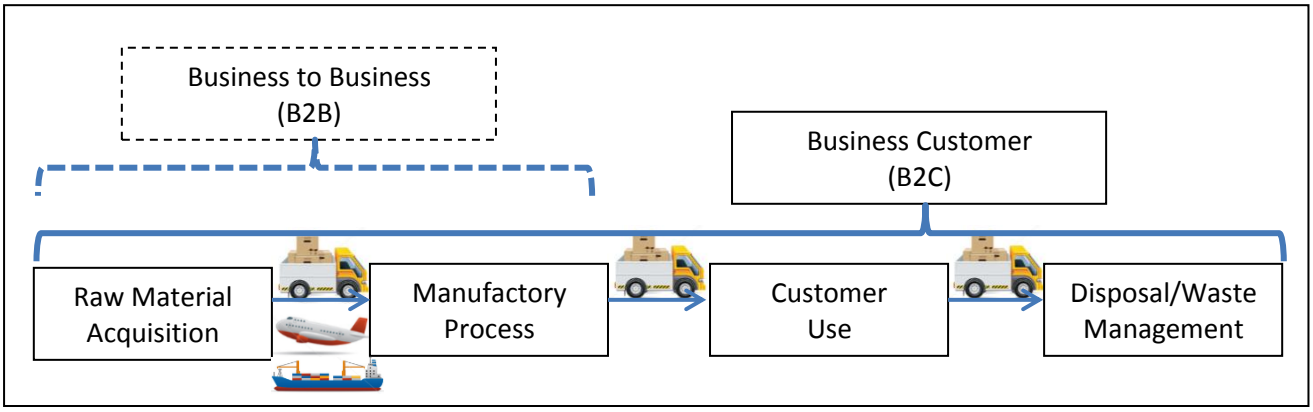
การประเมิน การปลดปล่อย ก๊าซ เรือนกระจก ของผลิตภัณฑ์จะมีการกำหนดเป้าหมา ยการศึกษาตามวัตถุประสงค์ในการนำค่า การปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ไปใช้งาน บางผลิตภัณฑ์ทำการประเมินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตในช่วงระยะเวลาต่างๆของการดำเนินงาน เพื่อใช้สื่อสารกับผู้บริโภค หรือ เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

2. การกำหนดขอบเขตการประเมิน (Scope)

การกำหนดขอบเขตจะพิจารณาขอบเขตที่จะประเมินในขั้นตอนต่างๆของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการจัดการซากหลังจากการใช้งาน การกำหนดขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ

2.1 Business-to-Consumer: B2C เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ (Cradle to Grave) และสามารถขอการรับรองการติดฉลากคาร์บอนได้

2.2 Business-to-Business: B2B เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึง ณ หน้าโรงงานพร้อมส่งออก หรือจนถึงที่เป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่อง (Cradle to Gate) แสดงดังภาพประกอบที่ 1-2



ภาพประกอบที่ 1-2 ขอบเขตการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

รูปแบบการประเมินสามารถพิจารณาขอบเขตการศึกษาเต็มรูปแบบ (Cradle to Grave) หรือไม่เต็มรูปแบบก็ได้ (Cradle to Gate) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และความพร้อมของข้อมูล ดังนั้น การกำหนดขอบเขตจึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการทำ LCA ซึ่งวัตถุประสงค์ของการกำหนดขอบเขตคือ การบ่งชี้และกำหนดสิ่งที่ต้องการประเมินและจำกัดรวบรวมสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อเป้าหมายของ LCA ซึ่งประกอบด้วย (1) การกำหนดสิ่งที่จะศึกษา รวมทั้งการกำหนดหน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ (Functional Unit; FU) (2) การเลือกระบบอ้างอิง หรือผลิตภัณฑ์อ้างอิงเพื่อแสดงให้เห็นวัตถุประสงค์ของการศึกษา (3) การออกแบบตัวแปร (Parameter) ในการประเมินผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายของ LCA

(4) บ่งชี้กระบวนการผลิตที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อมในระบบผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับเป้าหมายของ LCA (5) การกำหนดขอบเขตของเวลา สำหรับการตัดสินใจที่จะใช้ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ LCA รวมทั้งกำหนดเทคโนโลยี ที่จะนำมาใช้ในระบบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการประเมินทางสิ่งแวดล้อมมาแล้ว และ (6) การจัดสรรการแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในระบบผลิตภัณฑ์

3. การปันส่วน(Allocation)

ข้อมูลที่ได้จากการผลิตสินค้าอาจพบว่า บางโรงงานอาจมีผลิตภัณฑ์ร่วมหรือ ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต ดังนั้น เพื่อให้การคำนวณผลมีความชัดเจน จึงต้องมีการปันส่วนข้อมูล ซึ่งการปันส่วนเป็นวิธีการแบ่ง หรือให้น้ำหนักกับสารขาเข้าและสารขาออกของระบบผลิตภัณฑ์ที่สนใจศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทที่ชัดเจน โดยทำเพื่อเป็นการกระจายภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมหนึ่งๆ ไปยังแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยมีหลักการสำคัญ คือ

3.1 การปันส่วนโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น น้ำหนักผลิตภัณฑ์ หากไม่มีข้อมูลเฉพาะของการผลิต จำเป็นต้องทำการปันส่วนโดยใช้ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ และ ผลิตภัณฑ์ร่วม ในการกำหนดสัดส่วนที่จะใช้ในการคำนวณ

3.2 การปันส่วนโดยใช้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ ในบางครั้งการปันส่วนด้วยปริมาณไม่สามารถใช้เป็นพื้นฐานได้ การปันส่วนตามราคาของผลิตภัณฑ์เป็นอีกวิธีการปันส่วนที่ได้รับความนิยม เนื่องจากราคาผลิตภัณฑ์จะเป็นตัวแปรที่กำหนดความต้องการในการผลิตของโรงงาน จึงควรให้สัดส่วนน้ำหนักสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงในการคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อมสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต่ำกว่า

1.2.2.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory Analysis: LCI)

เป็นการเก็บรวบรวมและคำนวณข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา ขั้นตอนนี้รวมถึงการสร้างผังของระบบผลิตภัณฑ์ที่แสดงการไหลของวัสดุ การคำนวณหาปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึง ทรัพยากรและพลังงานที่ใช้หรือการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม หรือที่เรียกว่า การทำสมดุลมวลสารและพลังงานโดยอ้างอิงจากหน่วยทำงาน (FU) ที่ผู้ประเมินกำหนดขึ้นมาตามความเหมาะสม การเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการเป็นขั้นที่ยุ่งยาก และเสียเวลามากที่สุดในการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุด

โดยปกติการสรุปผลรวมของบัญชีรายการต่างๆ อยู่ในรูปของค่าการปลดปล่อยมลพิษของสารแต่ละชนิด และหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมคูณกับค่าการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ดังสมการที่ (1-2)

$$Emission\ Score = Activity \times Emisssion\ \ factor \qquad (1\text{-}2)$$

ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะออกมาในรูปของตัวเลข นั่นคือ ปริมาณหรือค่าการปลดปล่อยมลพิษต่างๆ ที่เรียกว่า Emission Score ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆ ที่ทำการพิจารณา

1.2.2.3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Impact Assessment: LCIA)

เป็นขั้นตอนการคำนวณเพื่อแปลงข้อมูลผลสรุปบัญชีรายการ หรือ Emission Score ที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้อยู่ในรูปของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่คัดเลือกตามความเหมาะสม โดยข้อมูลจะถูกแยกออกเป็นหมวดหมู่ (Classification) ตามชนิดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ และผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ ปริมาณผลกระทบที่เกิดขึ้นหรือค่า Effect Score ซึ่งชนิดหรือประเภทของผลกระทบที่นำมาใช้ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ต้องสอดคล้องกันกับความเป็นพิษของมลพิษต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการผลิตผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักร อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการศึกษาด้วย ซึ่งมีขั้นตอนการประเมินดังนี้

1. การจำแนกชนิดของปัญหา (Classification) คือ การจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการให้อยู่ในกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่คัดเลือกไว้

2. การแปลงข้อมูลให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Characterization) คือ ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยใช้ตัวชี้วัดตามหน่วยมาตรฐานที่ได้จากการเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าวกับสารอ้างอิงพื้นฐาน เรียกว่า Equivalent or Characterization factor; CF เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพของสารนั้นๆ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงตามกลุ่มที่จำแนกไว้ซึ่งเมื่อนำค่า CF ของสารที่ก่อให้เกิดผลกระทบแต่ละผลกระทบสิ่งแวดล้อม คูณกับ Emission Score ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการ จะได้ค่า Effect Score ออกมาซึ่งเป็นค่าผลกระทบรวมที่เกิดขึ้นในแต่ละผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่คัดเลือกไว้ ดังสมการที่ (1-3)

$$Effect\ \ Score = Emission\ \ Score \times Characterization\ \ \ factor \qquad (1\text{-}3)$$

ดังนั้น ค่าที่ได้ออกมาจะมีหน่วยเทียบเหมือนกันในแต่ละประเภทของผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เช่น Global Warming มีหน่วยเทียบ คือ น้ำหนักเทียบเท่า CO_2 (CO_2-eq) ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ตัวอย่างตัวคูณผลกระทบสิ่งแวดล้อม หรือค่าความสามารถจำเพาะ (Characterization Factor) ในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	ดัชนีการก่อมลพิษ (1 kg Pollutant)	Characterization Factor (kg -CO_2-eq) ปี 1996	Characterization Factor (kg -CO2-eq) ปี 2001
Global Warming	CO_2	1	1
	CH_4	21	23
	N_2O	310	296

ที่มา : IPCC (2001)

โดยในการประเมิน การปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ในส่วนนี้จะพิจารณาเฉพาะผลกระทบทางด้านการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน หรือ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น ปริมาณต่อหน่วยการทำงานของสารขาเข้าและขาออก จะต้องนำมาคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยมลพิษของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ได้ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละรายการ และ ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าของผลิตภัณฑ์หนึ่ง จะเป็นผลรวมของค่าที่คำนวณได้ในทุกรายการ

1.2.2.4. การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Interpretation)

เป็นการนำผลการศึกษา จากผลการประเมินวัฏจักรชีวิต หรือการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมมาวิเคราะห์เพื่อสรุปผลให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา ที่ระบุไว้ ทำให้ทราบว่าช่วงใดในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ทั้งนี้การตีความ และแปรผลจะต้องอยู่บนพื้นฐานของขอบเขตการศึกษา โดยการแปลผลอาจเป็นการทำซ้ำไปซ้ำมาเพื่อพิจารณาทบทวนจากข้อมูล ซึ่งในการประเมิน การ

ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะได้ผลเป็นตัวเลขและบันทึกในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ การแสดงผลจะแสดงผลการคำนวณด้วยตัวเลข 3 ตัว เช่น 2.24 kg และ 133 g เป็นต้น

1.2.3 อุตสาหกรรมยางพารา

ยางพารา (*Heveabrasiliensis (Muell. Arg)*) เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของเกษตรกรในภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศไทย (ณรงค์ สุจเร, 2536) ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และมีการผลิตเป็นอันดับหนึ่งของโลก ในปีพ.ศ. 2552 ปริมาณการผลิตยางพาราของโลกมีจำนวนทั้งสิ้น 21.770 ล้านตัน แบ่งเป็นยางธรรมชาติ 9.602 ล้านตัน และยางสังเคราะห์ 12.168 ล้านตัน ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่พ.ศ. 2548 – 2552 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติ ได้เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่ในปีพ.ศ. 2551-2552 เนื่องจากได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน ภัยพิบัติทางธรรมชาติ และฝนตกชุกในแหล่งปลูกยางธรรมชาติของประเทศที่เป็นฐานการผลิตสำคัญๆ อีกทั้งปริมาณการผลิตยางสังเคราะห์มีปริมาณลดลงเช่นกันจากผลกระทบของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นที่ช่วยสนับสนุนพื้นที่ป่าไม้ของประเทศที่เหลืออยู่ประมาณร้อยละ 30 ทั้งยังเป็นพืชอนุรักษ์ดินและน้ำที่สามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัยของศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา พบว่าต้นยางพาราสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่า 1.72 เมตริกตัน/ไร่/ปี ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางกว่า 14.35 ล้านไร่ คาดว่าจะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศได้ปีละไม่น้อยกว่า 16.54 ล้านเมตริกตัน (จิรากร โกศัยเสวี, 2554) สำหรับปริมาณการใช้ยางพาราของโลกมีปริมาณทั้งสิ้น 21.425 ล้านต้น แบ่งเป็นยางธรรมชาติ 9,547 ล้านตัน และยางสังเคราะห์ 11,878 ล้านตัน (ตารางที่ 1-3) และ ประเทศไทยถือเป็นประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก มีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 2,937,158 ตันในปีพ.ศ. 2548 เป็น 3,164,379 ตันในปีพ.ศ.2552 คิดเป็นร้อยละ 7.73 (ตารางที่ 1-4)

ตารางที่ 1-3 ปริมาณการผลิตและการใช้ยางของโลกปีพ.ศ.2548-2552

ปี	การผลิต			การใช้		
	ยาง ธรรมชาติ	ยาง สังเคราะห์	รวม	ยาง ธรรมชาติ	ยาง สังเคราะห์	รวม
2548	8,904,000	1,2136,000	21,040,000	9,200,000	11,936,000	21,136,000
2549	9,791,000	12,690,000	22,481,000	9,714,000	12,691,000	22,405,000
2550	9,801,000	13,430,000	23,231,000	10,224,000	13,308,000	23,532,000
2551	10,031,000	12,784,000	10,154,000	10,154,000	12,619,000	22,773,000
2552	9,602,000	12,168,000	21,770,000	9,547,000	11,878,000	21,425,000

หน่วย : ตัน

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง (2553)

ตารางที่1-4 การผลิต การส่งออก การใช้ยางธรรมชาติและสต๊อคยางของประเทศไทย ในปีพ.ศ.2548-2552

ปี	การผลิต	การใช้	การส่งออก	สต๊อค
2548	2,937,158	334,649	2,632,398	204,256
2549	3,136,993	320,885	2,771,673	249,895
2550	3,056,005	373,659	2,703,762	230,390
2551	3,089,751	397,595	2,675,283	251,721
2552	3,164,379	399,415	2,726,193	293,659

หน่วย : ตัน

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง (2553)

1.2.4 อุตสาหกรรมแปรรูปยางพาราเบื้องต้น

ประเทศไทยใช้ยางธรรมชาติในกระบวนการแปรรูปยางขั้นต้น ประกอบด้วย ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง STR น้ำยางข้น ยางแผ่นผึ่งแห้ง ยางเครพ ยางผสม และยางอื่นๆ โดยในปีพ.ศ. 2552 มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติ 399,415 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีพ.ศ. 2548 ร้อยละ19.35 (ตารางที่1-4)และพบว่าอุตสาหกรรมผลิตยางพาหนะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติมากที่สุด รองลงมาคือ อุตสาหกรรมผลิตยางยืด ถุงมือยาง ยางรัดของตามลำดับ (ตารางที่ 1-5)

ตารางที่ 1-5 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศจำแนกตามประเภท ในปีพ.ศ.2548-2552

ประเภท	2548	ร้อยละ	2549	ร้อยละ	2550	ร้อยละ	2551	ร้อยละ	2552	ร้อยละ
ยางแผ่นรมควัน	82425	24.6	70276	21.90	96308	25.77	162225	40.80	119450	29.91
ยางแท่งSTR	129224	38.6	104168	32.46	116292	31.12	135029	33.96	107315	26.87
น้ำยางข้น	92676	27.6	131974	41.13	149659	40.05	81788	20.57	100262	25.10
ยางแผ่นผึ่งแห้ง	13681	4.09	7840	2.44	3372	0.90	1660	0.42	4998	1.25
ยางเครพ	3383	1.01	1258	0.39	1012	0.27	5978	1.50	1290	0.32
ยางผสม	-	-	-	-	-	-	1454	0.37	62455	15.64
ยางอื่นๆ	13260	3.96	5369	1.68	7016	1.88	9461	2.38	3645	0.91
รวม	334649	100.0	320885	100.0	373659	100.0	397595	100.0	399415	100.0

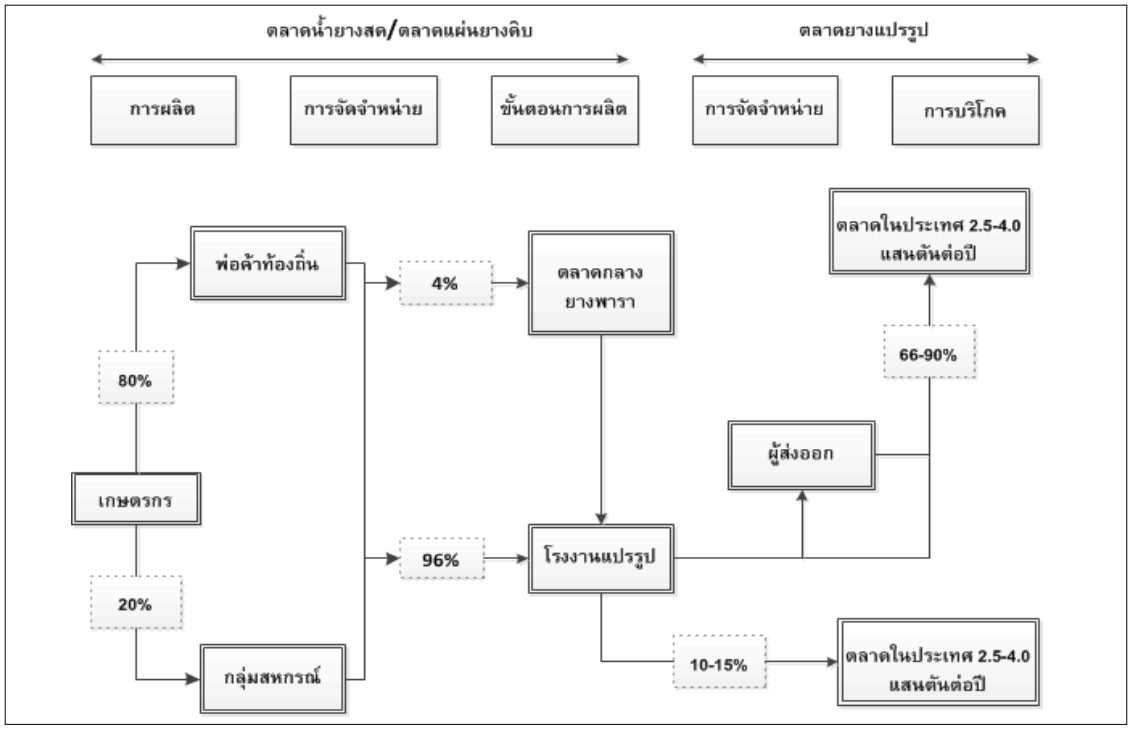
หน่วย : ตัน

หมายเหตุ : ปี พ.ศ. 2548-2550 ยางอื่นๆรวมยางผสม

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง (2553)

1.2.5 โครงสร้างตลาดยางพาราของไทย

ตลาดยางพาราของประเทศไทย มี 3 ลักษณะ คือ ตลาดท้องถิ่น ตลาดกลางยางพารา และตลาดซื้อขายล่วงหน้า ตลาดยางที่ซื้อขายโดยมีการส่งมอบยาง (physical market) ภายในประเทศแยกออกเป็นตลาดท้องถิ่น และซื้อขายผ่านตลาดกลางยางพารา ดังภาพประกอบที่ 1-3



ภาพประกอบที่ 1-3 โครงสร้างตลาดยางพาราของไทย

ที่มา : อุตสาหกรรมยางพาราและผลิตภัณฑ์ สารวิจัยธุรกิจ (2554)

ตลาดยางท้องถิ่น เป็นตลาดที่ซื้อขายโดยมีการส่งมอบยางจริงภายในประเทศ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้และภาคตะวันออกซึ่งเป็นแหล่งปลูกยางเดิม มีการซื้อขายตามชนิดและคุณภาพของยาง ชาวสวนยางส่วนใหญ่นิยมขายยางผ่านตลาดท้องถิ่น จะเห็นได้จากประมาณร้อยละ 94 ของปริมาณยางทั้งประเทศ ซื้อขายผ่านตลาดท้องถิ่น ประกอบด้วย ร้านค้ายาง ซึ่งมีกระจายอยู่ใน 55 จังหวัดทั่วประเทศ ตลาดยางท้องถิ่นจะประกอบด้วยพ่อค้ารับซื้อยางหลายระดับ เริ่มตั้งแต่ระดับหมู่บ้าน ตำบล ระดับอำเภอ และระดับจังหวัด โรงงานแปรรูปยาง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผู้ส่งออกยางด้วยโดยทั่วไปจะรับซื้อยางจากพ่อค้ารายใหญ่ระดับอำเภอหรือจังหวัด ไม่นิยมที่จะรับซื้อยางจากเกษตรกรรายย่อยทั่วไป เนื่องจากจะเป็นการยุ่งยากในการจัดการ นอกจากเกษตรกรจะขายยางโดยตนเองแล้ว ในบางจังหวัด เฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการรวมกลุ่มขายยางอยู่เป็นจำนวนมาก และมีการผลิตยางแผ่นรมควันในรูปของสหกรณ์กองทุนสวนยางในบางจังหวัดทางภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่การดำเนินการในลักษณะดังกล่าวยังไม่แพร่หลายมากนักเมื่อเทียบกับการที่เกษตรกรผลิตและขายยางโดยลำพัง

ตลาดท้องถิ่นยางพาราทั่วไป เริ่มเกิดขึ้นในประเทศไทย เมื่อพ.ศ. 2534 ตลาดกลางยางพาราแห่งแรก จัดตั้งที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ต่อมาในพ.ศ. 2542 ตลาดกลางยางพารา

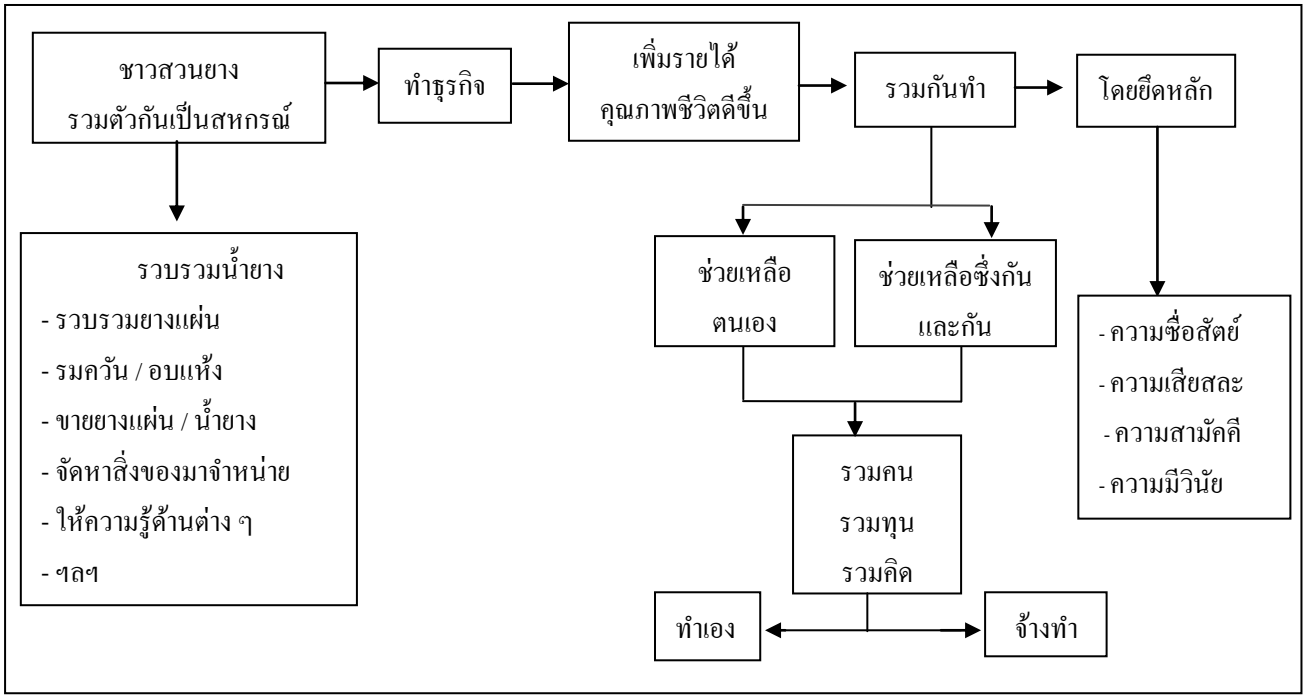
สุราษฎร์ธานีได้เริ่มเปิดดำเนินการ และในพ.ศ. 2544 ตลาดกลางยางพารานครศรีธรรมราชได้ให้บริการซื้อขายยาง นอกจากการให้บริการซื้อขายยางประเภทต่างๆ เช่น ยางแผ่นดิบ ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งแห้ง ยางก้อนถ้วยและน้ำยางสดแล้ว ตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่ยังให้บริการซื้อขายยางผ่านห้องค้ายาง ตลาดกลางยางพาราทั้ง 3 แห่งมีคลังสินค้าขนาดความจุประมาณ 16,000 ตัน ให้บริการเก็บฝากยางแก่เกษตรกร เอกชน และการเก็บฝากยางตามโครงการแทรกแซงตลาดยางพาราของรัฐบาลด้วย และการให้บริการสนเทศข้อมูลด้านยางก็เป็นส่วนหนึ่งของการให้บริการของตลาดกลางยางพาราทั้ง 3 แห่งปริมาณยางที่ซื้อขายผ่านตลาดกลางปี 2545-2549 แม้จะมีไม่มากนักเป็นจำนวนทั้งสิ้นปีละ 114,921- 159,435 ตัน หรือไม่เกินร้อยละ 6 ของยางที่ผลิตได้ทั้งประเทศ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากระบบตลาดกลางยางพาราทั้ง 3 แห่งอยู่ในภาคใต้ ยังไม่กระจายครอบคลุมแหล่งผลิตยางทั่วประเทศ และอาจเกิดจากกลไกตลาดเริ่มทำงาน ผู้ซื้อและผู้ขายในท้องถิ่นตกลงซื้อขายกันในราคาที่ใกล้เคียงกับตลาดกลาง ทำให้ไม่มีความจำเป็นที่ต้องซื้อขายผ่านตลาดกลาง อย่างไรก็ดีบทบาทของตลาดกลางยางพาราต่อการซื้อขายยางภายในประเทศทวีความสำคัญขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในการขายผลผลิต ผู้ซื้อมีความมั่นใจในคุณภาพของยางที่ประมูลผ่านตลาดกลาง และตลาดยางท้องถิ่นใช้เป็นราคาอ้างอิง ช่วยให้การซื้อขายมีความเป็นธรรมมากขึ้น

ตลาดซื้อขายล่วงหน้า ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (The Agricultural Future Exchange of Thailand: AFET หรือ ต.ส.ล.) จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า พ.ศ. 2542ได้เปิดดำเนินการซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) ครั้งแรกเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2547 ซื้อขายสัญญาล่วงหน้าระยะเวลา 1-7 เดือน ในระยะแรกที่ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าเปิดดำเนินการ ปริมาณสัญญาซื้อขายยางยังมีจำนวนไม่มากนัก แต่ปัจจุบันปริมาณการซื้อขายยางได้เพิ่มมากขึ้นในอนาคตบทบาทของตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าต่อการค้าและราคายางจะมีเพิ่มมากยิ่งขึ้น (ข้อมูลวิชาการยางพารา, 2550)

1.2.6 สหกรณ์กองทุนสวนยาง

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (Office of the Rubber Replanting Aid Fund) หรือ สกย. (ORRAF) เป็นรัฐวิสาหกิจ ประเภทส่งเสริมที่ไม่แสวงหากำไร สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง พ.ศ. 2503 (พระราชบัญญัติกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2554) เพื่อดำเนินกิจการให้การสงเคราะห์การทำสวนยาง และการสงเคราะห์ปลูกแทนด้วยไม้ยืนต้นชนิดอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

นอกจากนี้รัฐบาลยังมอบนโยบายให้สกย. ช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยาง ให้รวมตัวจัดตั้งสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยจัดสรรงบประมาณสร้างโรงผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง/รมควันให้กับกลุ่มเกษตรกร เพื่อแปรรูปผลผลิต เป็นยางแผ่นรมควัน หรือ อบแห้ง สำหรับกลุ่มเกษตรกรที่รวมตัวกัน ไม่มากพอที่จะจัดตั้งสหกรณ์ รัฐ บาลจึงได้มีการให้ สกย. จัดสร้างโรงเรือนผลิตยางแผ่นดิบคุณภาพดีให้ นอกจากนั้นรัฐยังมอบหมายให้สกย. จัดตลาดประมูลยางระดับท้องถิ่น เพื่อให้เกษตรกรและพ่อค้ามาซื้อขายผลผลิตที่ได้คุณภาพมาตรฐาน และราคาที่เป็นธรรมดังนั้นสหกรณ์จึงเป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหาด้านเศรษฐกิจโดยเฉพาะสหกรณ์กองทุนสวนยางที่เกษตรกรชาวสวนยางได้รวมกลุ่มกันจัดตั้งขึ้นเพื่อรวบรวมน้ำยางสดเป็นวัตถุดิบมาแปรรูปเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้แก่สมาชิกตลอดจนสร้างโอกาสทางเลือกด้านการผลิตและการตลาดการส่งเสริมและสนับสนุนสหกรณ์กองทุนสวนยางให้มีความเข้มแข็งและมีอำนาจต่อรองด้านการตลาดโดยมีกรอบแนวคิดและวิธีการดำเนินงานปรากฏชัดเจนดังภาพประกอบที่ 1-4



ภาพประกอบที่ 1-4 กรอบแนวคิดและวิธีการดำเนินงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ปัจจุบันสหกรณ์กองทุนสวนยางในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 มีจำนวนทั้งสิ้น 637 แห่ง ที่ยังคงดำเนินธุรกิจมีจำนวน 388 แห่ง หยุดดำเนินธุรกิจไปแล้ว 239 แห่ง และอีก 10 แห่งไม่พบข้อมูล (ดังตารางที่ 1-6)

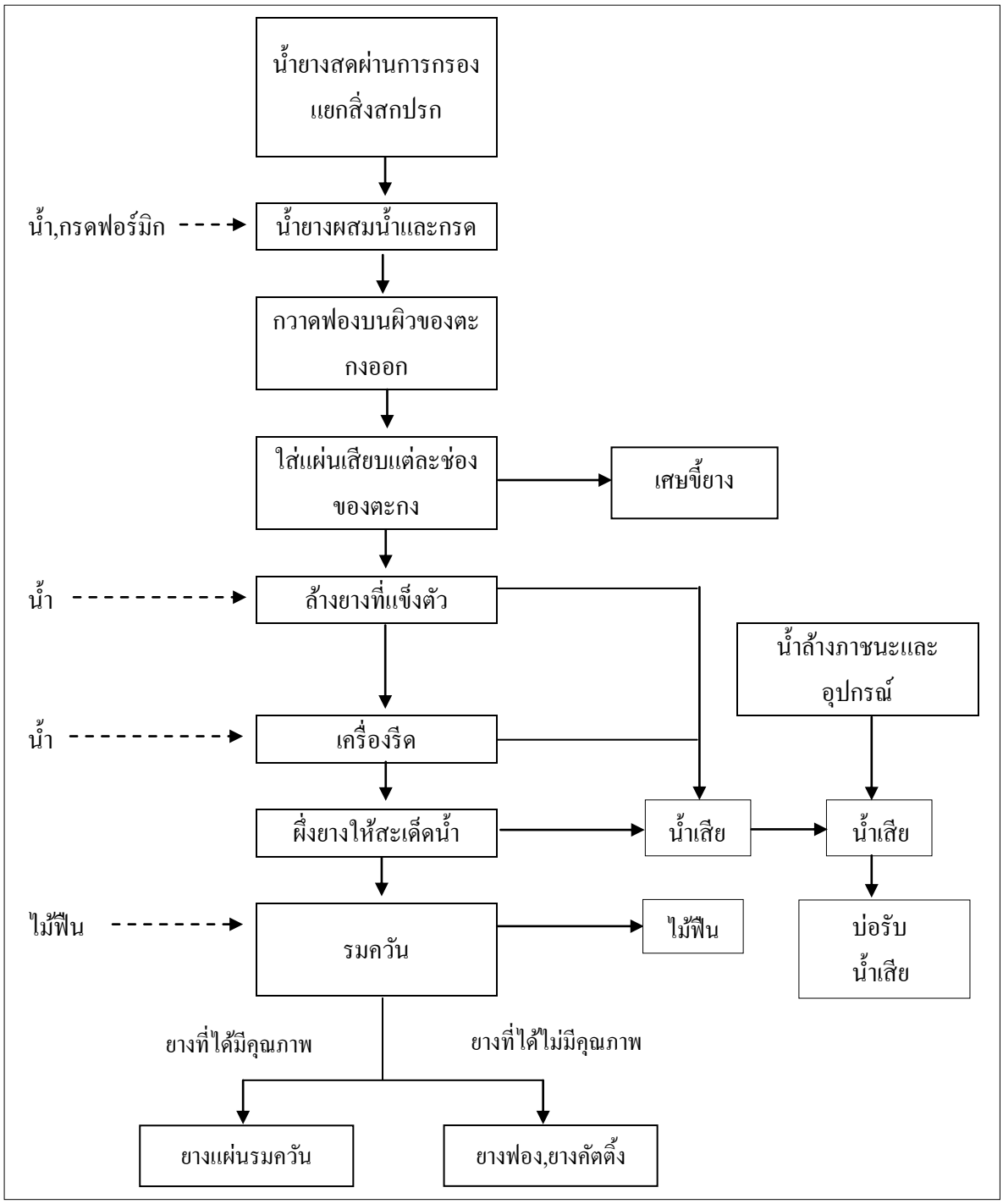
ตารางที่ 1-6 สถานภาพการดำเนินกิจการของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ปี 2553

ลำดับที่	จังหวัด	ดำเนินธุรกิจ (แห่ง)	หยุดดำเนินธุรกิจ* (แห่ง)	ไม่พบข้อมูล** (แห่ง)	รวม (แห่ง)
1	กระบี่	26	10	0	36
2	กาญจนบุรี	0	0	0	1
3	จันทบุรี	17	1	0	18
4	ชลบุรี	2	0	0	2
5	ชุมพร	11	5	0	16
6	ตรัง	32	30	0	62
7	ตราด	1	13	0	14
8	นครศรีธรรมราช	76	20	0	96
9	นราธิวาส	3	26	0	29
10	บุรีรัมย์	4	0	0	4
11	ปัตตานี	2	16	0	18
12	พังงา	14	10	0	24
13	พัทลุง	42	7	0	49
14	ภูเก็ต	1	0	0	2
15	ยะลา	9	34	2	45
16	ระนอง	3	0	0	3
17	ระยอง	5	3	0	8
18	สงขลา	54	34	1	89
19	สตูล	14	4	0	18
20	สุราษฎร์ธานี	33	25	0	58
21	หนองคาย	38	0	7	45
	รวมทั้งสิ้น	**388**	**239**	**10**	**637**
	ร้อยละ	**60.75**	**37.50**	**1.75**	**100**

* หมายรวมถึงสหกรณ์ที่กำลังอยู่ในระหว่างการชำระบัญชี

**หมายรวมถึงสหกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงกิจการไป

ที่มา : ทำเนียบสหกรณ์กองทุนสวนยาง (2553)



ภาพประกอบที่ 1-5 กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมควบคุมมลพิษ (2548)

1.2.7 กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์จะเริ่มจากรับซื้อน้ำยางสดจากสมาชิก โดยสมาชิกแต่ละรายจะส่งน้ำยางโดยใส่ถังหรือแกลลอนบรรทุกด้วยรถจักรยานยนต์ ส่งมาที่สหกรณ์ด้วยตัวเอง จะถูกนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ DRC (Dry rubber content; %DRC) รวม ก่อนนำน้ำยางสดลงสู่ตะกงและต้องมีการกำหนดสัดส่วนระหว่างน้ำสะอาดกับน้ำยาง ที่เติมตามความผันแปรของความเข้มข้นของเนื้อยางในน้ำยางซึ่งสามารถคำนวณได้ ตามสมการที่ (1-4)

$$\text{ปริมาณน้ำยางสดต่อ 1 ตะกง} = \frac{(\text{ความจุของตะกง}) \times \text{ความเข้มข้นที่ต้องการ}}{\text{เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำยางสดเฉลี่ย}} \qquad (1\text{-}4)$$

โดย ความจุของตะกง = 33 ขีด หรือ 215 ลิตร

ความเข้มข้นสุดท้ายที่ต้องการในตะกง = 15% (ค่ามาตรฐาน)

เปอร์เซ็นความเข้มข้นของน้ำยางสดเฉลี่ย = %DRC รวมของน้ำยางที่จะผลิต

หมายเหตุ ที่ผนังของตะกงจะมีขีดบอกระดับที่ใช้ปริมาณน้ำ/น้ำยาง ที่ใช้ในการผลิต

โดยรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันเป็นดังนี้

1.2.7.1 การทำให้น้ำยางจับตัว

น้ำยางสดที่สมาชิกนำมาขายที่โรงอบ /รมควัน จะถูกกรองแยกสิ่งสกปรกด้วยตะแกรงเบอร์ 40 ก่อนแล้วเทรวมกันในถังใหญ่ โดยผ่านการกรองด้วยตะแกรงเบอร์ 60 อีกครั้ง พนักงานจะปล่อยน้ำยางสดจากถังใหญ่ไปผสมน้ำสะอาดในรางหรือในตะกงสำหรับให้ยางจับตัว จากนั้นใส่กรดฟอร์มิ กมีความเข้มข้น 90 % จำนวน 0.25 ลิตร ลงในน้ำสะอาดจำนวน 7 ลิตร (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545) ลงในตะกง จากนั้นกวนน้ำยางสด น้ำ และกรด ผสมเข้าด้วยไม้พาย แล้วทำการกวาดฟองออกไปด้านท้ายของตะกงแล้วตักออกใส่พาชนะเพื่อนำไปขายเป็นเศษขี้ยาง จากนั้นนำแผ่นกั้นเสียบตามช่องในตะกงเพื่อแบ่งยางเป็นแผ่นๆ แต่ละช่องห่างกัน 1 นิ้ว ในแต่ละตะกง น้ำยางจะจับตัวได้ 50 แผ่น

ภาพประกอบที่ 1-6 ขั้นตอนการรับน้ำยางสดและการคำนวณเปอร์เซ็นต์ DRCน้ำยางสด

1.2.7.2 การทำยางแผ่น

น้ำยางสดที่ผสมน้ำและกรด จะจับตัวภายในเวลา 3-4 ชั่วโมง ขึ้นกับความเข้มข้นของกรดที่ใช้ ยางที่จับตัวแล้วจะไม่แข็งเกินไป จะถูกยกจากตะกงมาวางแช่น้ำในรางลำเลียงเพื่อส่งมาที่เครื่องรีดยาง แผ่นยางจะถูกรีดด้วยเครื่องรีดยาง ซึ่ง มี 2 แบบคือ แบบ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และแบบใช้เครื่องยนต์ดีเซล มีลูกรีดจำนวน 5 คู่ โดยระยะระหว่างลูกรีดแต่ละคู่จะค่อยๆลดลง ลูกรีด 2 คู่สุดท้ายจะมีร่องสำหรับขึ้นลายบนแผ่นยาง เป็นลายทแยงตัดกันเพื่อเพิ่มพื้นที่การระเหยน้ำออกจากยางแผ่น พร้อมทั้งพิมพ์รหัสของสหกรณ์บนแผ่นยางด้วยทำให้ทราบผู้ซื้อหรือผู้ขายทราบว่ามาจากโรงรมไหน โดยทั่วไปจะรีดให้ยางแผ่นมีความหนาประมาณ 2-3 มม. จากนั้นจะนำมาผึ่งบนราวของรถแขวนยางประมาณ 6-12 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำบางส่วนไหลออกจากเนื้อยางและระเหยออกจนผิวยางแห้ง แล้วจึงนำเข้าห้องรมเพื่ออบแห้งทำเป็นยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoked Sheets, RSS)หรือทำการอบแห้งในกรณีทำยางแผ่นผึ่งแห้ง (Air Dried Sheets; ADS)

ภาพประกอบที่ 1-7 อุปกรณ์รีดยางแผ่นดิบ และการตากยางแผ่นดิบ

1.2.7.3. การรมควันยาง

การรมควัน เป็นการระเหยน้ำออกจากแผ่นยางดิบ และการสร้างสารกันเชื้อราที่เกิดจากการเผาไหม้ไม้เคลือบบนแผ่นยาง เพื่อสามารถเก็บรักษายางแผ่นได้เป็นเวลานาน ดังนั้นการอบรมควันยางแผ่นจะใช้ห้องปิด ซึ่งควันจากเตาเผาไม้ฟืนไหลผ่านกองยาง แล้วไหลออกทางเพดานห้อง ซึ่งมีช่องระบายที่เจาะเป็นพื้นที่เปิดพอประมาณ และมีบานเปิด - ปิด ที่สามารถควบคุมการเปิดปิดช่องระบายอากาศได้

การแห้งของยางแผ่น สังเกตได้จากลักษณะของแผ่นยาง เมื่อยางแห้งจะไม่มีส่วนขุ่นมัวในเนื้อยางแผ่น ซึ่งยางแผ่นรมควันที่มีคุณภาพดีนั้น ในเนื้อยางแผ่นจะไม่มีสิ่งสกปรกและฟองอากาศ ปกติในการรมควันแต่ครั้งใช้เวลาประมาณ 3-4 วันแต่ถ้าหากห้องรมไม่ดี จะเกิดการสูญเสียความร้อนมาก ระยะเวลาในการรมก็จะเพิ่มมากขึ้นดังภาพประกอบที่ 1-8

อุณหภูมิที่ใช้ในการรมควันจะมีค่าอยู่ระหว่าง 49 ถึง 63 องศาเซลเซียส โดยในวันแรกจะรมยางที่อุณหภูมิประมาณ 49 ถึง 52 องศาเซลเซียส และจะค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะถ้าอุณหภูมิเพิ่มเร็วมากในวันแรกจะเกิดฟองอากาศในยางแผ่น การควบคุมอุณหภูมิในห้องรมควันทำได้โดยการควบคุมปริมาณการเผาไหม้ไม้ฟืน โดยการใส่ไม้ฟืนอย่างสม่ำเสมอ 2-3 ชั่วโมงต่อครั้ง เพื่อควบคุมให้ห้องรมควันร้อนอยู่ประมาณ 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดต้องควบคุมให้

ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นจะทำให้ยางแผ่นเหลวมีการยืดตัว สำหรับยางแผ่นดิบที่มีความหนา 3 มม. ควรควบคุมอุณหภูมิห้องรมดังนี้

วันที่	อุณหภูมิ(°c)
1	49-52°C
2	52-57°C
3	57-60°C
4	60-63°C

ภาพประกอบที่ 1-8 ห้องรมควันยางแผ่นและยางแผ่นรมควัน

โดยทั่วไปการรมควันของสหกรณ์จะหยุดใส่เชื้อเพลิงไม้ฟืนวันสุดท้าย และห้องรมควันยางจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 50 องศาเซลเซียส การรมควันยางแผ่นนั้นจะต้องใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืนเท่านั้น ดังภาพประกอบที่ 1-9 เนื่องจากควันไฟมีกรดฟีนอลิค (phenolic acid) ที่จะไปเคลือบแผ่นยางสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ โดยทั่วไปทางสหกรณ์จะใช้เชื้อเพลงจากไม้ยางพารา เนื่องจากหาได้ง่ายในท้องถิ่นและต้นทุนไม่สูง (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545)

ภาพประกอบที่ 1-9 เตาเผาฝืน

ในการอบรมควันแต่ละครั้ง อาจจะมียางที่สุกเนื่องจากขอบหนา ซึ่งอาจเกิดจากกยางหดตัวหลังการรีดทำให้ขอบหนากว่าแผ่นยาง หรือเกิดการพับของยางในขณะรีด ยางส่วนนี้จะแห้งช้า ผู้ผลิตจึงใช้การตัดออก ทำเป็นยางเกรดต่ำเรียกว่า ยางคั ตติ้ง ซึ่งจะขายได้ราคาต่ำกว่า แต่ถ้าทั้งแผ่นมียางไม่สุกมาก ก็จะนำเข้ารมใหม่ กับยางล๊อตใหม่ หากอุณหภูมิในการรมสูงเกินยางก็จะเกิดเป็นฟองใหญ่ แต่ถ้าน้ำยางสดมีน้ำฝนผสมขณะเก็บจากต้น ก็จะทำให้เกิดฟองเล็กๆ เรียกว่ายางฟองทั่วทั้งแผ่น ยางเหล่านี้จะขาย ได้ราคาต่ำ ดังภาพประกอบที่ 1-10

ภาพประกอบที่ 1-10 ยางคัตติ้งและ ยางฟอง

ในปัจจุบันไม่ว่าทางสหกรณ์จะผลิตได้คุณภ าพดีเพียงใดก็จะขายได้ในราคาของยางชั้น 3 เท่านั้น เนื่องจากกลไกของตลาดต้องการยางชั้น 3 ดังนั้นจึงไม่มีแรงจูงใจให้ทางสหกรณ์ผลิตยางคุณภาพสูง ยางที่แห้งและผ่านการคั ตติ้งแล้วจะถูกนำมารวมไว้ที่ห้องรวบรวมยางก่อนนำไปขาย

1.2.7.4. การคัดชั้นยาง

การคัดชั้นยางเป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน เป็นการนำยางแผ่นรมควันที่ได้มาตัดสิ่งแปลกปลอมที่ปลอมปนอยู่ในเนื้อยาง เช่น ฟองอากาศ ยางส่วนที่ยังไม่สุก และส่วนที่ไหม้ ออกจากแผ่นยาง แล้วทำการคัดชั้นยางด้วยการมองด้วยสายตาเป็นเกณฑ์ตัดสิน เมื่อทำการตัดตำหนิบนแผ่นยางออกจะช่วยเพิ่มคุณภาพของยางแผ่นรมควันได้ดีว่าเดิม สำหรับพื้นห้องเก็บยางควรมีการปูเสื่อน้ำมันเพื่อให้พื้นที่ใช้วางยางนั้นสะอาด รักษาความสะอาดได้ง่าย และป้องกันความชื้นจากพื้น โดยมาตรฐานการจัดชั้นคุณภาพและการหีบห่อยางธรรมชาติจากหนังสือ International Standards of Quality and Packing for Natural Rubber Grades หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่าสมุดปกเขียว (Green Book) ได้กำหนดยางแผ่นรมควันไว้ 5 ชั้น (ตารางที่ 1-7)

ตารางที่ 1-7 ข้อกำหนดยางแผ่นรมควันชั้นต่างๆ อ้างอิงตาม Green Book

ชั้นยาง	การหีบห่อ	ยางเสียปลอมปน	คุณสมบัติยางแผ่น
ชั้น 1 พิเศษ (NO.1RSS XL)	แต่ละก้อนต้องไม่มีรา แต่ขณะส่งมอบอนุญาตให้มีราแห้งจำนวนเล็กน้อยบนผิวก้อนที่ติดกับแผ่นยางที่ห่อได้	ต้องไม่มียางที่เป็นรอยไหม้เป็นจุดหรือเป็นแถบๆ ไม่มียางย้อยหรือยางเย็ม ไม่มียางอ่อนรม ไม่มียางแก่รม ไม่มียางขุ่นมัว ไม่มียางไหม้	แผ่นยางต้องแห้งสนิท สะอาดและดูแข็งแรง คงทนปราศจากข้อตำหนิใดๆอันได้แก่ สิ่งแปลกปลอมเจือปน ราสนิม ยางพอง หรือทรายสิ่งสกปรกเจือปนอื่นๆ อนุญาตให้มีฟองอากาศขนาดปลายเข็มได้

ตารางที่ 1-7 (ต่อ) ข้อกำหนดยางแผ่นรมควันชั้นต่างๆ อ้างอิงตาม Green Book

ชั้นยาง	การหีบห่อ	ยางเสียปลอมปน	คุณสมบัติยางแผ่น
ชั้นที่ 2 (NO.2 RSS)	อนุญาตให้มีราสนิมหรือราแห้งได้ไม่เกิน 5%	เหมือนชั้น 1พิเศษและชั้นที่ 1	เหมือนชั้นที่ 1
ชั้นที่ 3 (NO.3 RSS)	อนุญาตให้มีราสนิมหรือราแห้งได้ไม่เกิน 10%	เหมือนชั้น 1พิเศษและชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2	เหมือนที่ 1 และชั้นที่ 2 แต่ยินยอมให้ยางแผ่นดูไม่ค่อยสะอาดเล็กน้อย
ชั้นที่ 4 (NO.4 RSS)	อนุญาตให้มีราสนิมหรือราแห้งได้ไม่เกิน 20%	เหมือนชั้น 1พิเศษและชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3	เหมือนชั้นที่3และอนุญาตให้มีตำหนิเปลือกไม้ ฟองอากาศสิ่งเจือปน โปรางแสงเหนียวเล็กน้อยยางแก่รมได้
ชั้นที่ 5 (NO.5 RSS)	อนุญาตให้มีราสนิมหรือราแห้งได้ไม่เกิน 20%	จะต้องไม่มียางที่มีรอยไหม้เป็นจุดๆ หรือเป็นแถบๆ ไม่มียางย้อยหรือยางเยิ้ม ไม่มียางอ่อนรม ไม่มียางแก่รม ไม่มียางขุ่นมัว ไม่มียางไหม้ อนุญาตให้มียางอ่อนรมได้เล็กน้อย อนุญาตให้มียางแก่รมได้เล็กน้อย	ยางแผ่นจะต้องแห้งสนิท อนุญาตให้มีตำหนิเปลือกไม้ ฟองอากาศ ยางพองได้เล็กน้อย

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2542)

1.2.8 การใช้ทรัพยากรและพลังงาน

1.2.8.1 การใช้วัตถุดิบ

1) น้ำยางสดคือวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตยางแผ่นรมควันซึ่งน้ำยางสด 100 ตัน ผลิตยางแผ่นรมควันได้ 30-40 ตัน

2) สารเคมีที่ทำให้น้ำยางจับตัวที่สำคัญ ส่วนใหญ่นิยมใช้กรดฟอร์มิกเป็นสารเคมีให้น้ำยางจับตัว ให้สมบัติทั้งทางกายภาพและทางเทคนิคของยางดีกว่า ส่วนกรดซัลฟูริกนั้นจะใช้เป็นสารเคมีทำให้หางน้ำยางจับตัวเฉพาะกับการทำยางสกิมและใช้ทำยางชนิดพิเศษบางชนิด สำหรับกรดชนิดอื่นๆนั้นใช้กรณีพิเศษเช่น ในการผลิตโซลเครพ หรือ ผลิตเครพสีจางจะใช้กรดอะซิติกสำหรับการทำให้น้ำยางจับตัวเพียงบางส่วนเพื่อแยกสารพวกสีเหลืองที่มีอยู่ในน้ำยาง ส่วนใหญ่ใช้กรดฟอร์มิกความเข้มข้น 2-6 % ปริมาณ 0.4-0.6 % โดยน้ำหนักของเนื้อยางแห้ง

1.2.8.2. การใช้น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยหลักในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน เนื่องจากมีการใช้น้ำในการเจือจางน้ำยางสดและยังมีการใช้น้ำในกระบวนการต่างๆคือ การล้างอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ การล้างกรดที่ติดอยู่กับยางแผ่น ตลอดจนการใช้น้ำเพื่อหล่อลื่นในขณะรีดยางเป็นต้น ปัญหาการใช้น้ำพบว่าส่วนใหญ่มีการใช้น้ำมากและสิ้นเปลืองเนื่องจากแหล่งน้ำใช้เป็นน้ำบาดาล ซึ่งไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆจึงทำให้ขาดแรงจูงใจในการใช้น้ำอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

1.2.8.3. การใช้พลังงาน

การผลิตยางแผ่นรมควันมีการใช้พลังงาน 2 รูปแบบคือ

1) พลังงานไฟฟ้า

มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และเครื่องสูบน้ำในการสูบน้ำบาดาลเก็บไว้ในถังเก็บน้ำไว้ใช้ในกระบวนการผลิต

2) พลังงานจากเชื้อเพลิง

2.1) ไม้ฟืน เพื่อให้ความร้อนและควันในตู้อบสำหรับการรมควันยาง ซึ่งสามารถควบคุมการเผาไหม้ของไม้ฟืนโดยการเปิดและปิดช่องให้อากาศเข้าทางประตูใส่ไม้ฟืน ควรใส่ไม้ฟืนครั้งละน้อยแต่ใส่บ่อยๆ เพราะถ้าใส่ในปริมาณมากทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอาจทำให้เตาเผาที่ก่อด้วยคอนกรีต หรืออิฐไม่สามารถทนความร้อนได้และยางแผ่นที่รมควันอาจพุพองได้ โดยส่วนใหญ่ไม้ฟืนที่นิยมใช้คือไม้ยางพารา

2.2) น้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิงในการให้พลังงานแก่มอเตอร์เครื่องรีดยางและเครื่องสูบน้ำ

4. ปัญหาจากกระบวนการผลิต

4.1) น้ำเสีย

น้ำเสียที่มาจากหลายขั้นตอนในกระบวนการผลิตดังนี้

- น้ำจากการล้างถังบรรจุน้ำยางสดของสมาชิกสหกรณ์
- น้ำจากการล้างเครื่องมือ และ อุปกรณ์ทำยางแผ่น
- น้ำจากการผลิตยางแผ่นคือน้ำส่วนที่เหลืออยู่ในตะกงจากการทำให้ยางจับและแข็งตัวเป็นแผ่นซึ่งมีค่าความเป็นกรด -ด่างประมาณ 5.2-5.6น้ำจากการล้างยางแผ่นคือน้ำที่ล้างเพื่อชำระกรดออกจากตัวแผ่นยาง
- น้ำจากการรีดยางคือน้ำส่วนที่มาจากแผ่นยางและน้ำหล่อลื่นขณะรีดยาง
- น้ำจากการล้างพื้นโดยปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนต่างๆและลักษณะน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นรมควันแสดงดังตารางที่ 1-8 และ1-9 ตามลำดับ

ตารางที่ 1-8 น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

น้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม/วัน)		
	โรงรมยาง ก	**โรงรมยาง ข**	**โรงรมยาง ค**
น้ำเสียจากตะกง	4.26	1.53	4.56
น้ำเสียจากการล้างยาง	1.65	4.04	2.90
น้ำเสียจากการรีดยางแผ่น	0.94	0.71	0.73
น้ำเสียจากการล้างภาชนะบรรจุและการล้างพื้น	0.50	1.20	0.86
รวม	**7.35**	**7.48**	**9.05**

ที่มา : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา (2541)

จากตารางที่ 1-8 พบว่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการผลิตยางแผ่นรมควันมีปริมาณมากและพบปัญหาในการบำบัดเนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้จึงก่อให้เกิดปัญหาการร้องเรียนเกิดขึ้นบ่อยๆ

ตารางที่ 1-9 ลักษณะน้ำเสียจากกระผลิตยางแผ่นรมควัน

ลักษณะน้ำเสีย	แหล่งที่มาของน้ำเสีย				
	ตะกง	ล้างยาง	รีดยาง	ล้างภาชนะและล้างพื้น	น้ำเสียรวม
พีเอช	5.0	5.3	5.3	5.8	5.9
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.0	26.7	26.7	27.1	26.3
DO (mg/l)	1.13	0.45	3.92	0.58	2.08
BOD (mg/l)	9,433	3,433	7,016	1,391	4,783
COD (mg/l)	15,069	5,137	11,344	1,928	6,673
SS (mg/l)	164	93	195	525	167
TKN (mg/l)	162.06	79.53	190.87	60.17	131.99
NH3-N (mg/l)	85.10	45.02	110.04	38.67	75.88
TP (mg/l)	21.56	19.99	17.79	19.41	14.90
Sulfate (mg/l)	472.62	225.84	445.21	136.03	188.06
Acidity (mg/l as CaCO3)	986.52	347.84	581.78	130.12	391.72
BOD Loading (kg BOD/d)	29.37	7.77	5.84	1.04	37.28

ที่มา : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา (2541)

4.2) มลพิษทางอากาศและกลิ่น

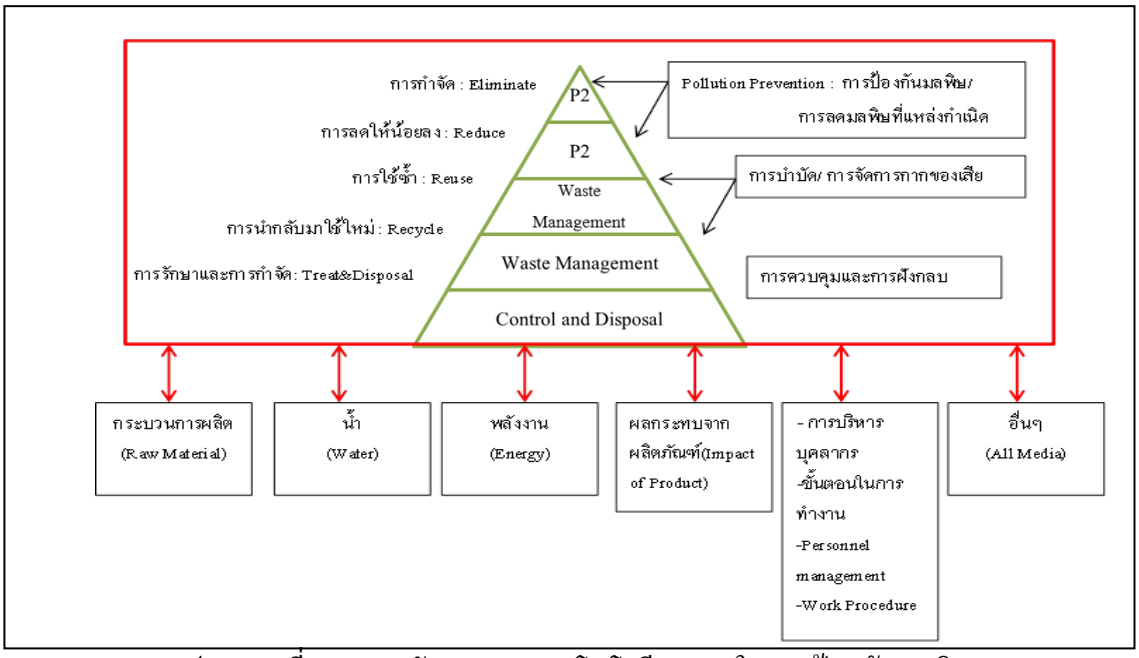
ฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาไหม้ไม้ฟืน ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง สำหรับการรมควันยางแผ่นในเตาเผาฟืน หากไม้ฟืนที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงมีความชื้น จะทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้พลังงานเคมีในไม้ฟืนเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานความร้อนได้ไม่เต็มที่ และ เชื้อเพลิง ที่เหลือจากการเผาไหม้ นั้น ยังเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จากรายงานการศึกษาวิจัยในบรรยากาศการทำงานของคนงานรมควันยางแผ่นในโรงรมยางของจังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลการตรวจสมรรถภาพปอดผิดปกติและมีอาการระบบทางเดินหายใจสูงในทุกกลุ่มอาการ (อารี ควรเนตร, 2547) และจากการศึกษาแบบแผนสุขภาพของแรงงานหญิงย้ายถิ่นในโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราจังหวัดสงขลา พบว่าร้อยละ 88.1 เคยเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจมากเป็นอันดับหนึ่ ง(เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย และคณะ, 2545) รวมถึงการศึกษาของ Tzanakis และคณะ (2001) ที่ศึกษาผลกระทบระยะสั้นของ

การสัมผัสควันจากการเผาไม้ในคนงานเผาถ่านพบว่าคนงานจะมีอาการระบบทางเดินหายใจที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมและการมีสมรรถภาพปอดที่ลดลง

1.2.9 หลักการและวิธีการของเทคโนโลยีสะอาด

ปัจจุบัน ประเทศไทยก้าวสู่การพัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรม มีการลงทุนในประเทศและต่างประเทศมากขึ้น แต่สิ่งที่เกิดตามมาจากการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม คือ ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาเหล่านี้ โดยเฉพาะองค์กรที่ผู้ประกอบการขาดความรับผิดชอบต่อสังคม

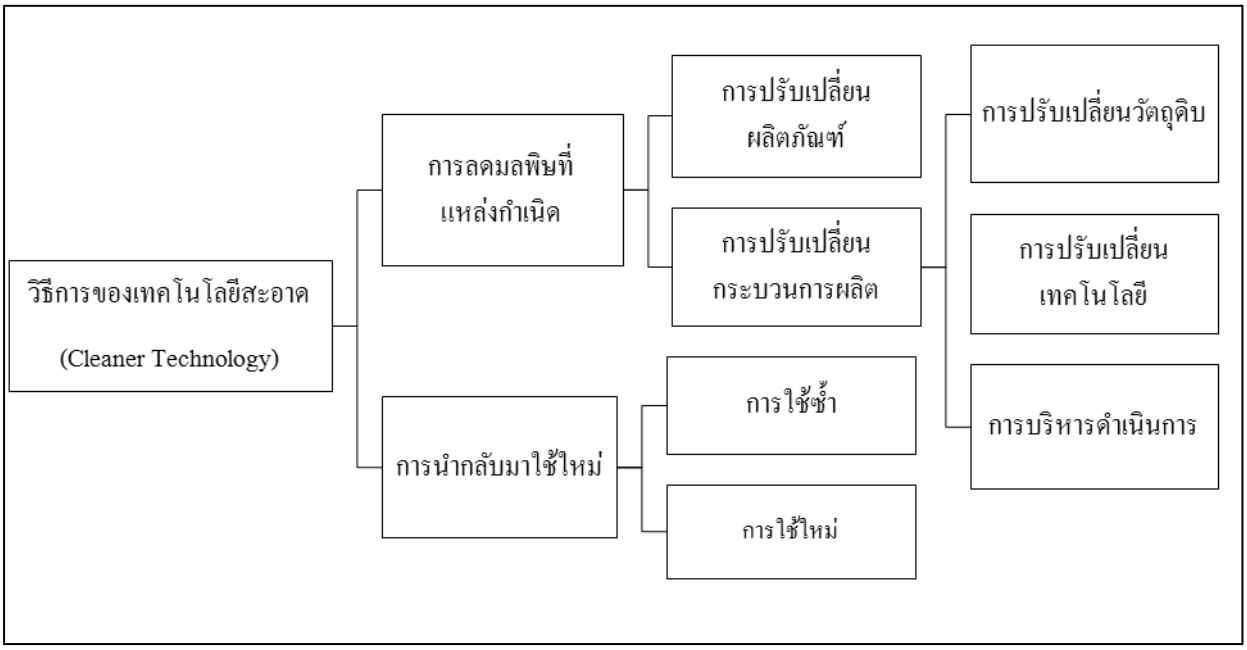
เทคโนโลยีสะอาดเป็นหลักการป้องกันมลพิษ ที่แหล่งกำเนิด (Pollution Prevention) ที่ใช้หลักการลดของเสีย ให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization) โดยการแยกสารมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การเปลี่ยนวัตถุดิบ ซึ่งทำให้เกิดผลพลอยได้ที่ไม่เป็นอันตราย รวมทั้งการลดปริมาณและความเข้มข้นขององค์ประกอบในของเสีย เพื่อให้สามารถ นำไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียไปใช้ประโยชน์ได้ จากนั้นจะนำของเสียไปบำบัดให้ถูกต้องต่อไป นอกจากนี้บุคคลากรทุกฝ่ายต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง มีทัศนคติที่ดีและมีการร่วมมือกันอย่างเต็มที่เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของธุรกิจหรืออุตสาหกรรม แสดงดังภาพประกอบที่ 1-11



ภาพประกอบที่ 1-11 : หลักการของเทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันมลพิษ

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมควบคุมมลพิษ, 2553

เทคโนโลยีสะอาด มีวิธีดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ (1)วิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและ(2)วิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ แสดงดังภาพประกอบที่ 1-12



ภาพประกอบที่ 1-12 : วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด

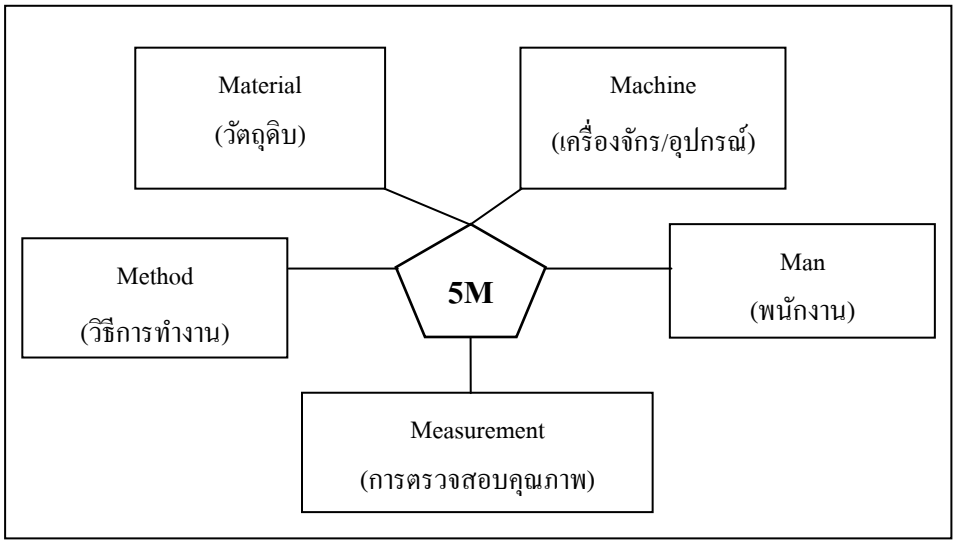
ที่มา : ดัดแปลงจากกรมควบคุมมลพิษ, 2553

การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต (Process Change) แบ่งออกเป็น 3 วิธี

1.1 การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change) เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาดโดยการใช้วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติให้สามารถนำกลับมาใช้หมุนเวียนได้ และใช้วัตถุดิบที่ไม่มี สิ่งปนเปื้อน หรือสิ่งสกปรก ปะปนมากับวัตถุดิบ ซึ่งถ้าหากเป็นไปได้ควรมีการกำจัดสิ่งดังกล่าวออกก่อนที่วัตถุดิบจะเข้าสู่โรงงาน รวมทั้งการผลิตของโรงงานควรมีการควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน เป็นต้น

1.2 การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology Improvement) เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิต หรือการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การปรับปรุงผังโรงงาน การเพิ่มระบบอัตโนมัติ การปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตและการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้เพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุดและถ้าหากของเสียยากแก่การกำจัด ควรหาวิธีนำเทคโนโลยีเพื่อทำการเคลื่อนย้ายตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมเดิมไปสู่ตัวกลางใหม่ ซึ่งเงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ(5M) ดังภาพประกอบที่ 1-13



ภาพประกอบที่ 1-13 เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุง (5M)

1.3 การ ปรับปรุงกระบวนการ บริหารการดำเนินงาน (Operational Management) เป็นการ ปรับปรุงการ บริหารระบบการวางแผนและควบคุม เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและ ลดผลกระทบ ต่อ สิ่งแวดล้อม เช่น มีกระบวนการทำงาน และขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ชัดเจน มีการบริหารการปฏิบัติงาน มีการฝึกอบรม มีระบบการจัดเก็บในโกดังชั้นเก็บของ ใช้ระบบ First in – First out เพื่อลดการสูญเสียจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หลีกเลี่ยงการรวมของเสียต่างชนิดเข้าด้วยกัน เป็นต้น

2. การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation)

โดยทำการปรับปรุง รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อหลีกเลี่ยงและ ลดการเกิดสารมลพิษโดยพัฒนาการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น ทำให้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นเพื่อลดจำนวนบรรจุภัณฑ์ หรือเปลี่ยนเป็นรูปสารละลายผง เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ยกเลิกหีบห่อที่ไม่จำ เป็น เป็นต้น สามารถทำได้ 4 วิธี ดังนี้

2.1 Product Change Factor คือ การออกแบบเพื่อปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยมีเงื่อนไขและเทคนิคที่เหมาะสม

2.2 Production Change Factor คือ การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมสินค้ารวมถึงการเก็บรักษาคงเหลือ

2.3 Market Change Factor คือ การปรับเปลี่ยนวิธีการตลาด และการประมาณความต้องการของตลาด

2.4 Marketing Change Factor คือ การปรับปรุงการบริการ และการตลาด

3. การใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse and Recycle)

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดควรดำเนินการลดการสูญเสียก่อนที่จะหาวิธีนำผลิตภัณฑ์กลับมาสกัดของมีค่ากลับคืน หรือใช้หมุนเวียน เช่น เมื่อนำทรัพยากรมาผ่านการใช้งานครั้งหนึ่งแล้ว ทรัพยากรนั้น ยังมีคุณภาพที่ สามารถ นำไปใช้งานในขั้นตอนอื่นได้ ควรหาวิธี ในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือถ้าใช้ในกระบวนการอื่นไม่ได้อีกแล้ว ควรศึกษาหา เทคโนโลยี มาออกแบบกระบวนการ ผลิตเพื่อ นำทรัพยากรน้ำ วัตถุดิบ หรือพลังงานกลับมาใช้อีก หรือทำให้เกิดผลพลอยได้เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเสียนั้น

3.1 การใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำของเสียจากกระบวนการผลิตมาใช้ซ้ำ โดยนำกลับมาใช้ใหม่โดยตรง เพื่อใช้ในการผลิตเดิมหรือใช้กระบวนการอื่น เช่น การนำขวดที่ใช้แล้วมาล้างเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การนำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ใหม่ การนำเศษผ้าจากการตัดเย็บไปใส่ที่นอนแทนนุ่น เป็นต้น

3.2 การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับมาใช้อีกหรือเป็นผลพลอยได้ที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value Added by Product) เช่น การนำพลาสติกมาหลอมใหม่ การผลิตตะกั่วจากการหลอมแบตเตอรี่เก่า การนำน้ำนึ่งปลาใน โรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องมาทำซอสปรุงรส เป็นต้น (กรมโรงงาน, 2553)

1.2.10 การวิเคราะห์ข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาด

การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยข้อเสนอทาง เทคโนโลยีสะอาด แบ่งลักษณะการตรวจประเมินได้ 2 แบบ คือ การตรวจประเมินเบื้องต้น และการตรวจประเมินอย่างละเอียด ซึ่งประเด็นในการพิจารณาสำหรับการตรวจประเมินเบื้องต้นมี 3 ขั้นตอน คือ การพิจารณาด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม แล้วรวมคะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา (กาญจนี ชูทอง และคณะ, 2553) ส่วนประเด็นในการพิจารณาสำหรับการตรวจประเมินอย่างละเอียดมี 4 ขั้นตอน คือ การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล การจัดทำสมดุลมวลสารและดุลพลังงาน การหาสาเหตุของการเกิดของเสีย และการสร้างเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) (ณรงค์วัฒน์ บุญแก้ว และคณะ, 2554) ดังนี้

1.2.10.1 การตรวจประเมินเบื้องต้น

1. การปรับปรุงทางด้านเทคนิค พิจารณาตามดัชนีชี้วัด (Key Factor) โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตในอดีตของโรงงาน (Internal Benchmarking) ซึ่งมีวิธีการคำนวณค่าความเป็นไปได้ทางด้านเทคโนโลยี ดังสมการ (1-5) และสมการ (1-6) ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีชี้วัด (Key Factor)} = \frac{\text{ปริมาณการใช้ทรัพยากร}}{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้}} \quad (1\text{-}5)$$

$$\text{ความเป็นไปได้ทางด้านเทคโนโลยี (\%)} = \frac{\text{ค่าดัชนีชี้วัดเฉลี่ย} - \text{ค่าดัชนีชี้วัดที่ดีที่สุด}}{\text{ค่าดัชนีชี้วัดเฉลี่ย}} \times 100 \quad (1\text{-}6)$$

หมายเหตุ : ค่าดัชนีชี้วัด (Key Factor) คือ ปริมาณของการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันแต่ละเดือน

ค่าดัชนีที่ดีที่สุด คือ ปริมาณของทรัพยากรที่ใช้และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันแต่ละเดือนที่มีค่าน้อยที่สุด

2. การปรับปรุงทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการประเมินเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่ใช้ในกระบวนการผลิต แสดงให้เห็นว่าข้อมูลในแต่ละเดือนมีดัชนีค่าใช้จ่ายมากน้อยเพียงใด หากโรงงานสามารถควบคุมดัชนีค่าใช้จ่ายให้เท่ากับเดือนที่มีค่าดัชนีน้อยที่สุด จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ส่งผลให้กำไรเพิ่มขึ้น ซึ่งคำนวณค่าความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังสมการ (1-7) และสมการ (1-8) ดังนี้

$$\text{ค่าความเป็นไปได้} = (\text{ค่าดัชนีชี้วัดเฉลี่ย} - \text{ค่าดัชนีชี้วัดที่ดีที่สุด}) \times \text{กำลังการผลิตเฉลี่ย} \times \text{ราคาต้นทุนต่อหน่วย} \quad (1\text{-}7)$$

$$\text{ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ (\%)} = \frac{\text{ค่าความเป็นไปได้}}{\text{ผลรวมของค่าความเป็นไปได้ทั้งหมด}} \times 100 \quad (1\text{-}8)$$

3. การปรับปรุงทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการประเมินเพื่อค้นหาปัญหาที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาได้แก่ ปริมาณ (Quantity; Q) ผลกระทบ (Effect; E) และการแพร่กระจาย (Distribution; D) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามดัชนีชี้วัด Q x E x D ระหว่าง 1-3 คะแนน ดังตารางที่ 1-10 ดังนี้

ตารางที่ 1-10 เกณฑ์การพิจารณาเพื่อประเมินความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม

เกณฑ์การพิจารณา	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ปริมาณ (Q)	มีศักยภาพที่จะเกิดสูงหรือมีการใช้ทรัพยากรสูง	มีศักยภาพที่จะเกิดปานกลางหรือมีการใช้ทรัพยากรปานกลาง	มีศักยภาพที่จะเกิดเล็กน้อยหรือมีการใช้ทรัพยากรเล็กน้อย
ผลกระทบ (E)	พิจารณาผลกระทบที่เกี่ยวข้อง 3 ประเด็น -กฎหมายกำหนด -มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน -มีผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย		
	มีผลกระทบสูง/ส่งผลกระทบเกี่ยวข้องครบทั้ง 3 ประเด็นข้างต้น	มีผลกระทบปานกลาง / ส่งผลกระทบเกี่ยวข้อง 2 ใน 3 ประเด็นข้างต้น	มีผลกระทบน้อย / ส่งผลกระทบเกี่ยวข้อง 1 ใน 3 ประเด็นข้างต้น
การแพร่กระจาย (D)	ผลกระทบที่เกิดขึ้นในรูปของก๊าซ	ผลกระทบที่เกิดขึ้นในรูปของเหลว	ผลกระทบที่เกิดขึ้นในรูปของแข็ง

ที่มา : กาญจนี ชูทอง และคณะ (2553)

การจัดลำดับความสำคัญในการประเมินเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า ประเด็นปัญหาใดเป็นปัญหาเร่งด่วน ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขเป็นลำดับแรก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการให้น้ำหนัก (Weight Factor) ความสำคัญในแต่ละด้าน โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนช่วง 1-3 คะแนน เพื่อจัดเรียงลำดับความสำคัญ ซึ่งถือว่า 1 คะแนน มีความสำคัญน้อยที่สุด และ 3 คะแนน มีความสำคัญมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 1-11 ดังนี้

ตารางที่ 1-11 เกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนน (Weight Factor) ในการจัดลำดับประเด็นปัญหา

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนน (Weight Factor)		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
ความสำคัญทางด้านเทคโนโลยี	มีความเป็นไปได้น้อยในการปรับปรุงให้ดีขึ้น	มีความเป็นไปได้ปานกลางในการปรับปรุงให้ดีขึ้น	มีความเป็นไปได้สูงในการปรับปรุงให้ดีขึ้น
ความสำคัญทางด้านเศรษฐศาสตร์	มีความเป็นไปได้น้อยในการลดค่าใช้จ่ายของโรงงาน	มีความเป็นไปได้ปานกลางในการลดค่าใช้จ่ายของโรงงาน	มีความเป็นไปได้สูงในการลดค่าใช้จ่ายของโรงงาน
ความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อม	ไม่มีหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง

ที่มา : กาญจนี ชูทอง และคณะ (2553)

การคิดคะแนนรวมเพื่อจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา คิดจากการนำน้ำหนักคะแนน (Weight Factor) ในแต่ละด้าน คูณ คะแนนด้านนั้น แล้วนำผลลัพธ์ทั้ง 3 ด้านมารวมกัน ดังสมการ (1-9) ดังนี้

$$\text{คะแนนรวม} = (\text{Weight Factor1} \times \text{ด้านเทคนิค}) + (\text{Weight Factor2} \times \text{ด้านเศรษฐศาสตร์}) + (\text{Weight Factor3} \times \text{ด้านสิ่งแวดล้อม}) \quad (1\text{-}9)$$

1.2.10.2. การตรวจประเมินอย่างละเอียด

โดยปกติแล้ววิธีการประเมินละเอียดของงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยจะยกตัวอย่างในเรื่องของไม้ฟืน ซึ่งจะมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอดคล้องกัน โดยการประเมินอย่างละเอียดนั้นจะวิเคราะห์เกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรและพลังงานเท่านั้น

1. การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การคำนวณปริมาณออกซิเจนในการเผาไหม้ไม้ฟืน ดังสมการที่ (1-10)

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad (1\text{-}10)$$

2. การคำนวณปริมาณของ CO_2 ในที่ปล่องระบาย ดังสมการที่ 1-11

ปริมาณของ CO_2 = (จำนวนโมลของ CO_2 × 100) / จำนวนโมลทั้งหมด (1-11)

ตารางที่ 1-12 องค์ประกอบของไม้ฟืน

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
คาร์บอน	49.00
ออกซิเจน	44.00
ไฮโดรเจน	6.00
ไนโตรเจน	0.10
น้ำ	0.35
ขี้เถ้า	0.55

ที่มา: Shaha *et al.* (1985)

ตารางที่ 1-13 น้ำหนักโมเลกุล (กิโลกรัม/กิโลกรัมโมล)

ธาตุ	น้ำหนักโมเลกุล (กิโลกรัม/กิโลกรัมโมล)
C	12
O_2	32
H_2	2
S	32
N_2	28
CO_2	44
SO_2	64
H_2O	18

ที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki/รายชื่อธาตุเคมีเรียงตามมวลอะตอม (2554)

การตรวจและวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณปริมาณออกซิเจนที่ต้องการในการเผาไหม้ไม้ฟืน และการคำนวณปริมาณของ CO_2 ในก๊าซไอเสียที่ปล่องระบาย จำเป็นต้องทราบองค์ประกอบของไม้ฟืน ดังตารางที่ 1-12 และทราบน้ำหนักโมเลกุล (กิโลกรัม /กิโลกรัมโมล) ดังตารางที่ 1-13

3. การคำนวณประสิทธิภาพของเตาเผา ดังสมการที่ (1-12)

$$Q = m \times Cp(t_1 - t_2) \qquad (1\text{-}12)$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณความร้อนของไม้ฟืน ในหน่วย กิโลแคลอรี (kCal)

m คือ น้ำหนักของไม้ฟืน ในหน่วย กิโลกรัม (kg)

Cp คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะเฉลี่ย ในหน่วย กิโลแคลอรี /กิโลกรัม องศาเซลเซียส (kCal/kg˚C)

t_1 คือ อุณหภูมิขณะปฏิบัติงาน (อุณหภูมิของเตาเผาแบบต่อเนื่องเฉลี่ย) ในหน่วย องศาเซลเซียส (˚C)

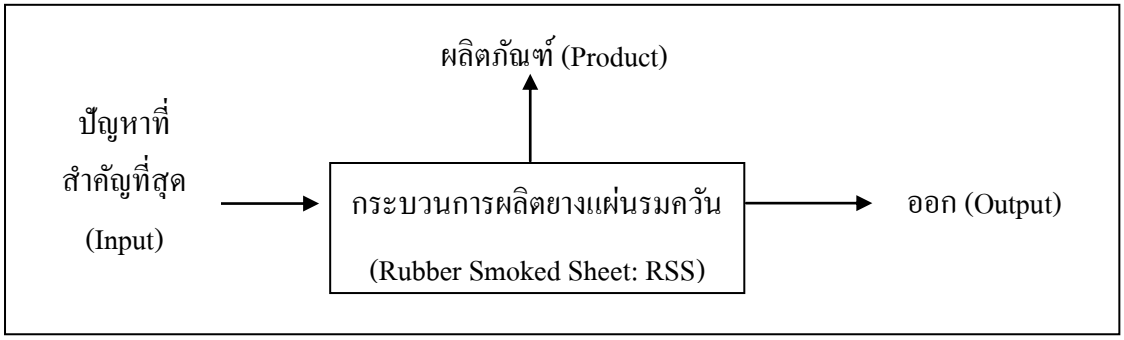
t_2 คือ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ในหน่วย องศาเซลเซียส (˚C)

4. การคำนวณอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องจักร ดังสมการที่ (1-13)

พลังงานไฟฟ้า(kW-h) = พลังไฟฟ้า (kW)×ชั่วโมงการใช้งาน (hr)×จำนวนเครื่องจักร(เครื่อง) (1-13)

1.2.10.3 การจัดทำสมดุลมวลสารและดุลพลังงาน (Mass Balance)

การจัดทำสมดุลมวลสารและดุลพลังงาน สามารถกำหนดให้อยู่ในรูปแบบของสารขาเข้าและขาออก ทำให้ทราบแหล่งกำเนิดของเสีย ดังภาพประกอบที่ 1-14

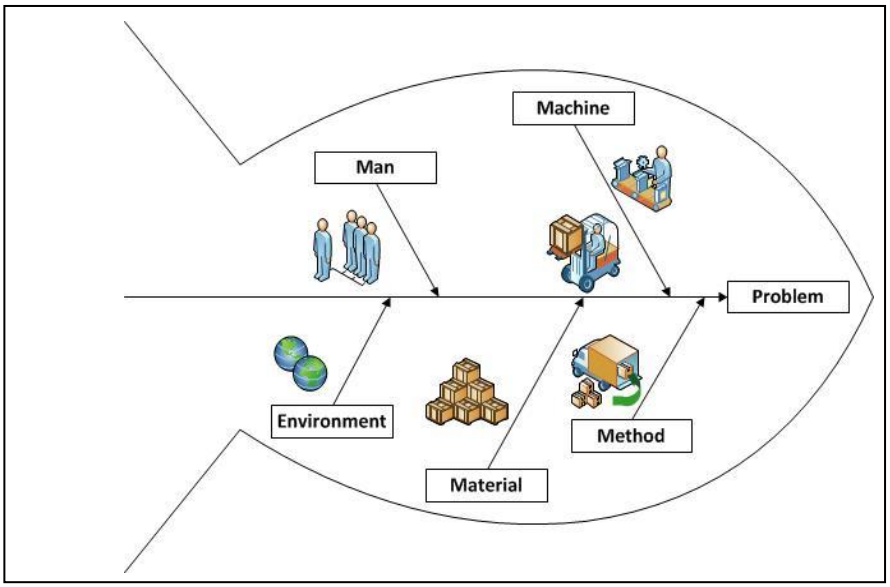


ภาพประกอบที่ 1-14 สมดุลมวลสารสำหรับวิเคราะห์ปัญหาที่สำคัญที่สุดของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

ที่มา : ดัดแปลงจากกิติกร จามรดุสิต และคณะ (2550)

1.2.10.4 การหาสาเหตุของกา รสูญเสีย วัตถุดิบและพลังงาน เพื่อตรวจสอบกิจกรรมและระบบการทำงาน รวมทั้งการวิเคราะห์หาปัจจัยสาเหตุของการสูญเสีย ซึ่งเลือกใช้

เทคนิคอิชิคาว่า (Ishikawa Technique) หรือ แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์ให้เห็นรากเหง้าของปัญหา ดังภาพประกอบที่ 1-15



ภาพประกอบที่ 1-15 เทคนิคอิชิคาว่า หรือ แผนภูมิก้างปลา

ที่มา : ดัดแปลงจาก ประชาสรรณ์ แสนภักดี (2553)

ทั้งนี้กลุ่มปัจจัย (Factors) ที่กำหนดเพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุของปัญหามาจาก 5 ปัจจัยที่เกิดขึ้นได้แก่

1.) Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

2.) Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

3.) Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

4.) Method กระบวนการทำงาน, การจัดการระบบการทำงาน

5.) Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยในด้านต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับโรงงานสหกรณ์ยางแผ่นรมควัน รวมถึงในส่วนของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผ่านมา พบว่า มีการศึกษาวิจัยในแง่มุมด้านต่างๆที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของมลพิษที่เกิดขึ้นทั้งในกระบวนการผลิตและนอกสายการผลิต รวมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ลดมลพิษที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีการนำระบบการจัดการมาประยุกต์ใช้ในการลดของเสีย เพิ่มมูลค่า หรือแม้แต่การ

เพิ่มศักยภาพในการผลิตโดยอาศัยเครื่องมือทาง ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในเชิง ของการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) ที่เกี่ยวข้องกับ อุตสาหกรรมยาง โดยการใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Assessment of GHG) เข้ามาช่วยในการวิจัย ซึ่งมีประเด็นต่างๆดังนี้

วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก (2553) ได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ พบว่า ในกระบวนการของเทคโนโลยีสะอาดจะต้องมีทั้งการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของทางเลือก และการติดตามประเมินผลการดำเนินการ ซึ่งการวัดผลทั้งคู่จะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการประเมินโครงการเพื่อสร้างตัวชี้วัดที่มีความตรง ความเที่ยง เป็นกลาง วัดได้หลายระดับ และใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าเทคโนโลยีสะอาดสามารถลดปริมาณการใช้วัตถุดิบและปริมาณของเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตได้จริง รวมทั้งสามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า แต่เนื่องจากคุณลักษณะของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบที่มีค่าความสกปรกสูง หากจำเป็นจะต้องใช้ระบบบำบัดน้ำเสียก็ควรใช้ระบบบำบัด น้ำเสียที่มีความเหมาะสมกับคุณลักษณะของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ และต้องมีวิธีการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ยุ่งยาก ลงทุนต่ำ เพื่อให้เกษตรกรผู้ผลิตยางแผ่นดิบสามารถนำระบบบำบัดดังกล่าวไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

สุเมธ ไชยประพัทธ์ และอิศรา รักงาม (2552) ได้ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแผ่นรมควัน ผลการศึกษา พบว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียสหกรณ์ สกย. ด้วยระบบบำบัดแบบไร้อากาศ พบว่า มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีได้มากกว่า 80% ประกอบกับระบบบำบัดน้ำเสียเดิมของสหกรณ์ เป็นระบบบ่อจึงเลือกระบบบ่อหมักร่วมไร้อากาศ (Co-digester) มาประยุกต์ใช้ ปัจจุบันสร้างระบบฯ นำร่อง ณ สหกรณ์ บ้านเก่าร้าง จำกัด อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา โดยระบบบ่อหมักร่วมไร้อากาศสามารถผลิตก๊าซชีวภาพและนำไปใช้ประโยชน์ใน สหกรณ์ ได้แก่ รมยาง และหุงต้มอาหารสำหรับคนงานในสหกรณ์

Cagno และ Trucco (2008) ศึกษาเกี่ยวกับประเด็นทางด้านเศรษฐศาสตร์และความรู้ของเทคโนโลยีสะอาด เพื่อนำมาใช้อุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศอิตาลี ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การนำวัตถุดิบที่ออกจากกระบวนการดึงวัตถุดิบในการผลิตเพื่อลดการใช้วัตถุดิบและนำวัตถุดิบกลับไปผ่านกระบวนการเพื่อให้สามารถใช้ใหม่ได้ การนำน้ำจากการล้างทำความสะอาดกลับไปใช้ใหม่รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้เป็นพิษน้อยลง พบว่า กระบวนการตามหลักเทคโนโลยีสะอาดมีการลงทุนไม่เกิน 1,000,000 ยูโร แต่สามารถให้ระยะเวลาในการคืนทุนน้อยกว่า2 ปี ส่วนองค์ความรู้ที่จะใช้ในการดาเนินการตามหลักเทคโนโลยีสะอาดจากระดับน้อยไปหามากนั้น ได้แก่ การดึงวัตถุดิบในการผลิตเพื่อวัตถุดิบกลับไปผ่านกระบวนการให้สามารถใช้

ใหม่ได้การดึงวัตถุดิบในการผลิตเพื่อลดการใช้วัตถุดิบ การลดการใช้น้ำ เพื่อล้างทำความสะอาด และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ ตามลำดับ

Baimark และคณะ (2008) ศึกษาการสกัดน้ำส้มควันไม้จากไม้ยูคาลิปตัส เพื่อใช้เป็นสารคงรูปและป้องกันการเกิดเชื้อราของยางแผ่นดิบโดยทดสอบเปรียบเทียบกับกรดฟอร์มิ ก และกรดอะซิติก ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีความอ่อนตัว ค่าความเหนียว ค่าความยืดหยุ่น (t 90) และลักษณะทางกายโดยทั่วไปของยางแผ่นดิบที่ใช้น้ำ ส้มควันไม้เป็นสารคงตัว จะมีลักษณะที่คล้ายกับกรดอะซิติก แต่ดีกว่าเมื่อเปรียบกับกรดฟอร์มิก นอกจากนี้น้ำส้มควันไม้ยังป้องกันการเกิดเชื้อราได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรดฟอร์มิ ก และกรดอะซิติก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เชื้อรา*Penicillium griseofulvum* ซึ่งเป็นเชื้อรากลุ่มหลัก ที่เจริญเติบโตได้ดีในผิวหน้าของยางแผ่นดิบ จึงเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรชาวสวนยางในการทดลองใช้สารสกัดน้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัส

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจกในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน ของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลา

2. เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของ โรงงานยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพจากการประยุกต์ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดิม และเปรียบเทียบค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องจักร เพื่อใช้เป็นทางเลือกในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลา

3. เพื่อเสนอแนะแนวทางการลดการ ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สามารถนำผลการศึกษาไปปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดรวมถึงการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

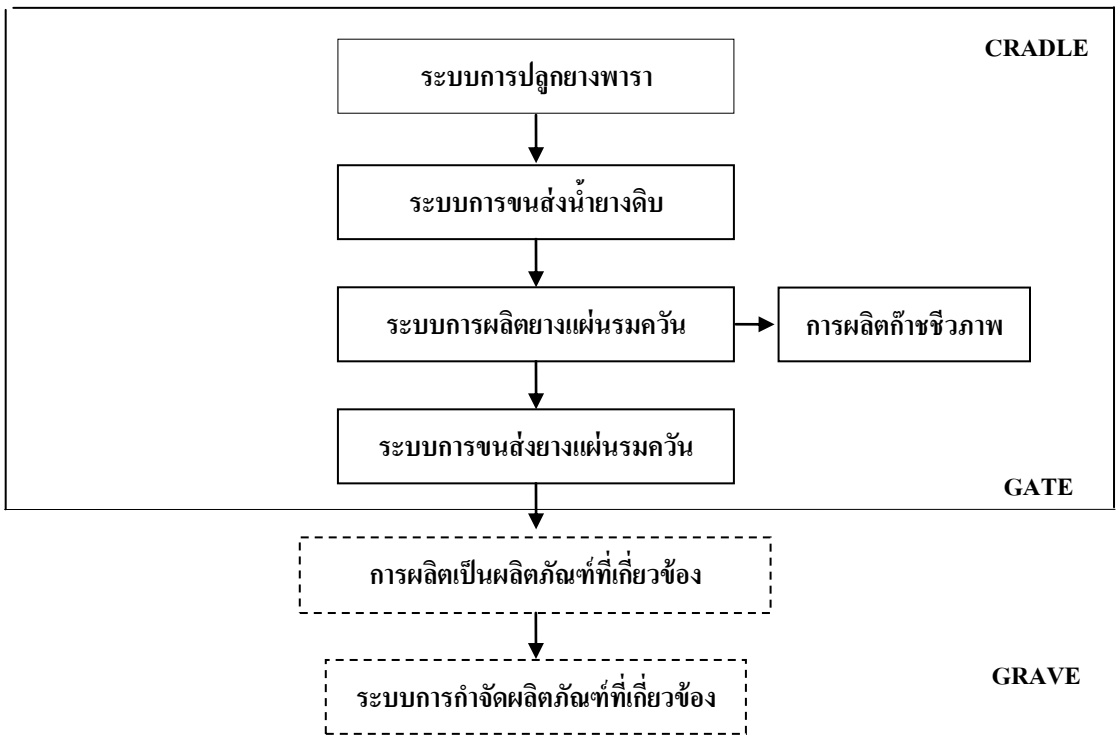
2. สามารถเป็นข้อมูลประกอบกับการตัดสินใจเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานยางแผ่นรมควันสหกรณ์กองทุนสวนยาง

3. สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลให้กับสหกรณ์ กองทุนสวน ยางอื่นๆ หรือ โรงงานอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควันที่ต้องการขอฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์

1.6 ขอบเขตการวิจัย

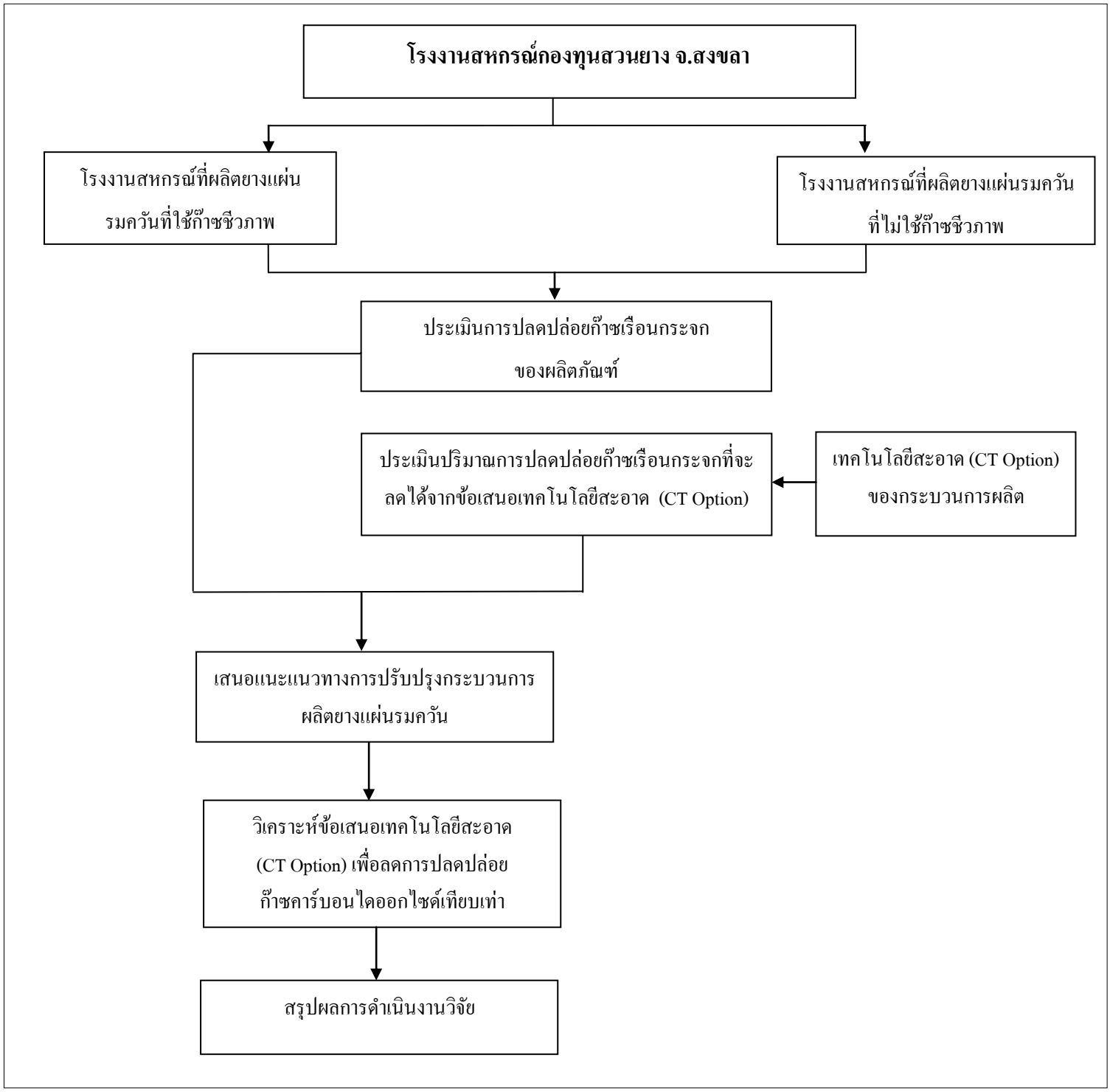
1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตามข้อกำหนดของ มาตรฐานสากลใน ISO 14067 และแบบทวนการสอบ (Verification Sheet) การประเมินการ ใช้ทางเลือก ของก๊าซชีวภาพ เพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยผลิตภัณฑ์ยางที่นำมาศึกษา คือ ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 (3^{rd} Grade Rubber Smoked Sheet) โดยกำหนดหน่วยผลิตภัณฑ์ (Functional Unit) เท่ากับ 1 กิโลกรัม (โดยเฉลี่ยแล้วยางแผ่นรมควัน 1 แผ่นมีน้ำหนักประมาณ 0.8 กิโลกรัม) และการแสดง ค่าการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ที่ได้จะมีหน่วยเป็น $kgCO_2eq./kg$ ยางแผ่นรมควัน

2. การกำหนดขอบเขตการศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการประเมินในส่วนของการผลิตทั้งหมด ไม่ได้ประเมินในส่วนของ การใช้งาน และการกำจัด(Cradle to Gate) โดยแบ่งเป็น 3 ระบบ ได้แก่ การได้มาของวัตถุดิบในส่วนของระบบการขนส่งวัตถุดิบ (น้ำยางสด และกรดฟอร์มิก) ระบบการผลิตยางแผ่นรมควัน (ครอบคลุมการใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงานที่มีบ่อหมักก๊าซชีวภาพ) และ ระบบการขนส่งยางแผ่นรมควัน ซึ่งมีการจัดข้อมูลในส่วนของ กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ภายในโรงงานของสหกรณ์กองทุนสวนยางจังหวัดสงขลา จำนวน 9 โรงงาน โดยมีระบบย่อยที่นำมาคำนวณ ได้แก่ การผลิตก๊าซชีวภาพ โดยจะพิจารณาจากกำลังการผลิตของโรงงานที่มี ใช้ก๊าซ ชีวภาพและไม่ ใช้ก๊าซ ชีวภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาว่าโรงอบ / รมควัน ของสหกรณ์ใดเหมาะกับการผลิต และสามารถนำไปเป็นต้นแบบให้สหกรณ์อื่น ๆ (ดังภาพประกอบที่ 1-16) โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากเอกสารของโรงงาน การเดินสำรวจกระบวนการผลิตเพื่อ สังเกต แหล่งกำเนิดของเสีย และการสัมภาษณ์พนักงาน มีขั้นตอนและกรอบแนวคิดทางวิจัย (ดังภาพประกอบที่ 1-17)



ภาพประกอบที่ 1-16 ขอบเขตการศึกษาของโครงการวิจัย แสดงในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นทึบ (ส่วนที่ไม่รวมในการศึกษา คือระบบที่แสดงในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ)

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



ภาพประกอบที่ 1-17 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2
วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ ข้อมูลที่นำมาใช้เก็บรวบรวมจากประธานสหกรณ์กองทุนสวนยาง เจ้าหน้าที่ คนงาน บันทึกข้อมูลของโรงงาน การเดินสำรวจ และรายงานกิจการประจำปี 2553 ของโรงงานยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางจังหวัดสงขลา จำนวน 9 แห่ง ซึ่งมีวิธีการวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็น การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันจากโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยางภายในจังหวัดสงขลา จำนวน 9 โรงงาน เพื่อประเมินและเปรียบเทียบค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยทำการวิเคราะห์หาแนวทางเพื่อลดค่าบอนฟุตพริ้นท์ จากการผลิตยางแผ่นรมควัน โดยประยุกต์ใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาด (ดังภาพประกอบที่ 2-1)

2.1.1 การกำหนดขอบเขตการศึกษา และศึกษาลักษณะของกระบวนการผลิต

1. ทำการศึกษาลักษณะของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน โดยแบ่งออกเป็นโรงงานที่ใช้ก๊าซชีวภาพ และไม่ใช้ก๊าซชีวภาพ เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยาง

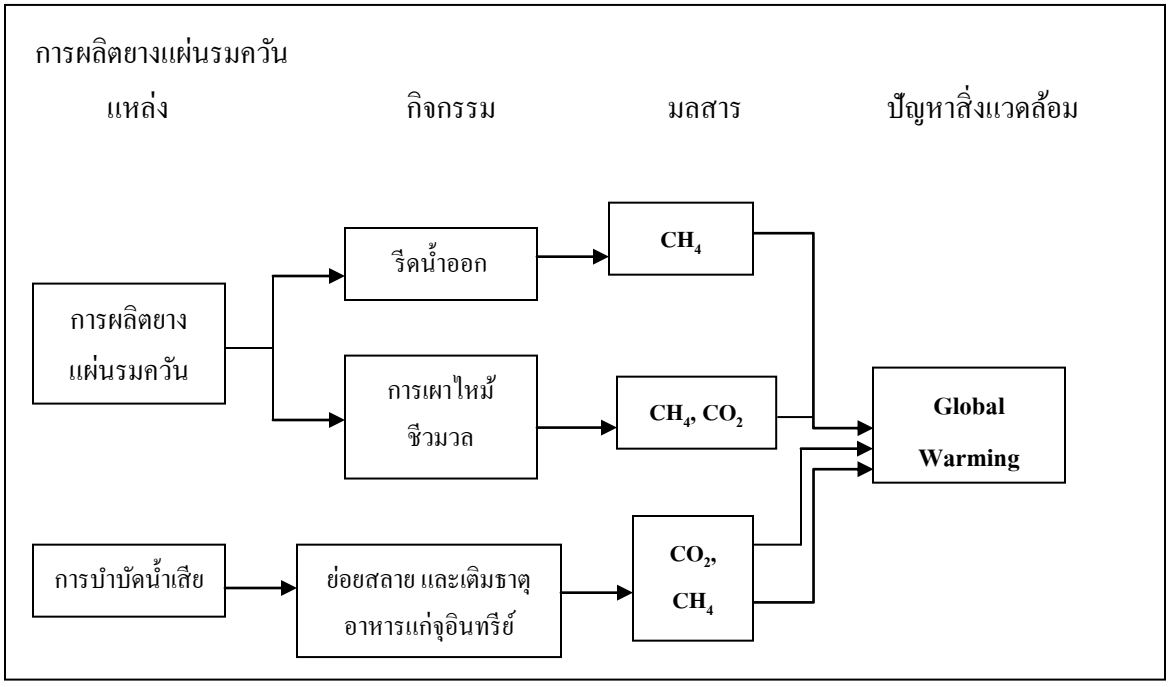
1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ คือ ประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน พร้อมทั้งศึกษาทางเลือกที่เหมาะสม และเป็นไปได้ในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ร่วมกับข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาด

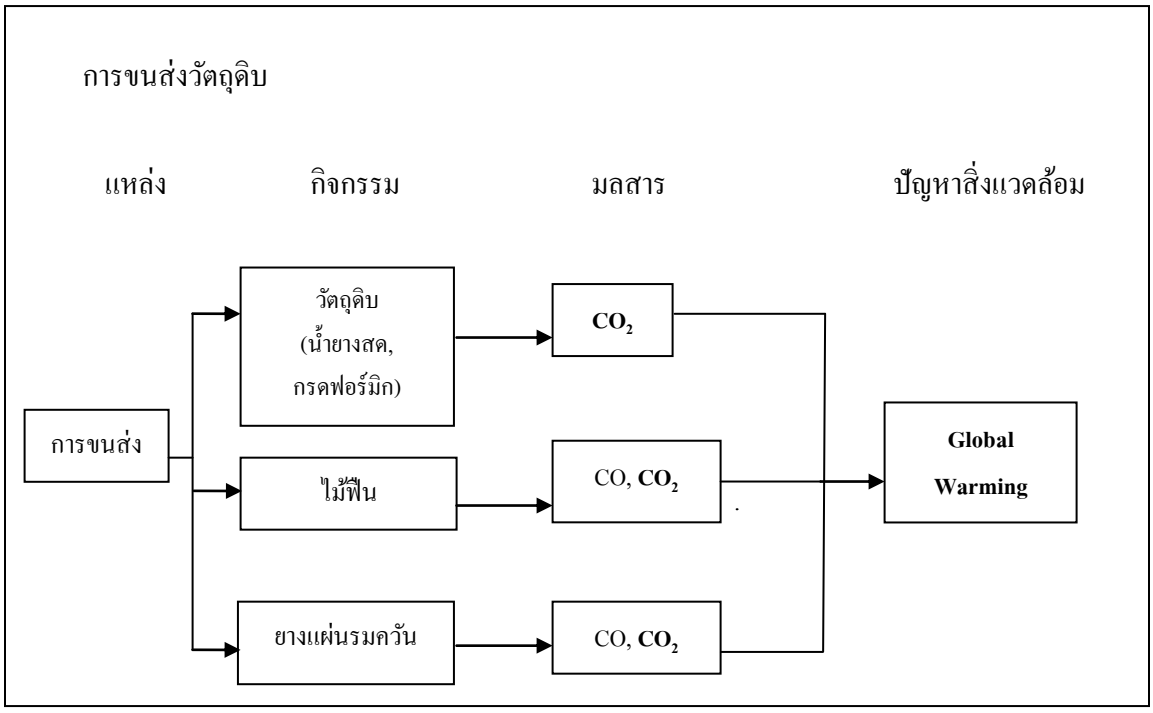
ภาพประกอบที่ 2-1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.2) การกำหนดขอบเขตการประเมิน (Scope)

ขอบเขตที่นำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นการประเมินแบบ ไม่เต็มรูปแบบ (Cradle to Gate) แบ่งออกเป็น 3 ระบบย่อย คือ 1.ระบบการขนส่งวัตถุดิบ 2. ระบบการผลิตยางแผ่นรมควันและ 3. ระบบการขนส่งผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์บัญชีรายการสารขาเข้า และสารขาออกจากกิจกรรม ดังภาพประกอบที่ 2-2 และ 2-3 การวิจัยครั้งนี้จะไม่นำการใช้งานและการกำจัดของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันเข้ามาพิจารณา เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันเป็นผลิตภัณฑ์ต้นน้ำถูกนำไปใช้งานในหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป ข้อมูลจึงมีความซับซ้อน ยากต่อการได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆ ประกอบกับเป็นการมุ่งเน้นในวิธีการยกระดับคุณภาพการผลิตให้แก่โรงงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ในจังหวัดสงขลา



ภาพประกอบที่2-2 ระบบย่อยการผลิตยางแผ่นรมควัน(Production Rubber Smoked Sheet Sub-System)



ภาพประกอบที่ 2-3 ระบบย่อยการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ (Transportations Sub-System)

1.3) หน่วยการทำงาน (Functional Unit; FU)

ผู้วิจัยใช้กำลังการผลิต ต่อ 1 กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน เป็นหน่วยอ้างอิงเพื่อประเมินผลการปลดปล่อยคาร์บอนฯ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์ฯในครั้งนี้ เนื่องจากการซื้อขายยางแผ่นรมควันจะซื้อขายในหน่วยกิโลกรัม

2.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

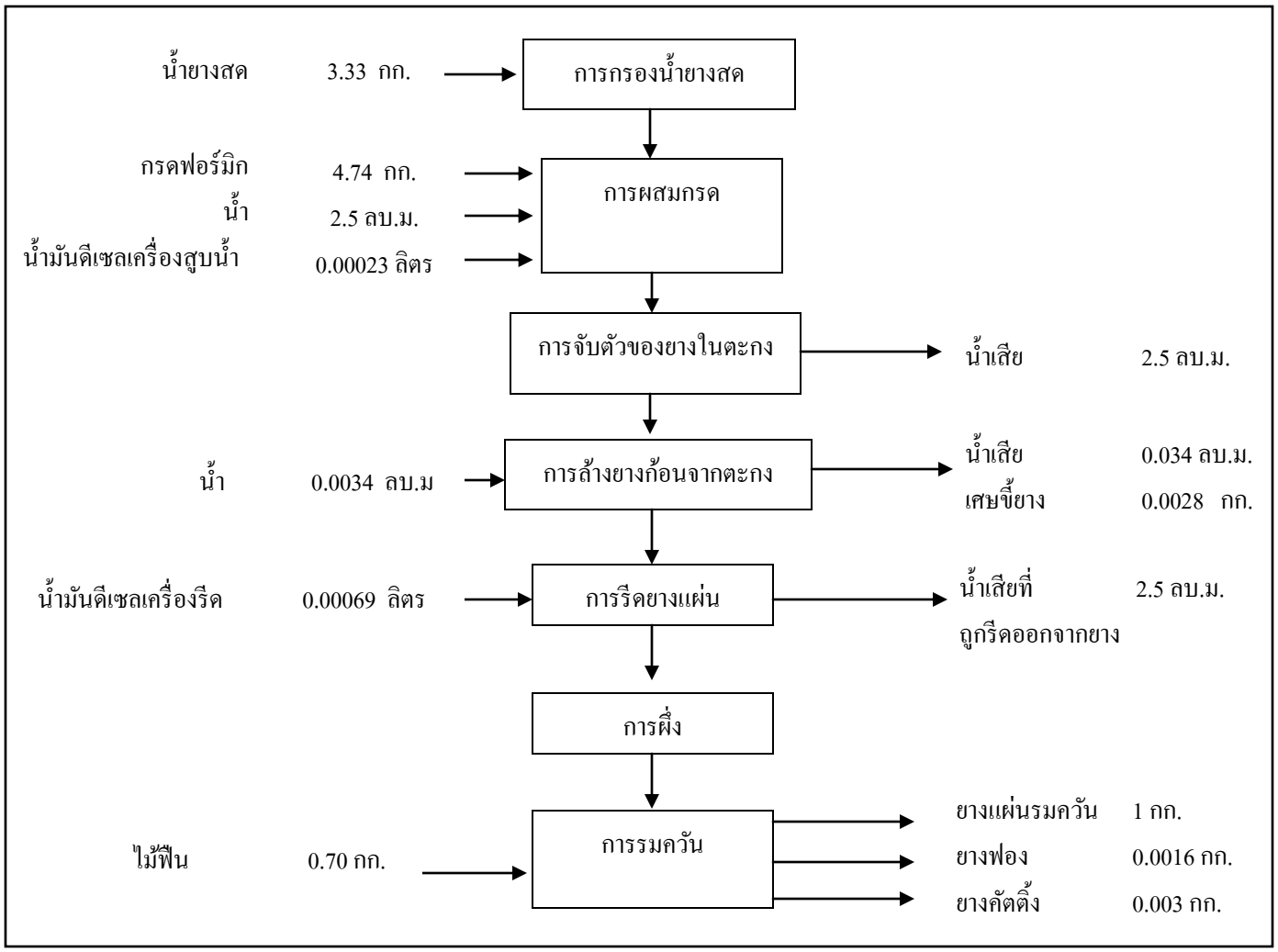
1.) ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ทำการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงฐานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ยางแผ่นรมควัน เพื่อให้ได้ข้อมูลดิบต่างๆ ที่สอดคล้องกัน เช่น ปริมาณวัตถุดิบ ปริมาณเชื้อเพลิง ปริมาณน้ำใช้ เป็นต้น ในส่วน ของวิธีการคำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรต่างๆ รวมถึงสารเคมี และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น แสดงไว้ดังภาคผนวก ก ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ในการ

ประเมินการปลดปล่อย คาร์บอนฯ ในงานวิจัยครั้งนี้มีแหล่งที่มาจากฐานข้อมูลที่ได้จาก องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก หรือ TGO. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ หรือ MTEC เป็นต้น

2.1.3 การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory Analysis)

การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในวัฏจักรชีวิตการผลิตยางแผ่นรมควัน ได้แก่ การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และสารเคมี รวมทั้งของเสียและผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้น จากระบบต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษาในเบื้องต้น โดยปริมาณที่ระบุ จะเป็นปริมาณต่อหน่วยการทำงานผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อจะได้ทราบว่ามีข้อมูลใดบ้างที่ต้องทำการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดการกระบวนการมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลโดยตัวอย่างของแผนผังสำหรับวิเคราะห์บัญชีรายการ (ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2-4) โดยกำหนดแหล่งที่มาของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม วิธีการรวบรวมและการตรวจสอบคุณภาพข้อมูล ดังตารางที่ 2-1 และ มีรายละเอียดของกิจกรรมที่ศึกษาดังตารางที่ 2-2 แล้วนำมาคำนวณค่าการปลดปล่อยมลสารของมลสารแต่ละชนิดต่อหน่วยหน้าที่ที่กำหนดไว้



ภาพประกอบที่ 2-4 แผนภาพกระบวนการผลิตพร้อมระบุสาขาเข้าและสารขาออก (Mass Balance) และ (Energy Balance)

หมายเหตุ: ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิตฯของ สกย.บ้านเก่าร้าง

ตารางที่ 2-1 แหล่งที่มาของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน วิธีการรวบรวมและการตรวจสอบคุณภาพข้อมูล

ขั้นตอน	แหล่งที่มาของข้อมูล	วิธีการรวบรวมข้อมูล	การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล
การได้มาของวัตถุดิบ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์จากเจ้าหน้าที่ในโรงงาน • ปริมาณน้ำยางสดต่อวัน • ปริมาณกรดฟอร์มิก	เทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้
การผลิตยางแผ่นรมควัน	ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ	การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน • ปริมาณไฟฟ้า • ปริมาณน้ำมันดีเซลเครื่องรีดและเครื่องจักร	ทำสมดุลมวลสารและเทียบกับรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
การขนส่ง	ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ	การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการขนส่ง • การขนส่งน้ำยางดิบ • การขนส่งสารเคมี (กรดฟอร์มิก) • การขนส่งไม้ฟืน	ทำสมดุลมวลสารและเทียบกับรายงาน วิจัยที่เกี่ยวข้อง และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง เช่น http://map-server.doh.go.th/
การผลิตก๊าซชีวภาพ	ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ	การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ • อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ	การลงไปเก็บข้อมูลโดยตรงจากการสัมภาษณ์และ รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2-2 ชนิดของกิจกรรมที่ทำการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล

ระบบ	ข้อมูลกิจกรรมที่ศึกษา	มลสารที่เกี่ยวข้อง	รายการ	หน่วย	ค่า Emission Factor ($kgCO_2$ eq./หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิงค่า Emission Factor
การขนส่งวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำยางดิบ กรดฟอร์มิก และไม้ฟืน	• ระยะทางเฉลี่ยของการขนส่งน้ำยางสดสู่โรงงาน • ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ขนส่งน้ำยางสด • ระยะทางเฉลี่ยของการขนส่งวัตถุดิบ (กรดฟอร์มิก) สู่โรงงาน • ชนิดของพาหนะ	CO_2 CH_4 N_2O	น้ำมันเบนซิน(ขนส่งน้ำยางสด) รถกระบะ4ล้อ(บรรทุกเต็ม) รถกระบะ4ล้อ(บรรทุกเปล่า) รถบรรทุก 10 ล้อขนส่งกรดฟอร์มิก (บรรทุกเต็ม) เรือบรรทุก container (บรรทุกเต็ม)	ลิตร ตัน-กม กม. ตัน-กม. ตัน-กม.	2.1896 0.1472 0.327 0.0555 0.01	IPCC 2006 คู่มือแนวทางฯ/ Thai LCI data/รถกระบะ 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งปกติ 100% Loading คู่มือแนวทางฯ/ Thai LCI data/รถกระบะ 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading คู่มือแนวทางฯ/ Thai LCI data/รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ Full load 16 ตัน วิ่งปกติ 100% Loading The Environmental Footprint of Surface Freight Transportation, Lawson Economics Research Inc., 2007
การผลิตยางแผ่นรมควัน	• กำลังการผลิตต่อวัน • ชนิด และปริมาณเชื้อเพลิง/ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต • ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต • ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้	CO_2 CH_4 N_2O	น้ำยางสด กรดฟอร์มิก . ไฟฟ้าสูบน้ำและเครื่องรีด น้ำมันดีเซลเครื่องสูบน้ำ น้ำมันดีเซลเครื่องรีดยาง การเผาไหม้น้ำมันดีเซล ไม้ฟืน	กก. kWh. ลิตร ลิตรลิตร กก. กก. 	0.44 1.49 0.56 0.4293 0.43 1.43 0.00	คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/Natural rubber, latex foam CFP EF Data v.2.01 ของประเทศญี่ปุ่น คู่มือแนวทางฯ/ไฟฟ้า/TC Common data คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/ Diesel คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/ Diesel คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/ Diesel -

ตารางที่ 2-2 (ต่อ) ชนิดของกิจกรรมที่ทำการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล

ระบบ	ข้อมูลกิจกรรมที่ศึกษา	มลสารที่เกี่ยวข้อง	รายการ	หน่วย	ค่า Emission Factor(kgCO2 eq./หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิงค่า Emission Factor
การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน	• ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น • ค่า BOD,COD ในน้ำเสียเข้า	CO_2 CH_4 N_2O	การเผาไหม้ biogas Biogas ที่สูญเสีย น้ำเสียบ่อผึ่ง น้ำเสียบ่อปรับสภาพ	กก. กก. กก. กก.	- - - -	การคำนวณ* การคำนวณ* การคำนวณ* การคำนวณ*
การขนส่งยางแผ่นรมควัน	• ระยะทางเฉลี่ยของการขนส่งยางแผ่นรมควันสู่ตลาดกลางยางพารา	CO_2 CH_4 N_2O	รถกระบะ4ล้อ(บรรทุกเต็ม)	ตัน-กม	0.1472	คู่มือแนวทางฯ/ Thai LCI data/รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งปกติ 100% Loading

หมายเหตุ * หมายถึง วิธีการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซชีวภาพสามารถดูวิธีการคำนวณได้ในบทที่3

2.1.4 การรวบรวมค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากทุกกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

เมื่อได้ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยางแล้วให้นำค่าที่ได้ในแต่ละ ขั้นตอน มารวมกันก็จะได้เป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ทั้งหมดของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน โดยมีหน่วยเป็น $kgCO_2eq.$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน

2.1.5 การเปรียบเทียบผลของการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกรณีศึกษา เพื่อหาแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดขึ้น

เมื่อได้ทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 2 แบบคือ 1.แบบมีการใช้ก๊าซชีวภาพ และ 2.แบบไม่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม ของทั้ง 9 สหกรณ์แล้ว จะต้องทำการเปรียบเทียบการประเมินว่าแบบใดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดโดยดูความเป็นไปได้ของการปรับปรุงบัญชีรายการที่มีมีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันโดยอาศัยเทคนิคทางเทคโนโลยีสะอาด โดยมีวิธีการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และ สิ่งแวดล้อม ซึ่งดัชนีชี้วัดสำหรับใช้ในการประเมิน คือ ปริมาณการใช้ น้ำยางสด (กิโลกรัม) กรดฟอร์มิก (กิโลกรัม)และน้ำ (ลบ.ม) ต่อ กิโลกรัมของยางแผ่นรมควัน ปริมาณการใช้ไม้ฟืน (กิโลกรัม) ต่อ กิโลกรัมของ ยางแผ่นรมควัน ไฟฟ้าในหน่วย กิโลวัตต์ (kW) ต่อ กิโลกรัมของ ยางแผ่นรมควัน โดยเลือกปี พ.ศ. 2553 ในการประเมิน เพื่อเสนอแนวทางในการลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน ให้เหมาะสมในแต่ละโรงงาน โดย นำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาใช้จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาที่ต้องแก้ไขในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 2 แบบ เพื่อหาแนวทางลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น

2.1.6 การสรุป และวิจารณ์ผลการดำเนินงานวิจัย

1.) วิเคราะห์ อภิปรายผลการดำเนินงานวิจัย และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

2.) สรุปทางเลือกที่สามารถลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.) เสนอแนะแนวทางปฏิบัติแก่โรงงาน และเสนอแนะการทำวิจัยเพิ่มเติม

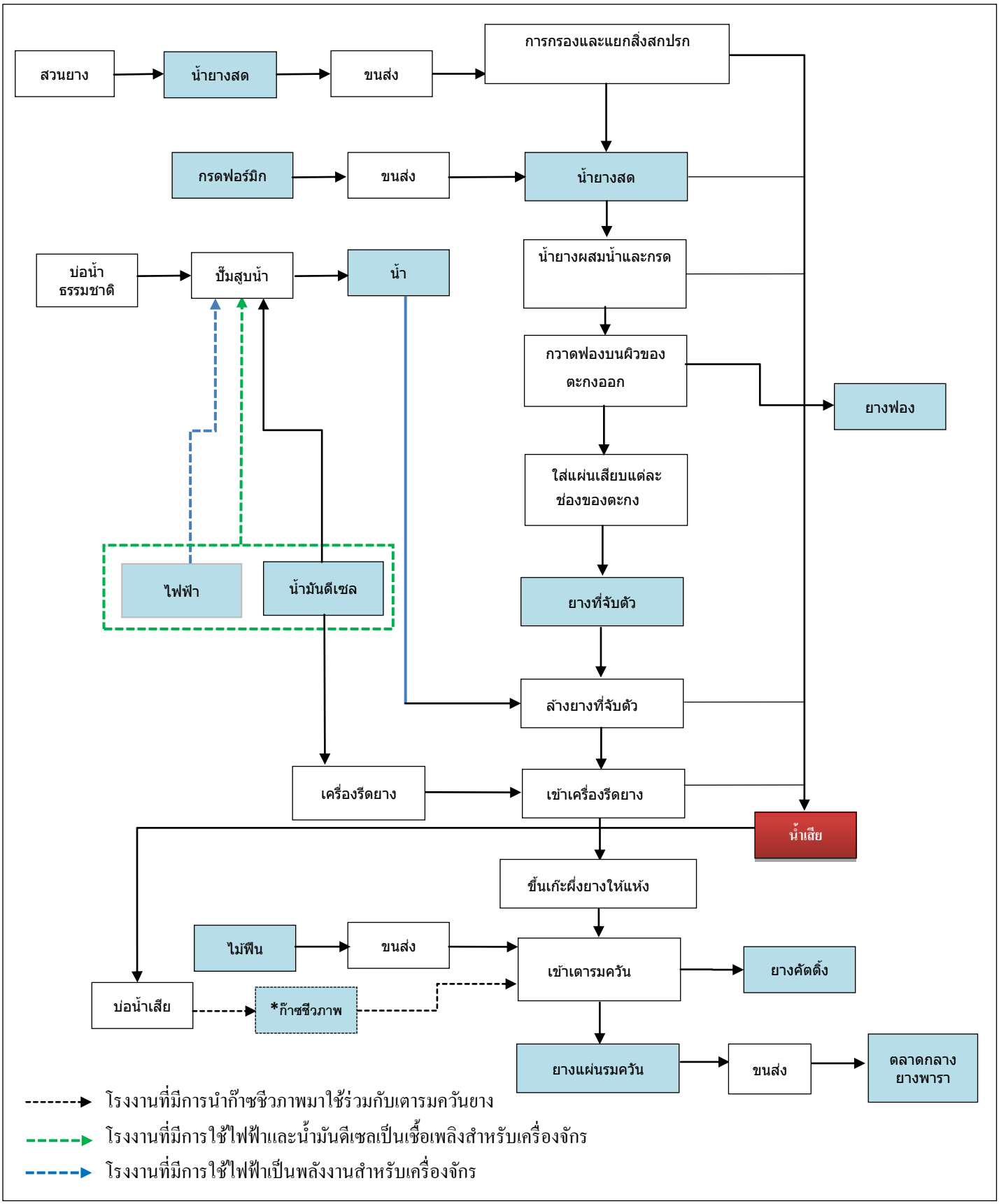
บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

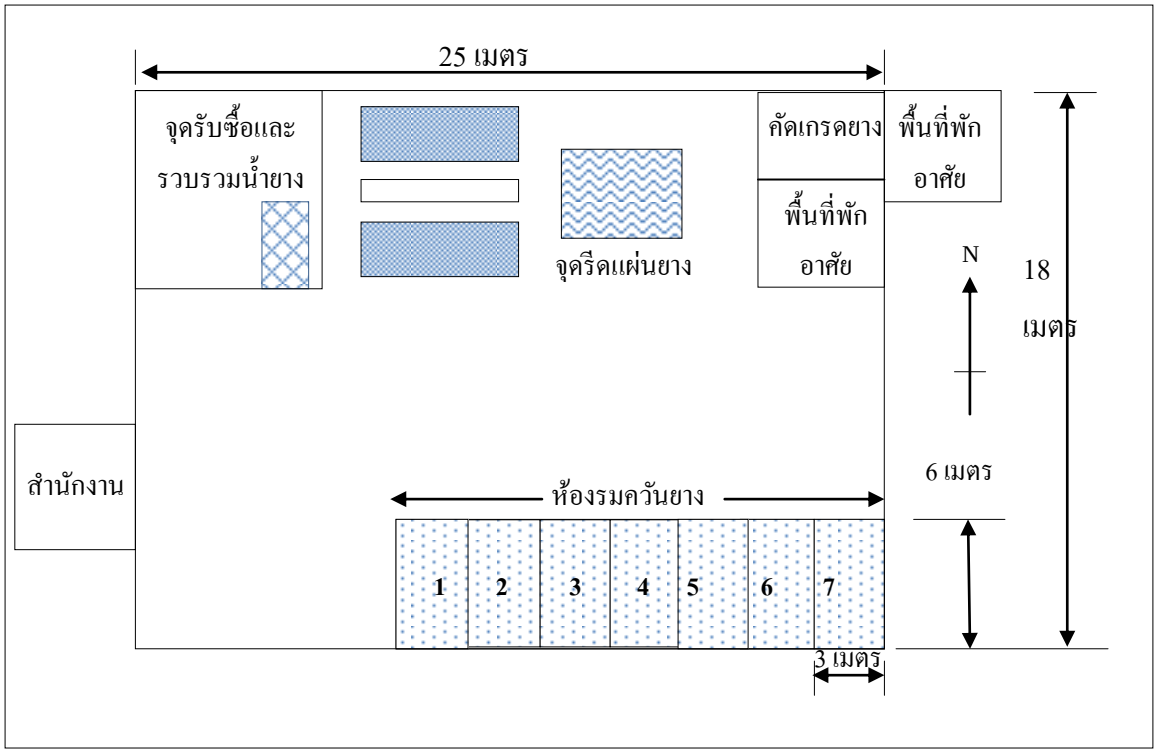
งานวิจัยนี้มุ่งประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน รูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันของ โรงงานยางแผ่นรมควัน สหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลา โดยประยุกต์ใช้หลักการและเครื่องมือของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ร่วมกับข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาด เพื่อกำหนดแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน รูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน ของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลา จำนวน 9 โรงงาน และเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจกฯ จากกระบวนการผลิตที่ใช้และไม่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม และ การเปรียบเทียบทางด้านพลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล ของแต่ละโรงงาน โดยการศึกษาจำกัดขอบเขตเฉพาะกระบวนการผลิต (Cradle-to-Gate) โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยดังนี้

3.1 รูปแบบของกระบวนการผลิตของโรงงงานผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลา

รูปแบบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง จำนวน 9 โรงงานเป็นรูปแบบเดียวกัน ยกเว้น 1 แห่ง คือ โรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านเก่าร้าง จำกัด โรงงานแห่งนี้มีลักษณะแตกต่างในส่วนของการบำบัดน้ำเสีย โดยมีการนำก๊าซชีวภาพจากบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการผลิต ผู้วิจัยจึงแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์เป็น 2 รูปแบบ คือ โรงงานที่มีการใช้และไม่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม และโรงงานที่มีการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันดีเซลในการผลิต ขั้นตอนการผลิตแสดงดังภาพประกอบที่ 3-1โดยลักษณะรูปแบบอาคารของสหกรณ์ทุกโรงงานมีลักษณะผังรูปแบบอาคาร ดังภาพประกอบที่ 3-2



ภาพประกอบที่3-1รูปแบบของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง



ภาพประกอบที่3-2ผังโรงงานยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา

3.1.1. วัตถุดิบ และ ขั้นตอนการผลิตยางแผ่นรมควัน

วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง ได้แก่ น้ำยางสด กรดฟอร์มิก และน้ำ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันแสดงในภาพประกอบที่ 3-1 เริ่มจาก สมาชิกชาวสวนยางของ โรงงาน สหกรณ์ ทำการขนส่งน้ำยางสดที่ได้จากการกรีดยางพารามาขายให้กับทาง โรงงาน สหกรณ์ในช่วงเช้า โดยพาหนะที่ใช้ในการขนส่งน้ำยางสดของสมาชิกส่วนใหญ่คือรถมอเตอร์ไซค์ 4 จังหวะ ดังภาพประกอบที่ 3-3โดยระยะทางในการขนส่งจากการสอบถามข้อมูลพบว่าการขนส่งน้ำยางสดในแต่ละครั้งของเกษตรก ร มีความไม่แน่นอนของระยะทางในการขนส่งเนื่องจากสภาพภูมิประเทศของในแต่ละพื้นที่(แต่ละอำเภอ) มีความลาดชันตามพื้นที่ซึ่งทางเกษตรกรเองไม่สามารถระบุระยะทางที่แน่นอนให้กับผู้วิจัยได้ ผู้วิจัยจึงใช้การสอบถามเกษตรกรที่มาส่งน้ำยางสดเพื่อขายในกับทางสหกรณ์ ระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการสอบถาม มีรัศมี ไม่เกิน 5 กิโลเมตร จากสวนยางมายังสหกรณ์กองทุนสวนยางในแต่ละแห่ง

จากนั้นทางโรงงานจะทำการกรอง แยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำยางสดด้วยตะแกรง ก่อนนำน้ำยางสดที่ผ่านการกรองจะเข้าในถังรวมน้ำยางสด ดังภาพประกอบที่ 3-4

ภาพประกอบที่3-3 การขนส่งน้ำยางส่งมายังสหกรณ์ ของชาวสวนยาง

ภาพ ก. ถังรวมน้ำยางสดและวิธีการเทรวมน้ำยางสดสู่ถังรวมน้ำยางสด

ภาพ ข. การกรองน้ำยางสดโดยใช้ตะแกรง เข้าสู่บ่อรับน้ำยางสด

ภาพประกอบที่ 3-4การรวบรวมน้ำยางสดและการกรองน้ำยางสดสู่บ่อรวมน้ำยาง

จากนั้นน้ำยางสดที่ผ่านการกรองในถังรวบรวม จะถูกลำเลียงไปยังบ่อแช่ยาง หรือ ตะกง โดยใช้สายยางขนาดใหญ่ในการปล่อยน้ำยางสดและน้ำ จากถังรวมน้ำยางเข้าสู่ตะกง ดังภาพประกอบ ที่ 3- 5การใช้น้ำสหกรณ์กองทุนสวนยางทั้ง 9 โรงงานมีการใช้น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับกระบวนการผลิต โดยน้ำจะถูกสูบไปยังถังเก็บน้ำ จำนวน 3 ถัง ปริมาตรถังละ 1 ลบ.ม. (ไม่มีสวิตซ์ลูกลอย) ทำการสูบน้ำเข้าถังเก็บน้ำ 1 ครั้งต่อวัน (น้ำอาจจะใช้ไม่หมดใน 1 วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำยางสดที่ใช้ในกระบวนการผลิต)

ภาพ ก. ตะกงภาพ ข. การลำเลียงน้ำยางสดลงสู่ตะกงโดยสายยาง

ภาพ ค. การผสมน้ำยางในตะกง และการตักฟองยาง

ภาพประกอบที่ 3-5 การลำเลียงน้ำยางสดและการผสมน้ำยางในตะกงยาง

ในตะกงมีการผสมน้ำยางสด น้ำ และกรดฟอร์มิก ตามวิธีการของแต่ละสหกรณ์ ดังที่อธิบายไว้ใน บทที่ 1 (หน้าที่ 17-18) ซึ่งในการผสมเพื่อให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อนนั้นจะเกิดของเสียในขั้นตอนดังกล่าว คือ น้ำเสีย และยางฟอง เมื่อปล่อยทิ้งไว้เพื่อให้ยางจับตัวกันเป็นก้อน คนงานจะใช้อุปกรณ์กวาดฟองยางที่เกิดขึ้น และนำไปพักไว้เพื่อขายเป็นยางฟองต่อไป จากนั้น คนงานจะนำแผ่นอลูมิเนียมขนาดพอดีกับช่องในตะกงจำนวน 49 แผ่นเสียบลงราง ในขณะที่น้ำยางที่ผสมยังไม่เกิดการจับตัว เพื่อให้ได้ยางแผ่นดิบ ดังนั้น ใน 1 ตะกงจะเกิดยางแผ่นดิบ จำนวน 50 แผ่น เมื่อเกิดการจับตัวของวัตถุดิบที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว คนงานจะนำแผ่นที่เสียบไว้ออก ได้เป็นยางแผ่นดิบที่มีลักษณะดังภาพประกอบที่ 3-6

ภาพ ก. วิธีการผสมน้ำยางลงในตะ

ภาพ ข. การเสียบแผ่นอลูมิเนียมลงในตะกง

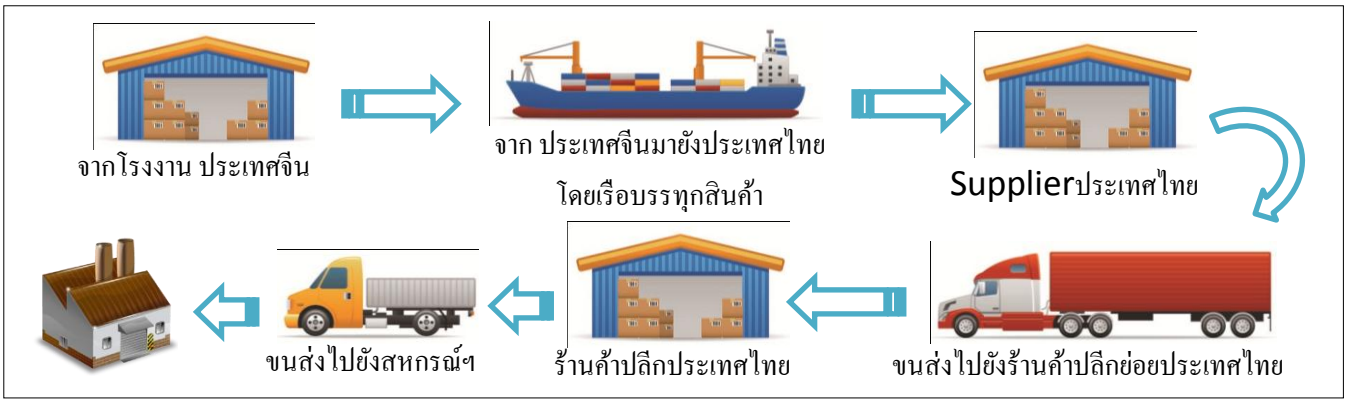
ภาพ ค. ยางแผ่นดิบ

ภาพประกอบที่ 3-6 กระบวนการทำแผ่นยางดิบ

กรดฟอร์มิกของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยางจะเป็นกรดฟอร์มิก 94% ขนาดถังบรรจุ 35 กิโลกรัม โดยทางโรงงานสหกรณ์จะมีการซื้อกรดฟอร์มิกครั้งละประมาณ 6-10 แกลอนต่อครั้ง ตามกำลังการผลิตของแต่ละโรงงานดังภาพประกอบที่ 3-7

ภาพประกอบที่ 3-7 กรดฟอร์มิก

โดยการขนส่งกรดฟอร์มิกจากการสอบถามและศึกษาแหล่งที่มาของกรดฟอร์มิกทำให้ทราบว่ามีแหล่งที่มาจากประเทศจีน โดยมีการขนส่งทางเรือจนมาถึงซัพพลายเออร์ในประเทศไทย จากนั้นไปยังร้านค้าปลีกในแต่ละจังหวัด และถูกขนส่งมายังโรงงานสหกรณ์ตามลำดับดังภาพประกอบที่ 3-8



ภาพประกอบที่ 3-8 การขนส่งกรดฟอร์มิกจากแหล่งกำเนิดจนถึงสหกรณ์

เมื่อได้ยางแผ่นดิบที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม มีความหนาพอประมาณแล้วจึงมีการลำเลียงไปยังบ่อแช่ยางเพื่อล้างทำความสะอาดก่อนนำเข้าไปรีดที่จักรรีดยาง ดังภาพประกอบที่ 3-9

ภาพประกอบที่ 3-9 การลำเลียงยางแผ่นดิบก่อนรีด

การรีดยาง ทำเพื่อรีดน้ำที่อยู่ในแผ่นยางออก ก่อนที่จะทำให้เป็นยางแผ่นบางลงดังภาพประกอบที่ 3-10 ยางที่ผ่านการรีดแล้วจะถูกนำไปตากไว้บนราว (เก๊ะ) เพื่อนำไปเข้าเตาอบรมควันยางแผ่นต่อไปดังภาพประกอบที่ 3-11

ภาพประกอบที่ 3-10 การรีดยาง

ภาพประกอบที่ 3-11 ยางที่ผ่านการรีด และการตากแผ่นยางบนราว (เก๊ะ)

เมื่อคนงานได้เรียงยางแผ่นเป็นที่เรียบร้อย จะนำเข้าไปยังเตาอบรมควันยาง ซึ่งในส่วนของการรมควันยาง จะมีการเผาไหม้ไม้ฟืนเพื่อนำความร้อนไปใช้ ในการรมควันยาง ดังภาพประกอบที่ 3-12

ภาพประกอบที่ 3-12ภาพซ้าย ยางแผ่นดิบที่ถูกลำเลียงเข้าเตาอบรมควันยาง ภาพขวา การรมควันยาง

3.1.2 เชื้อเพลิงและพลังงาน ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

3.1.2.1 เชื้อเพลิง

ไม้ฟืนที่โรงงานสหกรณ์ใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการรมควันยาง จากการสอบถามพบว่าจะมีการบรรทุกไม้ฟืนมาขนส่งครั้งละมากๆเต็มคันรถบรรทุก ดังภาพประกอบที่ 3-13 โดยส่วนใหญ่จะเป็นการขนส่งจากพื้นที่ในแต่ละสหกรณ์นั้นๆ เนื่องจากยิ่งมีการบรรทุกในระยะทางที่มากย่อมส่งผลต่อราคาไม้ฟืนที่สูงขึ้น ดังนั้นจากการสอบถามข้อมูลจากผู้บรรทุกไม้ฟืนมาส่งยังสหกรณ์นั้น ทางผู้วิจัยได้สอบถามราคาไม้ฟืนต่อเที่ยวที่บรรทุกมาเต็มคันรถราคา 1,700 บาท หรือ ไม้ฟืนกิโลกรัมละ 1.70 บาท กำหนดสถานการณ์สำหรับใช้ในการคำนวณ คือ ระยะทางเฉลี่ยในการขนส่งเท่ากับ 20 กิโลเมตร

ภาพประกอบที่ 3-13 การขนส่งไม้ฟืนโดยรถกระบะบรรทุกมายังสหกรณ์

3.1.2.2 พลังงาน

พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยางนั้นมีอยู่ 2 แบบ คือ พลังงานไฟฟ้าและ การใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซลควบคู่กันสำหรับเครื่องสูบน้ำและจักรรีดยางในแต่ละโรงงานสหกรณ์ โดยโรงงานสหกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินเครื่องจักรทั้งเครื่องสูบน้ำและจักรรีดยางมีอยู่ด้วยกัน 6 โรงงาน ได้แก่ สกย.บ้านทรายขาว สกย.บ้านหูแร่ สกย.บ้านคลองเขาล้อนสกย.ตำบลเกาะใหญ่ สกย.บ้านควนนา และ สกย.บ้านยางงามและโรงงานสหกรณ์ที่มีการใช้พลังงานดีเซลและไฟฟ้าในการเดินเครื่องจักรทั้งเครื่องสูบน้ำและจักรรีดยางมีอยู่ด้วยกัน 3 โรงงาน ได้แก่ สกย.บ้านป่ายาง สกย.บ้านยางทอง

และ สกย.บ้านเก่าร้าง และในการขนส่งเชื้อเพลิงในส่วนของน้ำมันดีเซลนั้น ทางโรงงานสหกรณ์มีการบรรทุกน้ำมันใส่แกลลอนมาจากปั๊มน้ำมันในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงโรงงานสหกรณ์

3.1.3 ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

ผลิตภัณฑ์หลัก ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตคือ ยางแผ่นรมควัน และผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้น คือ ยางฟอง ยางคัตติ้งและ เศษยาง ดังภาพประกอบที่ 3-14 3-15และ 3-16 ตามลำดับ

ภาพประกอบที่3-14 ผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน

ภาพ ก. แสดงการเกิดฟองยางบนตะกง

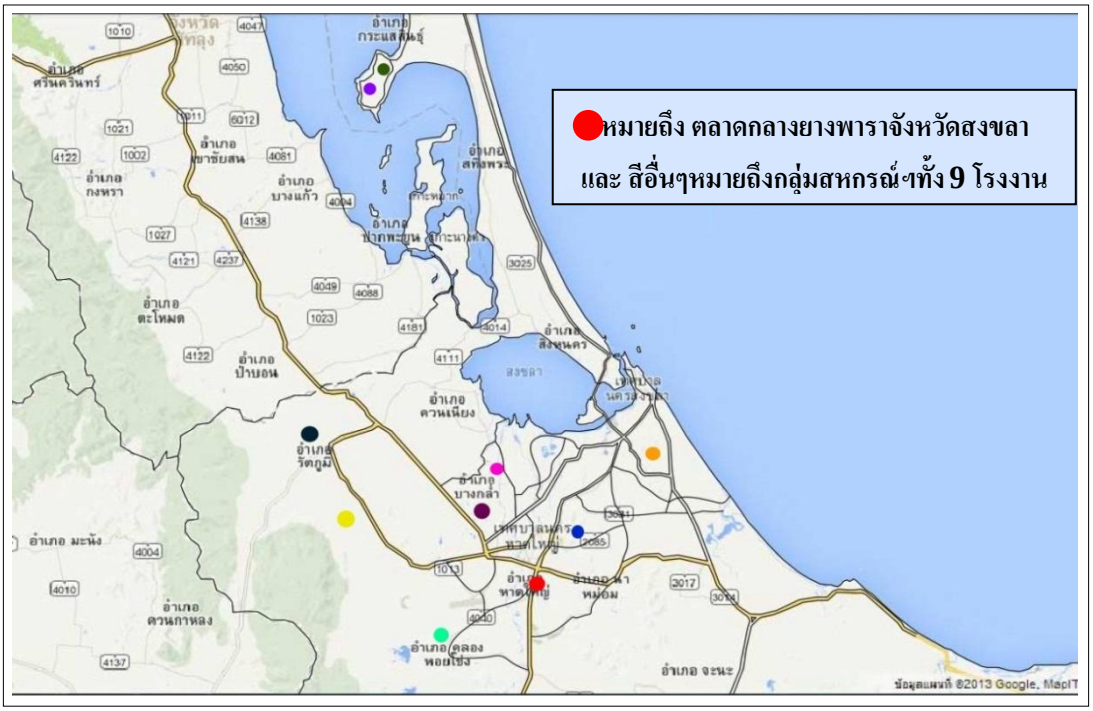
ภาพ ข. ฟองยางที่เกิดขึ้นเมื่อแห้งเพื่อขายเป็นเศษยางชั้นดี

ภาพประกอบที่ 3-15 ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้นจาก กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน (ยางฟอง)

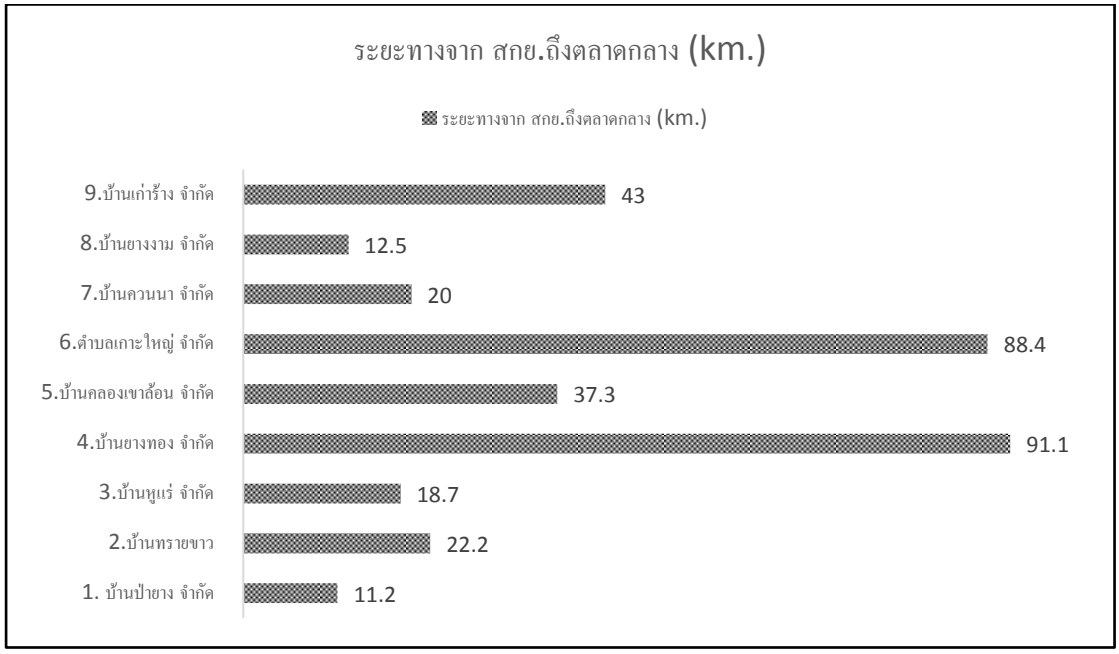
ภาพประกอบที่3-16 ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน (ยางคัตติ้ง)

3.1.3.1 การขนส่งผลิตภัณฑ์ (ยางแผ่นรมควัน)

จากการสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูลในการขนส่งยางแผ่นรมควัน จากเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการในการนำยางแผ่นรมควันไปขายยังตลาดกลางยางพาราพบว่า มีการบรรทุกผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปขายครั้งละ 1 รถกระบะบรรทุก ถ้ามากกว่านั้นจะมีการขนส่งในวันถัดไป และในกรณีที่บางพื้นที่มีระยะทางที่ไกลพอสมควรจากสหกรณ์จนถึงตลาดกลางจึงมีการรวบรวมยางแผ่นที่ผลิตได้ในแต่ละวัน นำมาบรรทุกและขนส่งไปขายยังตลาดกลางอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง โดยคำระยะทางการขนส่ง ยางแผ่นรมควัน ไปยังตลาดกลางยางพารา จ.สงขลา ของแต่ละโรงงานสหกรณ์แสดงดังภาพประกอบที่ 3-17และ 13-18



ภาพประกอบที่ 3-17 ที่ตั้งโรงงานสหกรณ์ 9 แห่ง และ ตลาดกลางยางพารา



ภาพประกอบที่ 3-18 กราฟแสดงระยะทางในการขนส่งผลิตภัณฑ์(ยางแผ่นรมควัน) ไปยังตลาดกลางยางพารา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

3.1.4 ของเสีย และมลพิษ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

น้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นน้ำล้างวัสดุ อุปกรณ์ ถังรับน้ำยาง ล้างตัวกรองสำหรับกรองน้ำยาง น้ำจากบ่อแช่ยาง หรือตะกงจับตัวยางจะไหลลงสู่บ่อดักยาง (rubber trap) เพื่อดักเศษยางในกระบวนการผลิต แล้วไหลลงสู่ บ่อบำบัดต่อไป ทั้งนี้ทางโรงงานสหกรณ์ไม่มีการจัดการในเรื่องของน้ำเสียที่เหมาะสมจึงทำให้เกิดมลพิษจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันนอกจากปัญหาด้านการบำบัดน้ำเสียแล้ว ยังมีกลิ่นเหม็น ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนใกล้เคียงอีกด้วย แต่ทั้งนี้ได้มีวิธีการการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง คือ การประยุกต์ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดิมมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยาง ซึ่งมีการดำเนินการแล้วในโรงงานหนึ่งแห่ง คือ โรงงานสหกรณ์บ้านเก่าร้าง จำกัด ดังนั้นนอกจากการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยจากโรงงาน สกย.ในจังหวัดสงขลา ในการศึกษาครั้งนี้ยัง ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่างคือ โรงงานสหกรณ์ที่มีและไม่มีการติดตั้งระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อนำก๊าซที่ได้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยาง ดังภาพประกอบที่ 3-19 ซึ่งกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม ของ โรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านเก่าร้าง จำกัด อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา จากเดิมโรงงานมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบบ่อ แต่มีปัญหาเรื่องกลิ่นซึ่งส่งกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนใกล้เคียง จึงมีการประยุกต์ใช้ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ พบว่า มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีได้มากกว่า 80% และได้ก๊าซชีวภาพสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการรมควันยางแผ่น (สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ อิศรา รักงาม, 2552)

ภาพประกอบที่ 3-19 ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย จะถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยาง

3.2 ข้อมูลรายการและปริมาณวัตถุดิบ พลังงาน และผลิตภัณฑ์ของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

ในการเก็บตัวอย่างข้อมูลการใช้วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ มีการจัดเก็บข้อมูลและรายละเอียดของในแต่ละสหกรณ์เป็นรูปแบบเดียวกันทั้ง 9 โรงงาน โดยจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงาน 9 แห่ง พบว่าโรงงานแต่ละแห่งมีรายการและปริมาณการใช้วัตถุดิบ และ พลังงานในกระบวนการผลิตดังตารางที่ 3-6 และมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลการใช้วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

3.2.1.1 ข้อมูลวัตถุดิบ (น้ำยางสด กรดฟอร์มิก และ น้ำ)

โรงงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา ทั้ง 9 แห่ง ดำเนินการผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในปี 2553ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางแผ่นรมควัน ปี 2553 ของ 9 โรงงาน

รายชื่อสหกรณ์กองทุนสวนยาง	ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ (ต่อปี)		
	น้ำยางสด(กก.)	กรดฟอร์มิก(กก.)	น้ำ(ลบ.ม)
1. บ้านป่ายาง จำกัด	1,341,040.00	3,259.59	2,381.96
2.บ้านทรายขาว	1,272,261.67	3,587.88	2,260.29
3.บ้านหูแร่ จำกัด	859,476.67	4,115.43	1,530.07
4.บ้านยางทอง จำกัด	588,225.60	881.22	1,050.23
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	645,030.00	2,151.03	1,150.72
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	513,727.10	1,646.44	918.44
7.บ้านควนนา จำกัด	677,676.67	1,820.18	1,208.47
8.บ้านยางงาม จำกัด	3,068,116.33	9,978.92	5,437.16
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	1,282,295.73	2,806.55	2,364.98
ผลรวม	10,247,849.77	30,247.24	18,302.33
ค่าเฉลี่ย	1,138,649.97	3,360.80	2,033.59

หมายเหตุ : สูตรการคำนวณน้ำใช้ของสกย.หาได้จาก

ปริมาณน้ำใช้ (m^3) = 9.66 + 0.01769R(เมื่อ R คือน้ำหนักน้ำยางสด (กิโลกรัม))

ในกระบวนการผลิต ทางโรงงานมีการใช้วัตถุดิบหลักคือ น้ำยางสดที่ได้จากชาวสวนยางนำมาผลิตหากมีปริมาณน้ำยางสดเกินอัตรากำลังการผลิตต่อวัน โรงงานจะนำน้ำยางดิบไปขายต่อให้กับโรงงาน ขั้นตอนการ ผลิตยางแผ่นรมควัน เกิดเป็นของเสียอีกส่วนหนึ่ง คือ ยางฟอง และในส่วนของยางแผ่นรมควันจะเกิดเป็นยางคัตติ้ง และเศษยาง ซึ่งทาง สหกรณ์ฯ จำหน่ายไปให้แก่ผู้รับซื้อต่อ โดยสัดส่วนของ ยางฟอง ยางคัตติ้ง และเศษยาง ขั้นตอนการ ผลิตยางแผ่นรมควันจะถูกนำไปใช้ในการปันส่วนรายการวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรู ปน้ำยางสดให้เป็นยางแผ่นรมควัน ซึ่งในปี 2553 มีปริมาณ ยางฟอง ยางคัตติ้ง และเศษยางจากกระบวนการ ผลิตผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันดังแสดงในตารางที่ 3-2

3.2.1.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (ยางแผ่นรมควันชั้น 3)

ตารางที่ 3-2 ปริมาณผลิตภัณฑ์ทั้งหมดและผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้ในปี 2553

รายชื่อสหกรณ์กองทุนสวนยาง	ปริมาณผลิตภัณฑ์ทั้งหมดผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันและ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้น(กิโลกรัมต่อปี)				
	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด	ยางแผ่นรมควัน	เศษยาง	ยางฟอง	ยางคัตติ้ง
1. บ้านป่ายาง จำกัด	423,964.50	402,312.00	9,422.00	6,303.00	5,927.50
2.บ้านทรายขาว	418,138.50	381,678.50	22,379.00	12,537.00	1,544.00
3.บ้านหูแร่ จำกัด	359,483.00	257,843.00	42,348.00	57,041.00	2,251.00
4.บ้านยางทอง จำกัด	187,045.89	176,467.68	5,152.87	4,881.36	543.98
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	221,437.00	193,509.00	9,738.00	15,308.00	2,882.00
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	160,884.59	154,118.13	3,020.46	2,696.48	1,049.52
7.บ้านควนนา จำกัด	219,897.00	203,303.00	8,229.00	4,649.00	3,716.00
8.บ้านยางงาม จำกัด	979,783.90	920,434.90	23,613.00	24,959.00	10,777.00
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	385,096.17	384,688.72	407.45	-	-
ผลรวม	3,355,730.55	3,074,354.93	124,309.78	128,374.84	28,691.00
ค่าเฉลี่ย	375,040.42	341,594.99	13,812.20	16,046.86	3,586.38
สัดส่วน	100	91.08	3.68	4.28	0.96

3.2.1.3 ข้อมูลการใช้พลังงาน(ไม้ฟืน ไฟฟ้า และ น้ำมันดีเซล)

โรงงานของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา ทั้ง 9 แห่ง ดำเนินการผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในปี 2553 ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ปริมาณการใช้พลังงานที่ใช้ในการผลิตยางแผ่นรมควัน ปี 2553 ของ 9 โรงงาน

รายชื่อสหกรณ์	ปริมาณพลังงานที่ใช้ (ต่อปี)		
	ไม้ฟืน (กิโลกรัม)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.)	น้ำมันดีเซล(ลิตร)
1. บ้านป่ายาง จำกัด	568,180.43	5,621.68	190.42
2.บ้านทรายขาว	576,384.62	13,522.41	-
3.บ้านหูแร่ จำกัด	358,630.31	9,660.08	-
4.บ้านยางทอง จำกัด	328,887.21	1,992.89	137.83
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	378,323.78	5,295.06	-
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	225,691.16	5,125.15	-
7.บ้านควนนา จำกัด	380,894.61	6,264.13	-
8.บ้านยางงาม จำกัด	1,087,274.86	18,233.73	-
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	492,653.20	12,104.18	128.23
ผลรวม	4,396,920.18	77,819.31	456.48
ค่าเฉลี่ย	488,546.69	8,646.59	152.16*

หมายเหตุ: * หมายถึงค่าเฉลี่ย ของ3 โรงงาน

3.2.1.4 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง ทั้ง 9 โรงงานดังตารางที่ 3-4ผู้วิจัยได้ใช้การคำนวณตามสูตรดังนี้

อัตราการเกิดน้ำเสีย (m^3) = 9.66 + 0.002469R

เมื่อ R คือน้ำหนักน้ำยางสด (กิโลกรัม)

ตารางที่ 3-4ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตยางแผ่นรมควัน ปี 2553 ของ 9 โรงงาน

ชื่อ สหกรณ์	ปริมาณน้ำเสียรวม (ลบ.ม/วัน)	น้ำเสีย(ลบ.ม/ต่อปี)
1.บ้านป่ายางจำกัด	16.60	3,320.69
2.บ้านทรายขาว	15.75	3,150.87
3.บ้านหูแร่จำกัด	10.66	2,131.71
4.บ้านยางทองจำกัด	7.31	1,461.99
5.บ้านเขาล้อนจำกัด	8.01	1,602.24
6.ตำบลเกาะใหญ่จำกัด	6.39	1,278.05
7.บ้านควนนาจำกัด	8.41	1,682.84
8.บ้านยางงามจำกัด	37.92	7,584.84
9.บ้านเก่าร้างจำกัด	16.31	3,262.59
ผลรวม	127.38	25,475.82
ค่าเฉลี่ย	14.15	2,830.65

ที่มา : โครงการการประเมินศักยภาพการเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยการหมักร่วม และอัตราการทดแทนเชื้อเพลิงไม้ฟืนของสหกรณ์ผลิตยางแผ่นรมควัน (2556)

3.3 ข้อมูลบัญชีรายการ สมดุลมวลสาร และ สัมประสิทธิการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ประกอบด้วยน้ำยางสด กรดฟอร์มิก น้ำ ไม้ฟืนผลิตภัณฑ์ ปริมาณการใช้ทรัพยากร พลังงานไฟฟ้า น้ำมันดีเซล และ ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ทั้ง 9 แห่ง โดยสามารถสรุปได้ทั้ง 9 สหกรณ์ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 3-5 ปริมาณวัตถุดิบ และ พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางทั้ง 9 โรงงาน(ปันส่วนผลิตภัณฑ์แล้ว)

โรงงาน		1	2	3	4	5	6	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
รายการ	ปริมาณ										
น้ำยางสด (กก.)	ต่อปี	1,341,040.00	1,272,261.67	859,476.67	588,225.60	645,030.00	513,727.10	677,676.67	3,068,116.33	1,282,295.73	1,138,649.97
ต่อFunctionalUnit		3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
กรดฟอร์มิก(กก.)	ต่อปี	3,259.59	3,587.88	4,115.43	881.22	2,151.03	1,646.44	1,820.18	9,978.92	2,806.55	3,360.80
ต่อFunctionalUnit		0.0081	0.0094	0.0160	0.0050	0.0111	0.0107	0.0090	0.0108	0.0073	0.0097
ไม้ฟืน(กก.)	ต่อปี	568,180.43	576,384.62	358,630.31	328,887.21	378,323.78	225,691.16	380,894.61	1,087,274.86	492,653.20	488,546.69
ต่อFunctionalUnit		1.4123	1.5101	1.3909	1.8637	1.9551	1.4644	1.8735	1.1813	1.2807	1.5480
ไฟฟ้า(kWh)	ต่อปี	5,621.68	13,522.41	9,660.08	1,992.89	5,295.06	5,125.15	6,264.13	18,233.73	12,104.18	8,646.59
ต่อFunctionalUnit		0.0140	0.0354	0.0375	0.0113	0.0274	0.0333	0.0308	0.0198	0.0315	0.0268
น้ำมันดีเซล(ลิตร)	ต่อปี	190.42	-	-	137.83	-	-	-	-	128.23	152.16
ต่อFunctionalUnit		0.0005	-	-	0.0008	-	-	-	-	0.0003	0.0005
น้ำใช้(ลบ.ม)	ต่อปี	2,381.96	2,260.29	1,530.07	1,050.23	1,150.72	918.44	1,208.47	5,437.16	2,364.98	2,033.59
ต่อFunctionalUnit		0.00592	0.00592	0.00593	0.00595	0.00595	0.00596	0.00594	0.00591	0.00615	0.00596
น้ำเสีย(ลบ.ม)	ต่อปี	3,320.69	3,150.87	2,131.71	1,461.99	1,602.24	1,278.05	1,682.84	7,584.84	3,262.59	2,830.65
ต่อFunctionalUnit		0.00825	0.00826	0.00827	0.00828	0.00828	0.00829	0.00828	0.00824	0.00848	0.00829
ปริมาณยางแผ่น(กก.)	ต่อปี	402,312.00	381,678.50	257,843.00	176,467.68	193,509.00	154,118.13	203,303.00	920,434.90	384,688.72	341,594.99
ต่อFunctionalUnit		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

กำหนด Functional Unit = ต่อ 1 กิโลกรัมยางแผ่นรมควันโดยคิด เปอร์เซ็นต์DRC ของน้ำยางสดทุกโรงงาน เท่ากับ 30%

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีการใช้ทรัพยากรและพลังงานเกิดขึ้นและ , ราคาไม้ฟืน วันที่ 10 ก.ย. 2553 ราคากิโลกรัมละ 1 บาท

1. สกย. บ้านป่ายาง จำกัด 2.สกย. บ้านทรายขาว 3. สกย. บ้านหูแร่ จำกัด 4.สกย. บ้านยางทอง จำกัด 5.สกย. บ้านคลองเขาล้อน จำกัด

6. สกย. ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด 7. สกย. บ้านควนนา จำกัด 8. สกย. บ้านยางงาม จำกัด 9. สกย. บ้านเก่าร้าง จำกัด

จากการเก็บรวบรมข้อมูลทางด้านปริมาณวัตถุดิบ และ พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางทั้ง 9 โรงงาน และ จัดทำแผนภาพกระบวนการผลิตและระบุระบุสารขาเข้าและสารขาออกของปริมาณการใช้พลังงาน ทรัพยากร และของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตโดยแสดงตัวเลขค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นทั้ง 9 โรงงาน ผ่านการทำ Mass Balance ดังภาพประกอบที่3-20 และ บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของ9 โรงงานแสดงใน ภาคผนวก ง.

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,332.96
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	9.71
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,547.99
การใช้ไฟฟ้า(6โรงงาน)	kWh	26.76
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.96
การใช้น้ำมันดีเซล (3โรงงาน)	ลิตร	0.53

การผลิต
ยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	42.8
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	96
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.29

ภาพประกอบที่ 3-20สมดุลมวลสารของการผลิตยางแผ่นรมควัน 1,000 กิโลกรัม(ค่าเฉลี่ยทั้ง 9โรงงาน)

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

โดยปกติการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ต้องมีการอธิบายหรืออ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลวัตถุดิบ การใช้พลังงานและของเสียที่เกิดขึ้น ทางผู้วิจัยได้มีการอธิบายข้อมูลในส่วนของข้อมูลต่างๆที่กล่าวข้างต้น ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิธีการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการประเมิน จะต้องแสดงในรูปของ ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

รายชื่อสหกรณ์	การใช้วัตถุดิบและพลังงาน ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์					
	น้ำยางสด (กิโลกรัม)	กรดฟอร์มิก (กิโลกรัม)	ไม้ฟืน (กิโลกรัม)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.)	น้ำมันดีเซล (ลิตร)	น้ำเสีย (ลบ.ม)
1. บ้านป่ายาง จำกัด	3.33	0.0081	1.4123	0.0140	0.0005	0.00825
2.บ้านทรายขาว	3.33	0.0094	1.5101	0.0354	-	0.00826
3.บ้านหูแร่ จำกัด	3.33	0.0160	1.3909	0.0375	-	0.00827
4.บ้านยางทอง จำกัด	3.33	0.0050	1.8637	0.0113	0.0007	0.00828
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	3.33	0.0111	1.9551	0.0274	-	0.00828
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	3.33	0.0107	1.4644	0.0333	-	0.00829
7.บ้านควนนา จำกัด	3.33	0.0090	1.8735	0.0308	-	0.00828
8.บ้านยางงาม จำกัด	3.33	0.0108	1.1813	0.0198	-	0.00824
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	3.33	0.0073	1.2807	0.0315	0.0003	0.00848
ผลรวม	33.33	0.0873	13.9320	0.2409	0.0016	0.07463
ค่าเฉลี่ย	3.33	0.0097	1.5480	0.0268	0.0005	0.00829

3.4 ค่า Emission Factor ที่ใช้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

ในการคำนวณการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ของการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยางจ.สงขลาในครั้งนี้ ได้มีการใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่นศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติหรือ MTEC และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)หรือ TGO โดยค่าEmission Factor ที่ได้มาจากฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ของประเทศไทย(Thai National LCI Database)และต่างประเทศดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7ค่าสัมประสิทธิการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	Emission Factor ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
กลุ่มวัตถุดิบ					
1.	น้ำยางสด (Natural Rubber)		kg	0.4419	TH-Research, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
2.	กรดฟอร์มิก (Formic Acid)		kg	1.8489	Formic acid method (hydrolysis) ใน CFP EF Data v.2.01 ของประเทศญี่ปุ่น จาก คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
3.	ไม้ฟืน	เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวลจึงไม่มีการคิดค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	-	-	IPCC 2004, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
กลุ่มพลังงาน					
4.	ไฟฟ้า		kWh	0.5610	TC Common data, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3-7 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	Emission Factor ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
5.	น้ำมันดีเซล	-	kg	0.3215	Thai LCI data, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
6.	น้ำมันเบนซิน	ค่า Emission factor ได้จากการการคำนวณจากต่างประเทศ	L	0.2898	http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools
7.	การเผาไหม้ก๊าซชีวภาพ	ค่า Emission factor ได้จากการการคำนวณจากต่างประเทศ	kg	0.0018	GHG Emissions Estimation from Wastewater and sluge Treatment Units
8.	การเผาไหม้น้ำมันดีเซล	-	L	2.7080	IPCC 2007, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
กลุ่มของเสีย					
9.	การบำบัดน้ำเสีย	ต้องมีการคูณ 21 เพื่อแปลงเป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	kgBOD	0.30 ($kgCH_4$)	Thai LCI data, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ตารางที่ 3-7 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	Emission Factor ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
กลุ่มการขนส่ง					
10.	รถมอเตอร์ไซค์ 4 จังหวะ (บรรทุกไม่เกิน 50กิโลกรัม)	ใช้ค่า Emission factor ตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ (การเผาไหม้เบนซิน)	L	2.1896	Thai LCI data, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
11.	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 100% Loading	-	Ton-km	0.1399	Thai LCI data, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
12.	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 0% Loading	-	km	0.3105	Thai LCI data, EF_LCI Database_V1_020354 (MTEC)และคู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
13.	รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ Fill Load 16 ตัน วิ่งปกติ 100% Loading	-	Ton-km	0.0529	Thai LCI data, คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
14.	เรือบรรทุก container	-	Ton-km	0.0100	The Environmental Footprint of Surface Freight Transportation, Lawson Economics Research Inc., 2007

3.5 การปันส่วน(Allocation)

การปันส่วนใน การศึกษา นี้จะ พิจารณาแบ่ง สัดส่วนค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯให้กับผลิตภัณฑ์หลักและผลิตภัณฑ์ร่วม ได้แก่ ยางฟอง ยางคัตติ้ง และเศษยาง โดยอาศัยหลักการปันส่วนตามที่กำหนดใน คู่มือแนวทางการประเมินก๊าซเรือนกระจกฯของผลิตภัณฑ์ โดยการปันส่วนเกิดขึ้นในกรณีที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดในช่วงเวลาเดียวกัน มีการใช้วัตถุดิบและพลังงานร่วมกันระหว่างผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยน้ำยางสด กรดฟอร์มิก ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซล จะปันส่วนให้กับ ยางแผ่นรมควัน ยางฟอง ยางคัตติ้ง และเศษยาง และในส่วนของไม้ฟืนจะมีการปันส่วนให้เฉพาะยางแผ่นรมควันและยางคัตติ้งเท่านั้น โดยใช้วิธีการปันส่วนโดยมวล และเศรษฐศาสตร์ ของรายการวัตถุดิบ พลังงาน และของเสียที่เกิดขึ้น โดยแสดงดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8ตารางแสดงค่าการปันส่วนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

รายชื่อสหกรณ์	การปันส่วนการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์				
	น้ำยางสด (กิโลกรัม)	กรดฟอร์มิก (กิโลกรัม)	ไฟฟ้า (kWh)	น้ำมันดีเซล (ลิตร)	ไม้ฟืน (กิโลกรัม)
1. บ้านป่ายาง จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0081	0.0140	0.0005	1.4123
- ยางฟอง	0.013	0.0001	0.0002	7.03661E-06	-
- ยางคัตติ้ง	0.02	0.0002	0.0003	1.05186E-05	0.0314
- เศษยาง	0.012	0.0001	0.0001	6.61741E-06	-
2.บ้านทรายขาว					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0094	0.0354	-	1.5101
- ยางฟอง	0.027	0.0002	0.001	-	-
- ยางคัตติ้ง	0.001	0.0005	0.04	-	0.08
- เศษยาง	0.003	3.4711E-05	0.0001	-	-
3.บ้านหูแร่ จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0160	0.0375	-	1.3909
- ยางฟอง	0.13	0.002	0.0044	-	-
- ยางคัตติ้ง	0.18	0.0025	0.0059	-	0.16
- เศษยาง	0.01	0.0001	0.0002	-	-

ตารางที่ 3-8(ต่อ) ตารางแสดงค่าการปันส่วนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

รายชื่อสหกรณ์	การปันส่วนการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์				
	น้ำยางสด (กิโลกรัม)	กรดฟอร์มิก (กิโลกรัม)	ไฟฟ้า (kWh)	น้ำมันดีเซล (ลิตร)	ไม้ฟืน (กิโลกรัม)
4.บ้านยางทอง จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0050	0.0113	0.00078105	1.8637
- ยางฟอง	0.045	0.0004	0.0008	5.50E-05	-
- ยางคัตติ้ง	0.047	0.0004	0.0008	5.81E-05	0.15
- เศษยาง	0.005	0.00004	0.0001	6.13E-06	-
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0111	0.0274	-	1.9551
- ยางฟอง	0.07	0.0008	0.0019	-	-
- ยางคัตติ้ง	0.04	0.0005	0.0012	-	0.09
- เศษยาง	0.01	0.0001	0.0004	-	-
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0107	0.0333	-	1.4644
- ยางฟอง	0.017	0.00018	0.0006	-	-
- ยางคัตติ้ง	0.019	0.0002	0.0006	-	0.03
- เศษยาง	0.007	0.00007	0.0002	-	-
7.บ้านควนนา จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0090	0.0308	-	1.8735
- ยางฟอง	0.02	0.00019	0.0007	-	-
- ยางคัตติ้ง	0.04	0.00034	0.0012	-	0.07
- เศษยาง	0.02	0.00015	0.0005	-	-

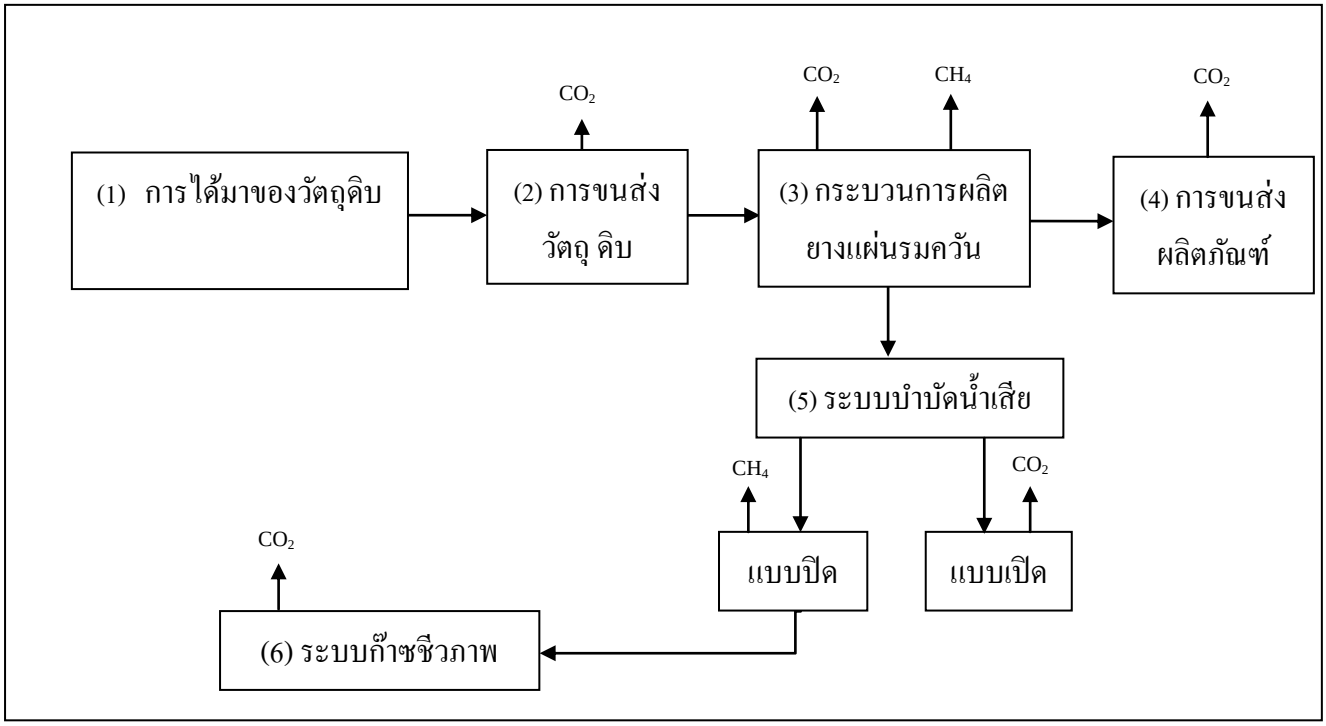
ตารางที่ 3-8 (ต่อ)ตารางแสดงค่าการปันส่วนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

รายชื่อสหกรณ์	การปันส่วนการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์				
	น้ำยางสด (กิโลกรัม)	กรดฟอร์มิก (กิโลกรัม)	ไฟฟ้า (kWh)	น้ำมันดีเซล (ลิตร)	ไม้ฟืน (กิโลกรัม)
8.บ้านยางงาม จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0108	0.0198	-	1.1813
- ยางฟอง	0.03	0.00028	0.0005	-	-
- ยางคัตติ้ง	0.03	0.00026	0.0005	-	0.02
- เศษยาง	0.01	0.0012	0.0002	-	-
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด					
- ยางแผ่นรมควัน	3.33	0.0073	0.0315	0.000333334	1.2807
- เศษยาง	0.004	0.00001	0.00003	3.52E-07	-

3.6 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

3.6.1 ขอบเขตการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของ สหกรณ์ จ.สงขลา

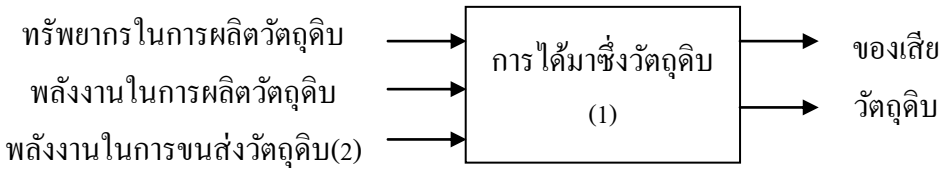
จากการกำหนดขอบเขตการประเมิน ผู้วิจัยได้แบ่งระบบที่ประเมินออกเป็น 6 ระบบย่อย ดังภาพประกอบที่ 3-21โดยกำหนดหน่วยผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1 กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน และพิจารณาวัฏจักรชีวิตของการผลิตยางแผ่นรมควัน ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบที่3-21ระบบย่อยขอบเขตการศึกษา

3.6.1.1 การได้มาซึ่งวัตถุดิบ

การพิจารณาในส่วนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ จะพิจารณาครอบคลุมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ทั้งในส่วนกระบวนให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบและการขนส่งวัตถุดิบทุกชนิดมายังโรงงาน รวมทั้งกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ภายในโรงงาน



3.6.1.2 การผลิต

ในส่วนขั้นตอนการผลิต จะพิจารณาจะพิจารณาครอบคลุมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของสารขาเข้าและสารขาออกจากขั้นตอนการผลิตต่างๆ ทั้งขั้นตอนหลักและขั้นตอนสนับสนุน

1. การผลิตยางแผ่นดิบ

2. การผลิตยางแผ่นรมควัน

3. ระบบบำบัดน้ำเสีย

4. การผลิตก๊าซชีวภาพ

3.6.1.3 การกระจายสินค้า

ในส่วนการกระจายสินค้าจะพิจารณาครอบคลุมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯที่เกิดจากการขนส่งผลิตภัณฑ์จากโรงงานไปยังตลาดกลางยางพารา และโรงงานที่รับซื้อ

3.6.2วิธีการคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์

วิธีการคำนวณการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจกฯ ของทั้ง 9 สหกรณ์มีรูปแบบการคำนวณแบบเดียวกัน ทั้งนี้ทางผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างกรณีของ สหกรณ์ บ้านเก่าร้าง จำกัด เพื่อเป็นตัวอย่างในการคำนวณค่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เนื่องจากเป็นสหกรณ์ที่มีการคิดคำนวณในส่วนของก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียด้วย

3.6.2.1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

ในขั้นตอนนี้ วัตถุดิบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้แก่ น้ำยางสด กรดฟอร์มิก และไม้ฟืน ในขั้นตอนนี้จะเป็นการประเมินในส่วนของการขนส่งของวัตถุดิบ และค่า Emission factor ที่ติดตัวมากับวัตถุดิบแต่ละชนิดดังนี้

1) **น้ำ**ยางสด

น้ำยางสดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลัก มาจาก เกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่ในเขตอำเภอคลองหอยโข่ง โดยจะบรรทุกมาขายให้กับสหกรณ์ โดยปกติมีค่า Emission factor เท่ากับ 0.4419 $kgCO_2eq/kg$

ปริมาณน้ำยางสดที่ใช้ในการผลิตต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	3.33	kg
เท่ากับ		
มีค่า Emission factor เท่ากับ	0.4419	kgCO2 eq./kg
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากน้ำยางสด เท่ากับ	1.4715	kgCO2 eq. (1)

- การขนส่งน้ำยางสด

ในการขนส่งวัตถุดิบ เนื่องจากมีการขนส่งมาจากหลายแห่ง จึงต้องพิจารณาปริมาณที่ขนส่งจากแต่ละแห่ง ชนิดยานพาหนะ ระยะทาง เพื่อคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ดังนี้

น้ำยางสด มีการขนส่งมาจาก พื้นที่ในเขตอำเภอคลองหอยโข่ง โดยคิดรัศมีพื้นที่ไม่เกิน 5 กิโลเมตร สำหรับรถมอเตอร์ไซค์ 4จังหวะ คิดตามอัตราการบรรทุกสูงสุด 2แกลลอน(50กิโลกรัม)

ในส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ฯจากการขนส่งจึงมีการคำนวณจากแต่ละแห่งทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ตัวอย่างเช่น

น้ำยางสดสำหรับรถมอเตอร์ไซค์ 4 จังหวะ

ปริมาณน้ำยางสดที่ขนส่ง เท่ากับ	3.33	kg
ระยะทาง	5	km
อัตราการเผาผลาญน้ำมันรถมอเตอร์ไซค์ 4 จังหวะ	70	km/L
การขนส่งน้ำยางสดจะเผาผลาญน้ำมันเบนซิน	0.071	L
ค่า Emission Factor การเผาไหม้น้ำมันเบนซิน	2.1896	$kgCO_2eq$
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เที่ยวไป	0.071 L*2.1896 $kgCO_2eq/L$	
เท่ากับ	0.16	$kgCO_2eq.$ (2)
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เที่ยวกลับ	0.16	$kgCO_2eq$ (3)
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งน้ำยางสด (รถมอเตอร์ไซค์ 4 จังหวะ)ทั้งขาไป(2)และขากลับ(3)	0.32	$kgCO_2eq$
รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้ท์จากน้ำยางสด(1)+(2)+(3)	1.791	$kgCO_2eq$

2.)กรดฟอร์มิก

กรดฟอร์มิกที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผสมน้ำยางสดเพื่อให้จับตัวกันเป็นก้อนในตะกง เพื่อที่จะทำเป็นยางแผ่นดิบในขั้นตอนหลักของกระบวนการผลิตยางแผ่น รมควันกรดฟอร์มิกโดยมีค่า Emission factor เท่ากับ 1.8489 $kgCO_2eq/kg$

กรดฟอร์มิก 94%

กรดฟอร์มิก 94% ปริมาณ	0.01	kg
กรดฟอร์มิกมีค่า Emission factor (Thai LCI) เท่ากับ	1.8489	kg CO_2eq/kg
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการได้มาของกรดฟอร์มิก	0.01 kg x 1.8489 kg CO_2eq/kg	
หรือเท่ากับ	0.0185	kg $CO_2eq.$ (1)

- การขนส่งกรดฟอร์มิก

ในการขนส่งสารเคมี(กรดฟอร์มิก)เนื่องจากมีการขนส่งมาจากต่างประเทศ ก่อนที่จะมาถึงประเทศไทยจึงต้องพิจารณาปริมาณที่ขนส่งจากแต่ละแห่งชนิดยานพาหนะระยะทาง เพื่อคำนวณ โดยสหกรณ์ จัดซื้อจากแหล่ง นำเข้า ภายในประเทศทั้งสิ้นดังนั้นหลักการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ มีรายละเอียดการคำนวณเป็นดังนี้

การขนส่งมี 3ช่วง แต่ละช่วงมีการพิจารณาการขนส่งทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ

ช่วงที่ 1จากโรงงานในประเทศจีน ถูกขนส่งมายังท่าเรือประเทศไทย

ระยะทาง(เที่ยวไป)	2,900	km
โดยตรวจสอบเส้นทางเดินเรือจาก http://www.searates.com		
น้ำหนักตามระยะทางเที่ยวไปเท่ากับ	0.029	ton-km
การขนส่งโดยเรือบรรทุกคอนเทนเนอร์มีค่า emission factor เท่ากับ	0.01	kg CO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 1 เที่ยวไป เท่ากับ (100% Loading)	0.029 ton-km x 0.01 kg CO_2eq/ ton-km	
หรือเท่ากับ	0.00029	kg CO_2eq(2)

ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์การขนส่งโดยเรือบรรทุกคอนเทนเนอร์ไม่ได้มีการคิดการขนส่งในเที่ยวกลับเนื่องจาก สินค้าที่บรรทุกทางเรือนั้นไม่มีการบรรทุกคอนเทนเนอร์เปล่ากลับเหมือนยานพาหนะทางบก ดังนั้นจึงไม่มีการคิดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในเที่ยวกลับ

ช่วงที่ 2จาก Supplier ในประเทศไทยไปยัง จ.สงขลา

ระยะทาง	950	km
โดยตรวจสอบระยะทางระหว่างจังหวัดของประเทศไทยจาก http://map-server.doh.go.th		
น้ำหนักตามระยะทางเที่ยวไปเท่ากับ	0.0095	ton-km
การขนส่งโดย รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ (Thai) 100% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.0529	kg CO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 2 เที่ยวไป เท่ากับ	0.0095 ton-km x 0.0529 kg CO_2eq /ton-km	
หรือเท่ากับ	0.0005	kg CO_2eq (3)
น้ำหนักที่ขนส่งทั้งหมดต่อเที่ยวเท่ากับ(บรรทุกเต็ม)	16,000	kg

การขนส่งโดย รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ (Thai) 0% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.5851	kg CO_2eq/km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 2 เที่ยวกลับ เท่ากับ	0.01 kgx 950 km x 0.5851 kg CO_2eq/km) /16,000kg	
หรือเท่ากับ	0.00034	kg CO_2eq (4)
<u>ช่วงที่ 3</u>จาก จ.สงขลา ไปยัง สหกรณ์		
ระยะทาง โดยตรวจสอบระยะทางระหว่างจังหวัดของประเทศไทยจาก http://map-server.doh.go.th	43	km
น้ำหนักตามระยะทางเที่ยวไปเท่ากับ	0.00043	ton-km
การขนส่งโดย รถกระบะบรรทุก 4ล้อ (Thai)100% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.1402	kgCO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 3 เที่ยวไป เท่ากับ	0.00043ton-kmx 0.1402kgCO_2eq/ton-km	
หรือเท่ากับ	0.00006	kgCO_2eq(5)
การขนส่งโดย รถกระบะบรรทุก4ล้อ (Thai) 0% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.3111	kgCO_2eq/km
น้ำหนักที่ขนส่งทั้งหมดต่อเที่ยวเท่ากับ(กรด10 ถัง)	350	kg
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 3 เที่ยวกลับ เท่ากับ	0.01kg x 43 km x 0.3111 kgCO_2eq/km / 350 kg	
หรือเท่ากับ	0.00038	kgCO_2eq(6)
รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากการขนส่งกรดฟอร์มิก ทั้งหมดเท่ากับ	**(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6)**	
หรือเท่ากับ	**0.02**	**kg CO_2eq**

1) เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับกระบวนการผลิต

สำหรับ เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับกระบวนการผลิต มีด้วยกัน 2 ส่วนคือ น้ำมันดีเซลที่ใช้ในส่วนของเครื่องสูบน้ำและจักรรีดยาง และ ไม้ฟืนที่ใช้สำหรับการรมควันยางแผ่น สหกรณ์จัดซื้อจากแหล่งผลิตภายใ นพื้นที่ จ.สงขลา ทั้งสิ้น ดังนั้นหลักการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากแต่ละรายการจะเป็นเช่นเดียวกับรายกา รการขนส่งกรดฟอร์มิก มีรายละเอียดการคำนวณเป็นดังนี้

น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล (การผลิตเชื้อเพลิง)	0.0003	L.
Diesel มีค่า Emission factor (Thai LCI) เท่ากับ	0.2789	kg CO_2eq/L
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการได้มาของ Diesel	0.0003L x 0.2789 kg CO_2eq/L	
หรือเท่ากับ	0.0001	kg CO_2eq (1)
การขนส่ง น้ำมัน Diesel จากปั๊มน้ำมัน มายังโรงงานฯ	10	km
น้ำหนักตามระยะทางเที่ยวไปเท่ากับ	0.000003	ton-km
การขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4ล้อ (Thai) 100% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.182	kgCO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งเที่ยวไป เท่ากับ	0.000003 ton-km x 0.182 kg CO_2eq/ton-km	
หรือเท่ากับ	5.46E-07	kg CO_2eq(2)
น้ำหนักที่ขนส่งทั้งหมดต่อเที่ยวเท่ากับ	167	kg
เที่ยวกลับขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4ล้อ (Thai) 0% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.3317	kg CO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งขากลับ เท่ากับ	0.0003kg x 10 km x 0.3317 kg CO_2eq /ton / 167 kg	
หรือเท่ากับ	5.95868E-06	kg CO_2e (3)
รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากน้ำมันดีเซล เท่ากับ	**(1) + (2) + (3)**	
หรือเท่ากับ	**0.0001**	**kg CO_2eq**

2) ไม้ฟืน

การเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับการผลิตยางแผ่นรมควัน เป็นประเด็นที่น่าสนใจ คือหากใช้ชีวมวล เช่น เศษไม้ยางพารา กะลาปาล์ม เป็นเชื้อเพลงในการเผาไหม้เพื่อให้เกิดความร้อนนั้น ปริมาณ CO2 ที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่นับรวมว่าเป็นก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากถือว่าชีวมวลเหล่านี้ครั้งหนึ่งเคยดูดซับ CO2 เอาไว้ในเนื้อไม้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (IPCC,2004)ดังนั้นจึงมีค่า Emission Factor เท่ากับ0kgCO_2eq/kg

ไม้ฟืน	1.2807	kg
เนื่องจากไม้ฟืนเป็นพลังงานชีวมวลไม่มีค่า Emission Factor	0	kg CO_2eq/kg (1)
การขนส่ง ไม้ฟืนพื้นที่ มายังโรงงานยางแผ่นฯ	20	km
น้ำหนักตามระยะทางเที่ยวไปเท่ากับ	0.025	ton-km
การขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4ล้อ (Thai) 100% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.182	kg CO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งเที่ยวไป เท่ากับ	0.025ton-km x 0.182 kg CO_2eq/ton-km	
หรือเท่ากับ	4.66E-03	kg CO_2eq (2)
น้ำหนักที่ขนส่งทั้งหมดต่อเที่ยวเท่ากับ	1,700	kg
เที่ยวกลับขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4ล้อ (Thai) 0% loading มีค่า emission factor เท่ากับ	0.3317	kg CO_2e/km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งขากลับ เท่ากับ	1.2807 kg x 20 km x 0.3317 kg CO_2eq/km / 1,700kg	
หรือเท่ากับ	0.0049	kg CO_2eq (3)
รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขนส่งไม้ฟืน เท่ากับ	**(1) + (2) + (3)**	
หรือเท่ากับ	**0.0095**	**kg CO_2eq**

3.6.2.2ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขั้นตอนการผลิต

ในขั้นตอนการผลิตมีการใช้พลังงานเชื้อเพลิง3 ส่วนหลัก ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าการเผาไหม้น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องสูบน้ำและ จักรรีดยาง และ การเผาไหม้ก๊าซชีวภาพสำหรับเป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยางแผ่นสามารถคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการใช้พลังงานส่วนนี้จาก

ปริมาณพลังงานที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ $(kg)\ x\ Emission\ factor\ (kg\ CO_2eq/kg)$

1.การใช้ไฟฟ้า (กรณีโรงงานที่มีการใช้ไฟฟ้า)		
ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตต่อหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ	0.03	kWh
ค่า emission factor ได้จากการฐานข้อมูล Thai LCI	0.5610	$kgCO_2eq$
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการใช้ไฟฟ้าในการผลิต	0.03 kWh x 0.5610 kg CO_2eq /kWh	
หรือเท่ากับ	**0.017**	**$kgCO_2eq$**

2. การเผาไหม้น้ำมันดีเซล		
การเผาไหม้น้ำมันดีเซลสำหรับจักรรีดและเครื่องสูบน้ำ	0.0003	L
ค่า emission factor ได้จากการฐานข้อมูล Thai LCI	2.708	$kgCO_2eq/L$
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการเผาไหม้น้ำมันดีเซล	0.0003 L x 2.708 $kgCO_2eq/L$	
ดีเซลในกระบวนผลิต		
หรือเท่ากับ	**0.0008**	**$kgCO_2eq$**

3.6.2.3 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการบำบัดน้ำเสีย

รูปแบบของการประเมินการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์จากระบบบำบัดน้ำเสีย ทางผู้วิจัยได้แยกออกเป็น 2 กรณีด้วยกัน คือ กรณีที่ 1 คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ไม่มี การดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Anaerobic wastewater treatment) และ กรณีที่ 2 คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีการดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Anaerobic wastewater treatment + CH_4Aerobic wastewater Treatment revert & combustions) โดย อ้างอิงตามสมการการคำนวณ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่มีการดึงนำเอาก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ (อ้างอิงจาก 2006 UNFCCC, Methane recovery in waste water treatment-Version 16.0, Method number AMS-III H (Version9))โดยวิธีการคำนวณแสดงใน(ภาคผนวก ฉ)

ดังนั้น ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ไม่มีการดึงก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีค่าเท่ากับ **0.2412 $kgCO_2$.eq/ กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน** และ ค่าการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย ที่มีการดึงก๊าซ ชีวภาพกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงเมื่อเทียบต่อกำลังการผลิตต่อปีของ สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัด

จะมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ**0.0765kgCO_2.eq/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน**

3.6.2.4 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของขั้นตอนการกระจายสินค้า

สำหรับขั้นตอนกระจายสินค้า มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระหว่างการขนส่งผลิตภัณฑ์จากโรงงานยางแผ่นรมควันไปยังตลาดกลางยางพารา มีการพิจารณาการขนส่งทั้งขาไปและขากลับ โดยพิจารณาน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

จากโรงงานสหกรณ์บ้านเก่าร้าง ถูกขนส่งไปยังตลาดกลางยางพารา		
น้ำหนักทั้งหมดที่บรรทุกได้	1	kg
ระยะทาง (ของตัวอย่าง สกย.บ้านเก่าร้าง)**	43	km
น้ำหนักตามระยะทางขาไปเท่ากับ (1 kg ยางแผ่นรมควัน)	0.043	ton-km
เที่ยวไป การขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ (Thai) 100% loading มีค่าemission factor เท่ากับ	0.182	kg CO_2eq/ton-km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 1 เที่ยวไป เท่ากับ	0.043 ton-km x 0.182kg CO_2eq/ton-km	
หรือเท่ากับ	0.0078	kg CO_2eq (1)
เที่ยวกลับ การขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ (Thai) 100% loading มีค่าemission factor เท่ากับ	0.3317	kg CO_2eq/km
ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการขนส่งช่วงที่ 1 เที่ยวกลับ เท่ากับ	(1 kg x 43 km x 0.3317 kgCO_2eq/km) / 3,000 kg	
หรือเท่ากับ	0.0048	kg CO_2eq (2)
รวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการกระจายผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเท่ากับ	**0.0126**	**kg CO_2eq**

3.6.2.5 สรุปผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน

สรุปผลการคำนวณ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันในกรณีไม่มีการดึงก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ เท่ากับ 2.0793kgCO_2eq/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน โดยแยกตามช่วงวัฏจักรดังตารางที่ 3-9

3.6.3 ผลการประเมิน ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันที่มีและ ไม่มีการนำก๊าซชีวภาพ ที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

ตารางที่ 3-9 ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน
(กรณี สกย.เก่าร้างฯแบบไม่มีการดึงก๊าซชีวภาพกลับมาใช้)

9.สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อย GHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อย GHG ของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4851	0.3220	1.8071	86.91
การผลิต	0.0185	-	0.0185	0.89
การกระจายสินค้า	-	0.0126	0.0126	0.61
การใช้งาน	-	-	-	-
การจัดการซาก	-	-	-	-
ระบบบำบัดน้ำเสีย (ไม่มีการดึงก๊าซชีวภาพกลับมาใช้)	0.2412	-	0.2412	11.60
รวม	1.7448	0.3345	2.0793	100.00

ในการประเมิน ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของระบบบำบัดน้ำเสีย ที่มีการดึงก๊าซชีวภาพ เข้ามาร่วมกับการรมควันยางแผ่นใน สกย.เก่าร้าง จำกัด สามารถอ้างอิงตามสมการการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่มีการดึงนำเอาก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ (อ้างอิงจาก 2006UNFCCC, Methane recovery in waste water treatment-Version 16.0,Method number AMS-III H (Version9)) โดยเปรียบเทียบ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ระหว่าง 2 กรณี คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีและไม่มี การดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Anaerobic wastewater treatment and Anaerobic wastewater treatment + CH_4 Aerobic wastewater Treatment revert & combustions) ข้างต้น ผลการประเมิน สามารถสรุปได้ดังนี้

ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันในกรณี ที่มีการดึงก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ เท่ากับ 1.9146kgCO_2eq/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน โดยแยกตามช่วงวัฏจักร ดังตารางที่ 3-10

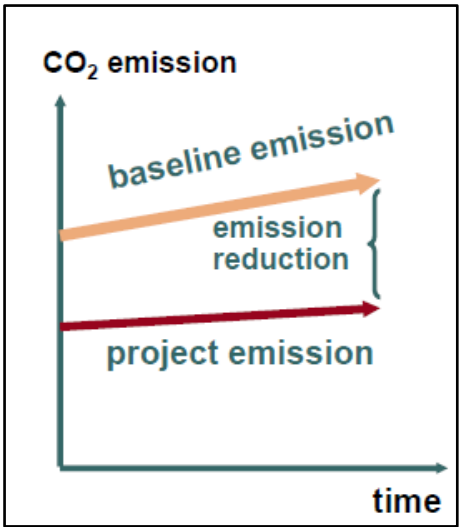
ตารางที่ 3-10ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน
(กรณี สกย.เก่าร้าง แบบมีการดึงก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วม)

9.สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อย GHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อย GHG ของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4851	0.3220	1.8071	94.38
การผลิต	0.0185	-	0.0185	0.97
การกระจายสินค้า	-	0.0126	0.0126	0.66
การใช้งาน	-	-	-	-
การจัดการซาก	-	-	-	-
ระบบบำบัดน้ำเสีย (นำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้)	0.0765	-	0.0765	3.99
รวม	1.5801	0.3345	1.9146	100.00

จากตารางที่ 3-8และ 3-9ทางผู้วิจัยได้นำแนวคิด วิธีการคำนวณการลด ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่ได้รับการอนุมัติแล้วแสดงใน UNFCCC website (http://cdm.unfccc.int)ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ที่ลดได้จากการดำเนินโครงการนั้น มาใช้ในการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯจากระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้ง 2 แบบ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น โดย หลักการพื้นฐานของการคำนวณคือ emission ที่ลดได้(ER)คือ emission ที่สกย.เก่าร้างฯ สามารถลดได้เมื่อเทียบ กับค่า emission ของ สกย.เก่าร้างฯ จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดิมที่ไม่มีการดึงเอาก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงร่วม ซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำไปคำนวณเป็นค่า CERs (Certified Emission Reductions) ที่สามารถลดลงได้ของทางสหกรณ์

3.6.3.1 วิธีการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯที่โครงการ CDM สามารถลดได้(Emission Reduction; ER) สามารถคำนวณได้จาก

$$Emission\ Reduction = Baseline\ emission - Project\ emission \quad (3\text{-}7)$$



ภาพประกอบที่ 3-22กราฟแสดงค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯที่ลดได้จากการทำ CDM (Clean Development Mechanism)

ดัดแปลงจาก UNFCCC ,2006

โดยที่ Baseline Emission หมายถึงปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯในกรณีฐาน(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี) และ Project Emission หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯจากการดำเนินโครงการ(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี) ดังภาพประกอบที่ 3-22

ดังนั้นในการคำนวณหา emission ที่ลดลง(ER)ของ สกย.เก่าร้าง มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการคำนวณที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ซึ่งกรณีของ สกย.เก่าร้างจะเป็นตัวแทนในด้านของการลดการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันที่มีการดึงเอาก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบเป็นเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับไม้ฟืนในการรมควันยาง โดยมีการคำนวณการคิดการทดแทนไม้ฟืน 30%สามารถลดการปลดปล่อยฯจากเดิมมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯเท่ากับ 1.73 $kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันและเมื่อมีการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับไม้ฟืน มีค่าการปลดปล่อยฯ เท่ากับ 1.56 $kgCO_2$/

กิโลกรัมยางแผ่นรมควันดังนั้นค่าการปลดปล่อยฯที่สามารถลด ได้จะ เท่ากับ 0.17 $kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันแสดงการคำนวณดัง ภาคผนวก ฉ.ในตารางที่ ฉ-4

3.6.4ผลการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯจากกระบวนการผลิตทั้ง 9โรงงาน

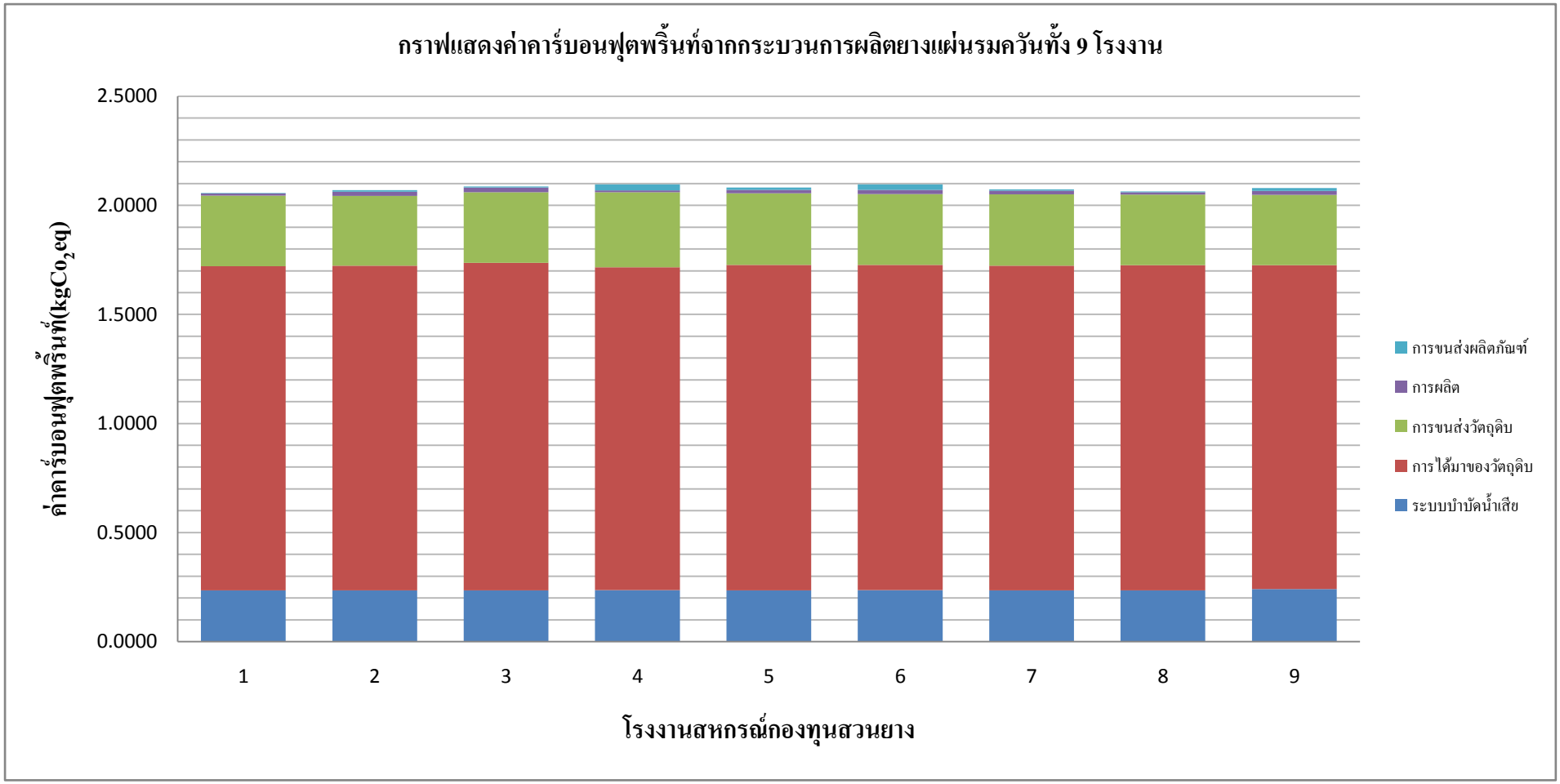
จากการคำนวณการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสหกรณ์ทั้ง 9โรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 3-11 โดยกำหนดหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1 กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ผลการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของ 9โรงงานเท่ากับ 2.0781 $kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน โดยปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ฯที่พบได้จากการประเมินนั้นจะเกิดจาก การได้มาของวัตถุดิบ 1.4895$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันระบบบำบัดน้ำเสีย 0.2358$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันการขนส่งวัตถุดิบ0.3260$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันการผลิต 0.0155$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันและการขนส่งผลิตภัณฑ์ 0.0112$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันตามลำดับแสดงดังตารางที่ 3-11 และกราฟ แสดงดังภาพประกอบที่ 3-23

ในส่วนของการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการดึงเอาก๊าซชีวภาพเข้ามาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในกรณีของ สกย.บ้านเก่าร้างจำกัด สามารถช่วยลดการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดิมได้ โดย มีค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ จากเดิมเท่ากับ **0.2412$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน** ลดลงเหลือ **0.0765$kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควัน** หรือลดได้ 0.1647 $kgCO_2$/กิโลกรัมยางแผ่นรมควันดังภาพประกอบที่ 3-24โดยวิธีคำนวณแสดงดังภาคผนวก ฉ.

ตารางที่ 3-11 ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ของ สหกรณ์ทั้ง 9 โรงงาน

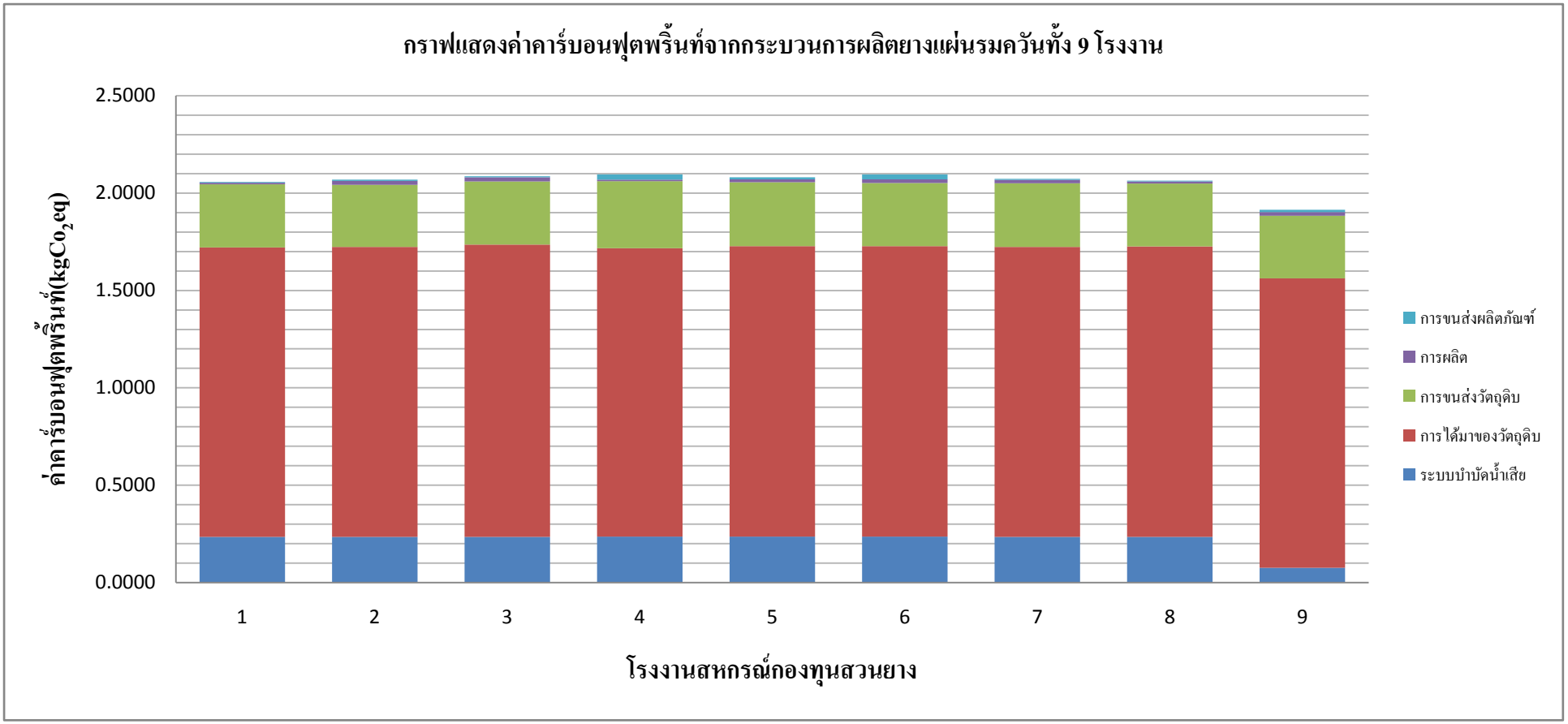
โรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง	ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ($kgCO_2eq./kgRSS$)					
	การได้มาของวัตถุดิบ	การขนส่งวัตถุดิบ	การผลิต	การขนส่งผลิตภัณฑ์	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ผลรวมค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ
1.บ้านป่ายาง จำกัด	1.4867	0.3232	0.0091	0.0033	0.2347	2.0569
2. บ้านทรายขาว	1.4889	0.3194	0.0199	0.0065	0.2348	2.0694
3.บ้านหูแร่ จำกัด	1.5011	0.3240	0.0210	0.0055	0.2351	2.0868
4.บ้านยางทอง จำกัด	1.4810	0.3440	0.0085	0.0267	0.2356	2.0958
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	1.4920	0.3277	0.0154	0.0109	0.2355	2.0815
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	1.4913	0.3246	0.0187	0.0259	0.2358	2.0963
7.บ้านควนนา จำกัด	1.4882	0.3265	0.0173	0.0059	0.2354	2.0732
8.บ้านยางงาม จำกัด	1.4915	0.3229	0.0111	0.0037	0.2343	2.0635
9.บ้านเก่าร้างจำกัด	1.4851	0.3220	0.0185	0.0126	0.2412	2.0793
ค่าเฉลี่ย	**1.4895**	**0.3260**	**0.0155**	**0.0112**	**0.2358**	**2.0781**
9.บ้านเก่าร้างจำกัด*ใช้ก๊าซชีวภาพ	1.4851	0.3220	0.0185	0.0126	0.0765	1.9146

หมายเหตุ : ค่า COD ในโรงงานที่1-8 มีค่าใกล้เคียงกันกับโรงงานที่9 เนื่องจากรูปแบบสหกรณ์เป็นแบบเดียวกัน ดังนั้นจึงใช้ค่า COD ของน้ำเสียในโรงงานที่ 9ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากระบบบำบัดน้ำเสียของ 8 โรงงาน



ภาพประกอบที่ 3-23กราฟค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน

หมายเหตุ : 1. สกย. บ้านป่ายาง จำกัด 2.สกย. บ้านทรายขาว 3. สกย. บ้านหูแร่ จำกัด 4. สกย. บ้านยางทอง จำกัด 5.สกย. บ้านคลองเขาล้อน จำกัด 6. สกย. ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด 7. สกย. บ้านควนนา จำกัด 8. สกย. บ้านยางงาม จำกัด 9. สกย. บ้านเก่าร้าง จำกัด(ไม่มีระบบก๊าซชีวภาพ)



ภาพประกอบที่ 3-24กราฟค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 9 โรงงาน กรณีมีการใช้ก๊าซชีวภาพของโรงงานที่ 9

หมายเหตุ : 1. สกย. บ้านป่ายาง จำกัด 2.สกย. บ้านทรายขาว 3. สกย. บ้านหูแร่ จำกัด 4. สกย. บ้านยางทอง จำกัด 5.สกย. บ้านคลองเขาล้อน จำกัด 6. สกย. ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด 7. สกย. บ้านควนนา จำกัด 8. สกย. บ้านยางงาม จำกัด 9. สกย. บ้านเก่าร้าง จำกัด(มีระบบก๊าซชีวภาพ)

3.6.5 ผลการประเมินการเปรียบเทียบระหว่างโรงงานที่ใช้ไฟฟ้า และ น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักร

การใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันดีเซลในกระบวนการผลิตต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ สามารถเปรียบเทียบค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงโดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานในส่วนของน้ำมันดีเซลมีปริมาณการใช้ที่น้อยกว่าไฟฟ้า จึงส่งผลให้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของไฟฟ้ามีปริมาณที่สูงกว่า แต่ทั้งนี้โดยปกติแล้วอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของไฟฟ้าในระยะยาวจะส่งผลน้อยกว่าในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักร ดังนั้นในระยะยาวการใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานสำหรับเครื่องจักรนั้นจะสามารถช่วยลดการสิ้นเปลืองพลังงาน ทำให้สามารถช่วยลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย แต่ในทางปฏิบัตินั้นหากทางสหกรณ์เปลี่ยนเครื่องจักรเป็นระบบมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถช่วยลดการบรรทุกน้ำมันจากปั๊มภายนอกมายังสหกรณ์ อีกทั้งระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานอัตโนมัติสามารถช่วยลดพลังงานในการเปิดเครื่องจักรที่ต้องทำงานตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และเมื่อคิดถึงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สะอาดทำให้ช่วยลดการเกิดมลพิษทางอากาศ(ควัน) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์อีกด้วย

3.6.6 การหาแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของสหกรณ์

3.6.6.1 แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากผลการประเมินการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯของสหกรณ์ ทำให้ทราบถึงปริมาณการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก ฯ ซึ่งพบว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของระบบบำบัดน้ำเสีย มีอิทธิพลสูง ต่อค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังนั้นมาตรการที่สหกรณ์สามารถทำได้ทันทีในทุกสหกรณ์ คือ การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม ในการรมควันยางซึ่งสามารถช่วยลดการใช้ไม้ฟืน และลดผลกระทบทางด้านน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย

3.6.6.2 แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการทำ Benchmarkingและ กำหนด CT Option

โดยการกำหนดค่า Benchmark ของแต่ละสหกรณ์ และ วิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีชี้วัดการผลิตซึ่งจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อใช้เป็นค่ากลางในการประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานในกลุ่มสหกรณ์ ทั้ง 9 โรงงาน และการกำหนดมาตรการเพิ่มเติม เพื่อให้กระบวนการผลิตมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดมลพิษให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินการใช้วัตถุดิบ ในการผลิต

วัตถุดิบหลักในการผลิตยางแผ่นรมควัน ได้แก่ น้ำยางสด และ น้ำ ซึ่งจากการสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้น้ำยางสดในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์ทั้ง 9 แห่งพบว่ามีการใช้น้ำยางสด เท่ากับ 3.33 กิโลกรัมต่อปริมาณยางแผ่นรมควัน และ สำหรับ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้น พบว่ามีการใช้น้ำอยู่ในช่วง 0.00591- 0.00615ลูกบาศก์เมตรต่อปริมาณยางแผ่นรมควัน ดังนั้นค่าที่สูงกว่าค่าดัชนีเฉลี่ยมาตรฐาน ทางสหกรณ์ จึงควรหาแนวทางแก้ไขอย่างเร่งด่วน

2. การประเมินการใช้สารเคมี ในการผลิต

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้กรดฟอร์มิกในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์ทั้ง 9 แห่งพบว่ามีการใช้กรดฟอร์มิกในขั้นตอนการทำให้น้ำยางจับตัวเป็น

ก้อนอยู่ในช่วง0.0050 -0.0160กิโลกรัมต่อปริมาณยางแผ่นรมควัน ค่ามัธยฐานสำหรับดัชนีชี้วัดการใช้สารเคมี (Benchmark) เท่ากับ 0.0097 กิโลกรัมต่อปริมาณยางแผ่นรมควันเมื่อเทียบกับปริมาณการ ผลิตยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้ทั้งหมด หากพบว่าสหกรณ์ มีค่าการใช้สูงกว่าค่าดัชนีเฉลี่ยมาตรฐาน จึงควรหาแนวทางในการลดปริมาณการใช้กรดฟอร์มิกที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3. การประเมินการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตสำหรับการทำยางแผ่นรมควัน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก การใช้ไม้ฟืน การใช้ไฟฟ้า และ น้ำมันดีเซล สำหรับเครื่องรีดยางและเครื่องสูบน้ำในแต่ละสหกรณ์

3.1 การใช้ไฟฟ้าในการผลิต

การใช้ไฟฟ้าในการผลิตยางแผ่นรมควันมีการใช้ไฟฟ้าในส่วนของการผลิตหลักเช่น การใช้เครื่องจักรรีดยาง และการใช้เครื่องสูบน้ำ ซึ่งผลการตรวจวัดเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตดังตารางที่ 3-12พบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน อยู่ในช่วง 0.0113 - 0.0375หน่วยต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันทั้งหมดและค่าดัชนีเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0268ต่อหน่วยกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน

3.2 การใช้ไม้ฟืนในการผลิต

การใช้ไม้ฟืนในการรมควันยางแผ่นเป็นต้นทุนหลักในการผลิต โดยไม้ฟืนที่ใช้อาจเป็นไม้ยางพารา หรือไม่ป่าอื่นๆตามพื้นที่ของแหล่งนั้นๆ ที่สามารถหาได้ โดยชนิดไม้ฟืนที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับว่าทำให้ยางแผ่นมีคุณภาพดี คือ ไม้ยางพารา ซึ่งการใช้ไม้ฟืนในการรมควันยาง มีจุดประสงค์หลัก 2 ประการคือการทำให้ยางแผ่นแห้งและการให้ควันของไม้ฟืนช่วยเคลือบและถนอมผิวยางแผ่น นอกจากนี้สภาพของเตารมควันในแต่ละแห่งมีส่วนทำให้ปริมาณการใช้ไม้ฟืนของแต่ละสหกรณ์ มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณการใช้ ดังแสดงดังตารางที่ 3-11 ข้างต้น พบว่าปริมาณการใช้ไม้ฟืนต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควันอยู่ในช่วง 1.1813-1.9551กิโลกรัมต่อยางแผ่นรมควัน และมีค่าดัชนีเฉลี่ยการใช้ไม้ฟืนเท่ากับ 1.548กิโลกรัมต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน ทั้งนี้ โรงรมควันยางในแต่ละสหกรณ์ทั้ง 9 แห่งมีความแตกต่างกันในเรื่องของลักษณะโรงรมควันยางที่สร้างตามปีที่สร้าง สหกรณ์ ต่างกัน คือ รูปแบบรุ่นปี พ.ศ. 2537 ประกอบด้วยห้องรมควันยางจำนวน 7 ห้องเตาเชื้อเพลิงจำนวน 7 เตา และ ท่อระบายอากาศจำนวน 7 ท่อ ส่วนโรงรมควันยางรุ่นปี พ.ศ. 2538 ประกอบด้วยห้องรมควันยางจำนวน 4 ห้องเตาเชื้อเพลิงจำนวน 4 เตา และ ท่อระบาย

อากาศจำนวน 2 ท่อดังนั้นปริมาณการใช้ไม้ฟืนในการรมควันยาง ของแต่ละสหกรณ์จึงมีปริมาณการใช้ที่แตกต่างกันในแต่ละสหกรณ์

3.3 การใช้น้ำมันดีเซล

การใช้น้ำมันดีเซลในบางโรงงานที่มีการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำหรับมอเตอร์ของเครื่องรีดยางและเครื่องสูบน้ำ พบว่า ข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควันอยู่ในช่วง 0.0003-0.0008ลิตรต่อกิโลกรัมยางแผ่น รมควัน และมีค่าดัชนีเฉลี่ยการใช้น้ำมันดีเซลเท่ากับ 0.0005 ลิตรต่อกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน

3.6.6.3 สรุปผลการประเมินค่าดัชนีชีวัด (Benchmark) ในด้านต่างๆของแต่ละสหกรณ์กองทุนสวนยาง

จากผลการประเมินค่าดัชนีชี้วัดทั้ง 4 ด้าน สามารถนำข้อมูลมาสรุปค่าเฉลี่ยดัชนีที่ชี้วัดและค่าดัชนีเฉลี่ยของแต่ละสหกรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 3-12 ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้นของแต่ละสหกรณ์ จำนวน 9 โรงงานเป็นตัวแทนในการกำหนดช่วงค่าดัชนีที่เกิดการใช้ทรัพยากรขึ้น โดยเทียบการใช้ทรัพยากรและพลังงานทีเกิดขึ้น ต่อ 1 หน่วยกิโลกรัมยางแผ่นรมควัน โดยมีการจำแนกเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนในลำดับต่อไป

ตารางที่ 3-12แสดงการใช้วัตถุดิบด้านต่างๆ เทียบกับค่าเฉลี่ย ของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ทั้ง 9 แห่ง

รายชื่อสหกรณ์กองทุนสวนยาง	ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการผลิต(Benchmark)											
	การใช้น้ำยางสด ต่อกิโลกรัม ยางแผ่นรมควัน		การใช้น้ำ ต่อกิโลกรัม ยางแผ่นรมควัน		การใช้กรดฟอร์มิก ต่อกิโลกรัม ยางแผ่นรมควัน		การใช้ไฟฟ้า ต่อกิโลกรัม ยางแผ่นรมควัน		การใช้ไม้ฟืน ต่อกิโลกรัม ยางแผ่นรมควัน		การใช้น้ำมันดีเซลต่อกิโลกรัม ยางแผ่นรมควัน	
	ค่าที่วัดได้	ค่าดัชนีเฉลี่ย	ค่าที่วัดได้	ค่าดัชนีเฉลี่ย	ค่าที่วัดได้	ค่าดัชนีเฉลี่ย	ค่าที่วัดได้	ค่าดัชนีเฉลี่ย	ค่าที่วัดได้	ค่าดัชนีเฉลี่ย	ค่าที่วัดได้	ค่าดัชนีเฉลี่ย
1. บ้านป่ายางจำกัด	3.33	3.33	0.00592	0.00596	0.0081	0.0097	0.0140	0.0268	1.4123	1.5480	0.0005	0.0005
2.บ้านทรายขาว	3.33		0.00592		0.0094		0.0354		1.5101		-	
3.บ้านหูแร่ จำกัด	3.33		0.00593		0.0160		0.0375		1.3909		-	
4.บ้านยางทอง จำกัด	3.33		0.00595		0.0050		0.0113		1.8637		0.0008	
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	3.33		0.00595		0.0111		0.0274		1.9551		-	
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	3.33		0.00596		0.0107		0.0333		1.4644		-	
7.บ้านควนนา จำกัด	3.33		0.00594		0.0090		0.0308		1.8735		-	
8.บ้านยางงาม จำกัด	3.33		0.00591		0.0108		0.0198		1.1813		-	
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	3.33		0.00615		0.0073		0.0315		1.2807		0.0003	

หมายเหตุ: (-) หมายถึงไม่มีการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตของโรงงานนั้น

ช่องแรเงา หมายถึง มีการใช้วัตถุดิบที่สูงกว่ามาตรฐาน

3.7ผลการ หาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และ ลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยอาศัยข้อเสนอแนะทางเทคโนโลยีสะอาด

ผู้วิจัยนำหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาใช้จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาที่ต้องแก้ไขในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันทั้ง 2 แบบ เพื่อหาแนวทางลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยพิจารณาในด้านของมาตรการในการใช้วัตถุดิบและพลังงาน โดยเลือกปี พ.ศ. 2553-2554มาใช้ในการประเมิน เนื่องจากมีข้อมูลครบถ้วนและสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นรวมคะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญ ของประเด็นปัญหา ดังกล่าวไว้ในบทที่ 1 ซึ่งมีผลการประเมินและการรวมคะแนน (กาญจนี ชูทอง และคณะ, 2553) โดยการกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละมาตรการ และกำหนดช่วงคะแนนรวมถึงหลักเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละมาตรการซึ่งมาตรการนั้นจะสอดคล้องกับผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯของกลุ่มสหกรณ์ จากนั้นทำการให้คะแนนโรงงานแต่ละแห่งในแต่ละมาตรการตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด แล้วรวมคะแนนที่ได้รับจากทุกมาตรการ ซึ่งคะแนนที่ได้รับจะถือว่าเป็นคะแนนความพร้อมในการที่จะลด ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดขึ้นทุกโรงงาน

3.7.1 เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนของแต่ละโรงงาน

การกำหนดน้ำหนักคะแนนและช่วงคะแนนแต่ละมาตรการโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทำ Benchmark โดยสามารถกำหนดคะแนน และความรุนแรงของการใช้วัตถุดิบที่เกิดขึ้นและใช้มาตรการทั้ง 6ด้านในการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาดังตารางที่ 3-13 ดังนี้

1. มาตรการใช้วัตถุดิบ(น้ำยางสด)

ช่วงค่าดัชนีชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	ระดับความรุนแรง
3.33	-	-

เนื่องจากยางแผ่นรมควันโดยปกติแล้วต้องมีปริมาณ DRC เท่ากับ 30% ต่อยางแผ่นรมควัน1 กิโลกรัม

2. มาตรการใช้วัตถุดิบ (น้ำ)

ช่วงค่าดัชนีชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	ระดับความรุนแรง
0.00591-0.00595	1	น้อย
0.00596-0.0060	2	ปานกลาง
0.0061-0.0065	3	มาก

3. มาตรการใช้สารเคมี(กรดฟอร์มิก)

ช่วงค่าดัชนีชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	ระดับความรุนแรง
0.010-0.012	1	น้อย
0.013 -0.014	2	ปานกลาง
0.015-0.016	3	มาก

4. มาตรการใช้ไม้ฟืน

ช่วงค่าดัชนีชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	ระดับความรุนแรง
1.1-1.4	1	น้อย
1.5-1.7	2	ปานกลาง
1.8-2.0	3	มาก

5. มาตรการใช้น้ำมันดีเซล

ช่วงค่าดัชนีชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	ระดับความรุนแรง
0.0001-0.0005	1	น้อย
0.0006-0.0010	2	ปานกลาง
0.0015-0.0019	3	มาก

6. มาตรการใช้ไฟฟ้า

ช่วงค่าดัชนีชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	ระดับความรุนแรง
0.010-0.019	1	น้อย
0.020-0.029	2	ปานกลาง
0.030-0.039	3	มาก

ตารางที่ 3-13การจัดลำดับความรุนแรงและความสำคัญของปัญหาของแต่ละสหกรณ์ทั้ง 9โรงงาน

รายชื่อสหกรณ์กองทุนสวนยาง	การจัดลำดับความสำคัญแต่ละมาตรการ					
	การใช้น้ำยางสด	การใช้น้ำ	การใช้กรดฟอร์มิก	การใช้ไฟฟ้า	การใช้น้ำมันดีเซล	การใช้ไม้ฟืน
1. บ้านป่ายาง จำกัด	-	1	1	1	1	1
2 .บ้านทรายขาว	-	1	1	3	-	2
3. บ้านหูแร่ จำกัด	-	1	3	3	-	1
4.บ้านยางทอง จำกัด	-	1	1	1	2	3
5. บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	-	1	1	2	-	3
6. ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	-	2	1	3	-	1
7. บ้านควนนา จำกัด	-	1	1	3	-	3
8. บ้านยางงาม จำกัด	-	1	1	1	-	1
9. บ้านเก่าร้าง จำกัด	-	3	1	3	1	1

หมายเหตุ : ช่องแรเงาหมายถึงไม่มีการใช้พลังงานเกิดขึ้น

จากตารางที่ 3-13 การจัดลำดับความรุนแรงและความสำคัญของปัญหาพบว่าสหกรณ์ที่มีระดับปัญหาและความสำคัญและการใช้ทรัพยากรในภาพรวมสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14ระดับความสำคัญและประเด็นปัญหาในแต่ละมาตรการ

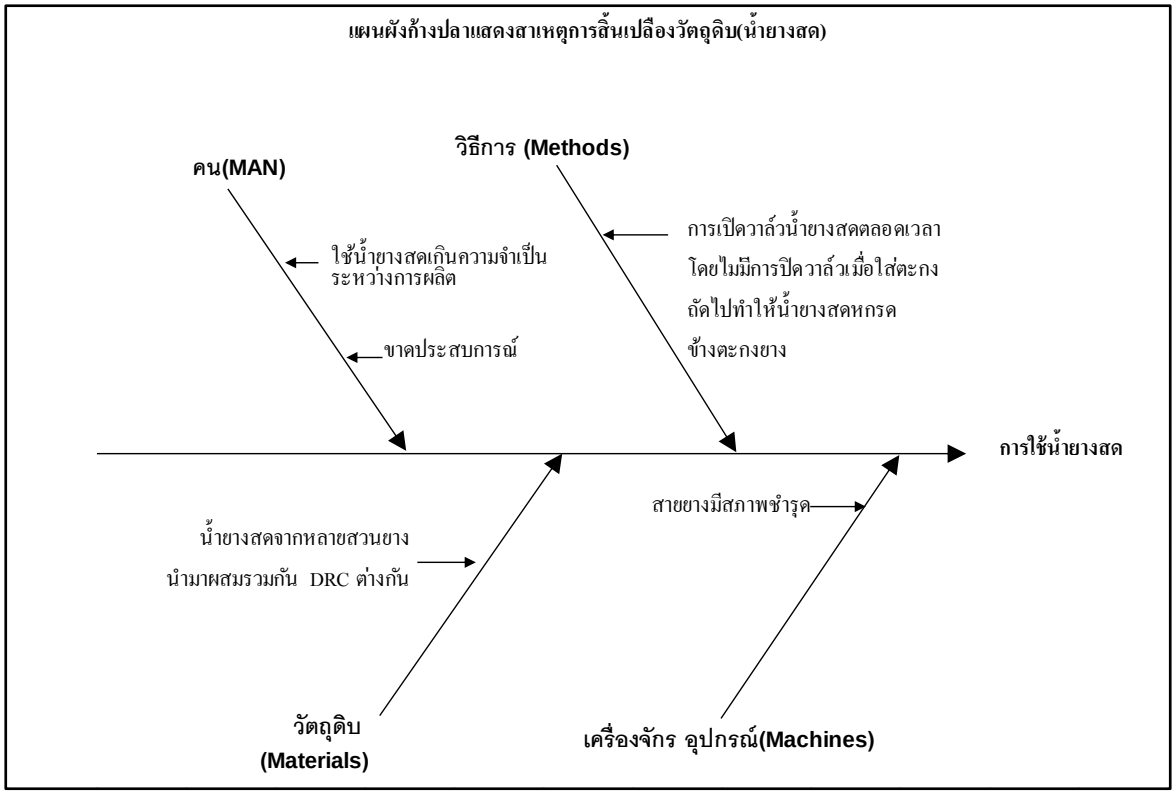
รายชื่อสหกรณ์กองทุนสวนยาง	ระดับความสำคัญและประเด็นปัญหาในแต่ละมาตรการ					
	การใช้น้ำยางสด	การใช้น้ำ	การใช้กรดฟอร์มิก	การใช้ไฟฟ้า	การใช้น้ำมันดีเซล	การใช้ไม้ฟืน
1. บ้านป่ายาง จำกัด	-	-	-	-	-	-
2 .บ้านทรายขาว	-	-	-	✓	-	-
3. บ้านหูแร่ จำกัด	-	-	-	✓	-	-
4.บ้านยางทอง จำกัด	-	-	✓	-	✓	✓
5. บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	-	-	-	-	-	✓
6. ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	-	-	-	✓	-	-
7. บ้านควนนา จำกัด	-	-	-	✓	-	✓
8. บ้านยางงาม จำกัด	-	-	-	-	-	-
9. บ้านเก่าร้าง จำกัด	-	✓	-	✓	-	-

3.7.2 สรุปประเด็นปัญหาแต่ละมาตรการของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสงขลา ทั้ง 9 โรงงาน

จากประเด็นปัญหาของสหกรณ์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการใช้วัตถุดิบ และพลังงานที่เกินความจำเป็นอันเนื่องมากจากหลากหลายสาเหตุ ผู้วิจัยจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของแต่ละสหกรณ์โดยจากการสอบถามข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ และประธานสหกรณ์ในแต่ละแห่ง มีปัญหาในด้านต่างๆค่อนข้างไปในทางเดียวกัน เนื่องจากรูปแบบการผลิตของสหกรณ์ในแต่ละแห่งมีความคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบโรงงานของสหกรณ์ กระบวนการผลิต และฤดูกาลในการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอสรุปผลการวิเคราะห์ในแต่ละโรงงานสหกรณ์ โดยอ้างวิธีการทางเทคโนโลยีสะอาดเข้ามาวิเคราะห์ในประเด็นเร่งด่วน เพื่อหาแนวทางในการลดการสูญเสียทรัพยากร และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯที่เกิดขึ้น ในแต่ละด้านของทั้ง 9 โรงงาน ได้แก่ 1.สกย.บ้านป่ายาง จำกัด2.สกย.บ้านทรายขาวจำกัด 3.สกย.บ้านหูแร่ จำกัด 4.สกย.บ้านยางทอง จำกัด 5. สกย.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด6. สกย.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด 7 .สกย.บ้านควนนา จำกัด 8.สกย.บ้านยางงาม จำกัด9.สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัดดังต่อไปนี้

3.7.1 วัตถุดิบ (น้ำยางสด)

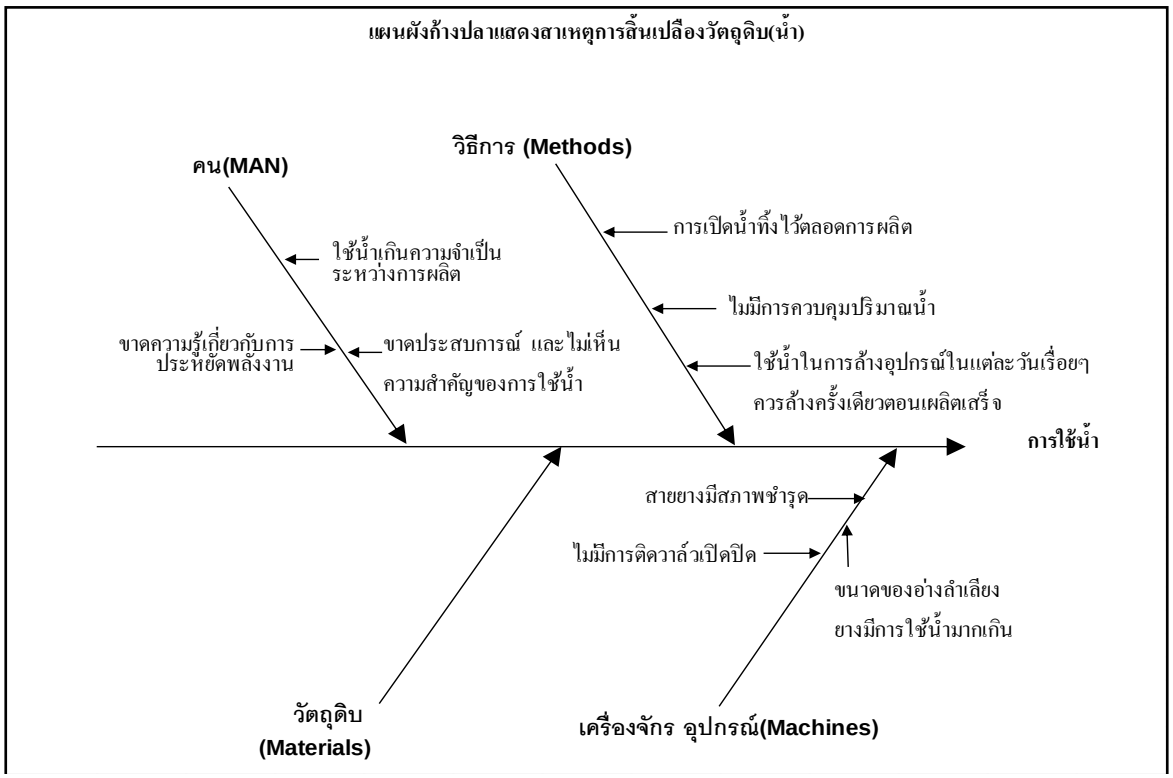
ปริมาณการใช้น้ำยางสดในแต่ละสหกรณ์ ที่มีการคิดเปอร์เซ็นต์ DRC ในน้ำยางสดเป็น 30% ต่อการผลิตยางแผ่นรมควัน เท่ากันทุกโรงงาน แต่จากการสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้น จากคนงานและเจ้าหน้าที่ของแต่ละสหกรณ์ที่พบบ่อยที่สุด การวิเคราะห์ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการใช้น้ำยางสดที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้ดังภาพประกอบที่ 3-25



ภาพประกอบที่ 3-25 แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ(น้ำยางสด)

3.7.2 การใช้น้ำ

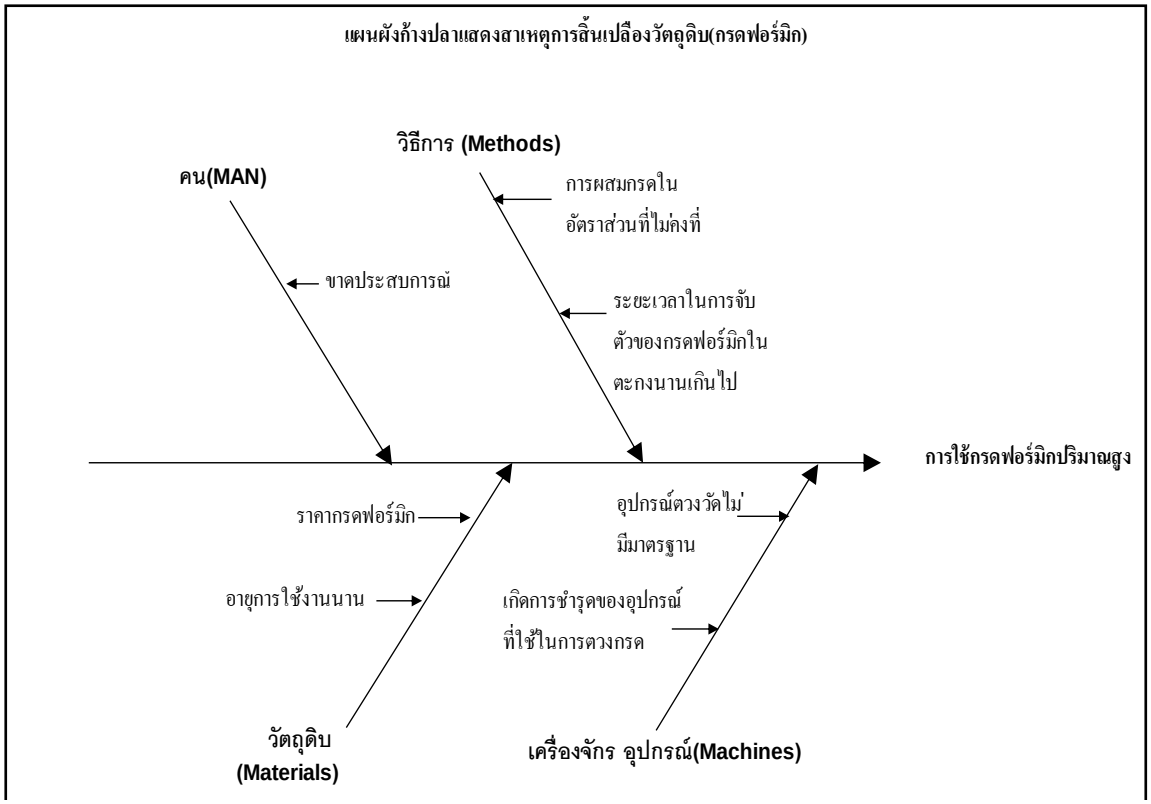
ปริมาณการใช้ น้ำ ในแต่ละสหกรณ์ ที่มีการใช้ปริมาณน้ำเมื่อเทียบต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย จึงมีการวิเคราะห์ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการใช้น้ำที่เกิดขึ้นสูง ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า หรือ น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องสูบน้ำของแต่ละโรงงานโดยการสอบถามข้อมูลจากคนงานและเจ้าหน้าที่ของแต่ละสหกรณ์ที่พบบ่อยที่สุด สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบที่ 3-28



ภาพประกอบที่ 3-28 แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ(น้ำ)

3.7.3 ปริมาณการใช้กรดฟอร์มิก

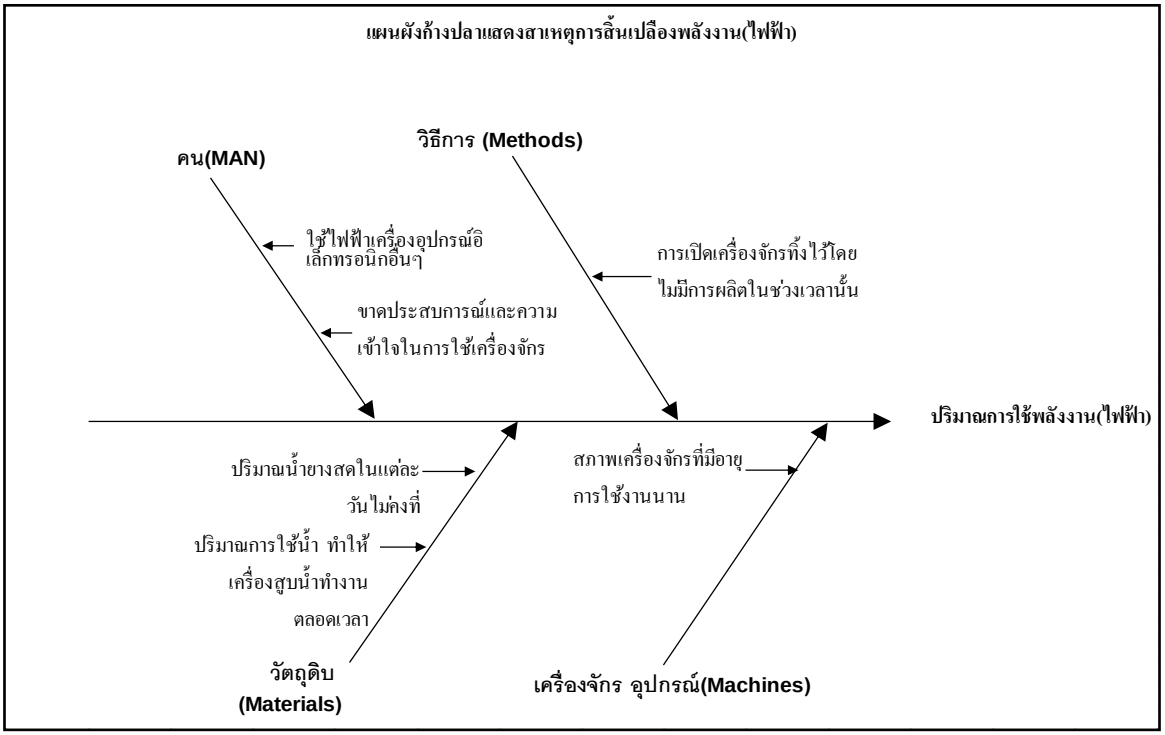
ปริมาณการใช้กรดฟอร์มิกในแต่ละสหกรณ์ ที่มีการใช้ปริมาณกรดฟอร์มิกเมื่อเทียบต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยจึงมีการวิเคราะห์ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการใช้กรดฟอร์มิกที่เกิดขึ้นสูงโดยการสอบถามข้อมูลจากคนงานและเจ้าหน้าที่ของแต่ละสหกรณ์ที่พบบ่อยที่สุด สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบที่ 3-30



ภาพประกอบที่ 3-30แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองของวัตถุดิบ(กรดฟอร์มิก)

3.7.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

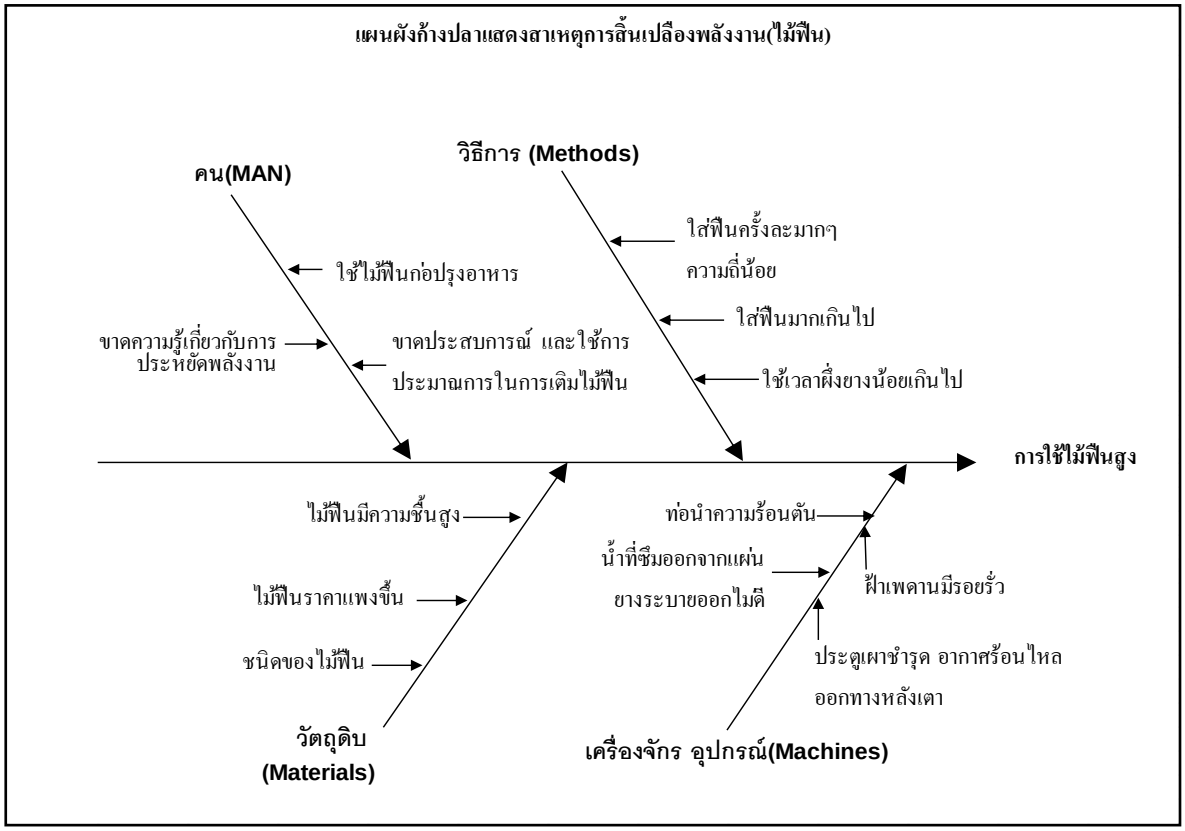
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละสหกรณ์ เมื่อเทียบต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย จึงมีการวิเคราะห์ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการใช้ไฟฟ้าที่อาจจะเกิดขึ้นสูง ดังภาพประกอบที่ 3-32และเนื่องจากปริมาณไฟฟ้าที่นอกจากจะใช้กับเครื่องรีดยางแล้วนั้น ยังต้องใช้กับเครื่องสูบน้ำอีกด้วย



ภาพประกอบที่ 3-32 แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองพลังงาน(ไฟฟ้า)

3.7.5 ปริมาณการใช้ไม้ฟืน

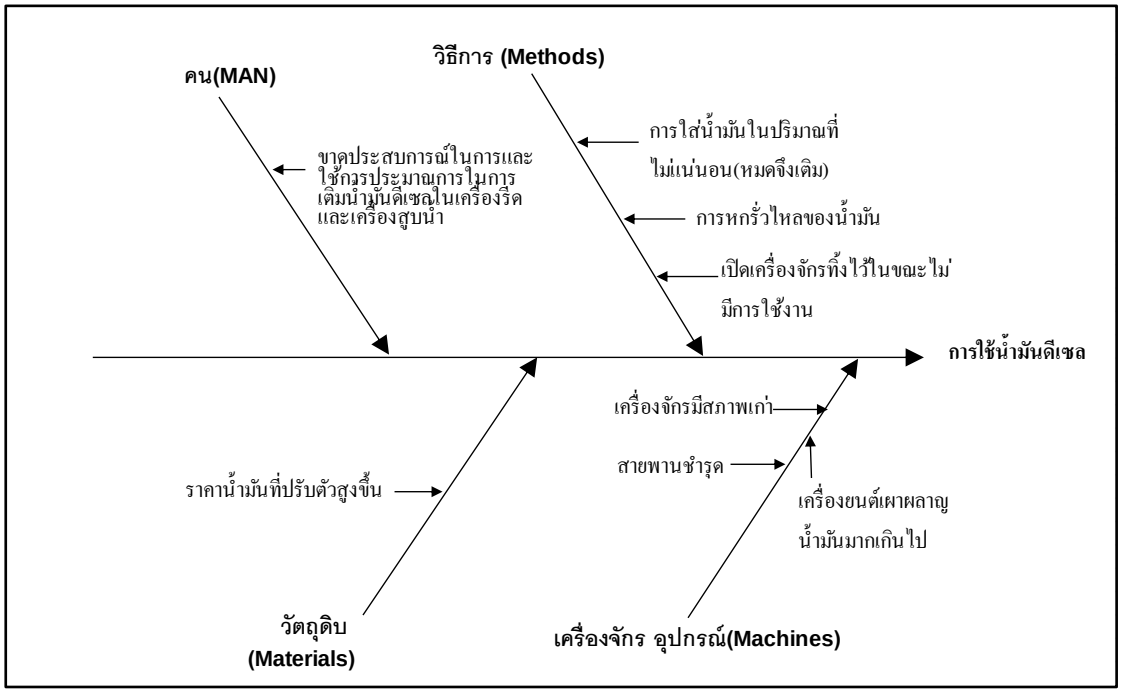
ปริมาณการใช้ไม้ฟืนในแต่ละสหกรณ์ เมื่อเทียบต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยลักษณะของเตารมควันยางที่เป็นในแบบปีพ.ศ. 2537ซึ่งมีจำนวนเตา7ห้อง จะมีอัตราการใช้ไม้ฟืนที่ต่ำกว่า เตารมควันยาง ปี พ.ศ. 2538ที่มีจำนวนเตาเพียง 4 ห้อง ดังนั้นลักษณะตามปี พ.ศ. ห้องเตารมควันยางแต่ละปี อาจไม่สามารถระบุชี้ให้เห็นว่ามีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯที่สูงขึ้นจากกราฟจะสังเกตเห็นว่าแม้ว่าในบางโรงจะเป็นปี พ.ศ. 2538 แต่ยังมีปริมาณการใช้ไม่ฟืนที่ต่ำกว่าบางโรง ที่มีโรงรมควันยาง ปี 2537 จากปัจจัยต่างๆ เช่น พฤติกรรมการใส่ไม้ฟืนของคนงาน หรือสภาพการเผาไหม้ของเตารมควันยางที่ชำรุด เป็นต้นดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการใช้ไม้ฟืนที่สูงขึ้นดัง ภาพประกอบที่ 3-34



ภาพประกอบที่ 3-34 แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองพลังงาน(ไม้ฟืน)

3.7.6 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล

ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในบางสหกรณ์ มีการใช้ปริมาณ น้ำมันดีเซลเมื่อเทียบต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการใช้น้ำมันดีเซลที่สูงขึ้น ดังภาพประกอบที่ 3-36



ภาพประกอบที่ 3-36 แผนผังก้างปลาแสดงการสิ้นเปลืองพลังงาน(น้ำมันดีเซล)

3.7.3การระบุทางเลือกตามหลักเทคโนโลยีสะอาด เพื่อหาข้อเสนอแนะและแนวทางการลดการใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้น ที่เหมาะสมแต่ละสหกรณ์

3.7.3.1 การลดปริมาณการใช้สารเคมี(กรดฟอร์มิก)

ปริมาณการใช้กรดฟอร์มิกในแต่ละสหกรณ์กองทุนสวนยาง มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณกรดที่ใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะความเข้มข้นของเนื้อ ยาง(DRC)และปริมาณ สิ่งเจอปนเช่น แอมโมเนีย ลักษณะของยางอ่อน ยางแก่ ยางเริ่มกรีด และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งพนักงานในแต่ละแห่งจะมีความชำนาญและการตัดสินใจเลือกใช้กรดในปริมาณที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงทราบถึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ จึงได้เสนอเครื่องมือและแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมสารเคมีในแต่ละ

แห่งให้มีความแม่นยำและเป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น โดยทางสหกรณ์สามารถปรับใช้ได้ด้วยตนเอง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของแต่ละสหกรณ์ โดยแนวทางที่ทางผู้วิจัยแนะนำให้กับสหกรณ์ คือ การตรวจวัดปริมาณกรดที่แน่นอนในแต่ละสภาวะปัจจัย เพื่อที่จะให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกันทำให้เกิดการใช้กรดในแต่ละครั้งมีความแน่นอนมากยิ่งขึ้น และจะส่งผลให้การใช้กรดโดยรวมลดลง และยังลดปัญหาเรื่องกรดตกค้างในน้ำเสียที่ทำให้ค่าความสกปรกค่อนข้างสูง โดยมีเครื่องมือที่ผู้วิจัยแนะนำคือกระบวยวัดปริมาตรและแนะนำการจัดทำตารางบันทึกข้อมูลปริมาณกรดที่ใช้ โดยค่ามาตรฐานที่ควรใช้กรดฟอร์มิกคือ 0.008 กิโลกรัม ต่อ ยางแผ่นรมควัน 1 กิโลกรัม หรือ สำหรับยางแผ่นดิบคุณภาพดี โดยทั่วไปน้ำยางสดมีความเข้มข้น(DRC)ประมาณ 30 % ถ้าเติมน้ำลงไป 1 เท่าตัว ก็จะทำให้น้ำยางมีความเข้มข้นลดลงเหลือ 15 % นั่นก็คือว่า ในการทำยางแผ่นดิบคุณภาพดี ควรผสมน้ำสะอาดลงไปให้น้ำยางเหลือความเข้มข้น 15 % หรือ 12.5 % (ยิ่งน้ำมากแผ่นยางยิ่งมีสีเหลืองสวยและคุณภาพยางที่ดี)ผสมน้ำและกรดฟอร์มิกความเข้มข้นของน้ำกรดฟอร์มิก โดยทั่วไปจะมีความเข้มข้น 90 % (มีตั้งแต่ 85-94 %) โดยใช้กรดฟอร์มิก 24 ลบ.ซม ผสมกับ น้ำ 900 ลบ.ซมโดยกำหนดให้ น้ำ 900 ลบ.ซม มีจำนวนกรดฟอร์มิกอยู่ 24 ลบ.ซม ถ้าน้ำ 100 ลบ.ซม จะมีจำนวนกรดฟอร์มิกอยู่ 2.66 (24/900x100)ลบ.ซม หรือมีเนื้อกรดจริงเพียง 2.4 กรัมเนื่องจากเป็นกรด 90% ซึ่งการที่ทำให้กรดเจือจางมากขึ้นก็จะส่งผลให้น้ำกรดผสมกับน้ำยางได้ดีอย่างทั่วถึงและรวดเร็วขึ้น

ดังนั้นทางสหกรณ์ จึงควรปรับลดขนาดภาชนะที่ใช้ตักกรดให้เล็กลงโดยใช้ในปริมาณที่เหมาะสมคือ 250 ลบ.ซม สำหรับน้ำกรดความเข้มข้น 90% และ 200 ลบ.ซมสำหรับน้ำกรดความเข้มข้น 94% แสดงดังภาพประกอบที่ 3-37

ภาพประกอบที่ 3-37เครื่องมือวัดตวงกรดฟอร์มิก

3.7.3.2 การลดปริมาณการใช้พลังงาน(ไฟฟ้า)

ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณยางแผ่นดิบที่ผลิตได้ต่อวัน และปริมาณน้ำที่ใช้ในแต่ละวันของสหกรณ์ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ปัญหาจากปริมาณไฟฟ้าที่มากเนื่องจากกำลังการผลิตที่สูงต่อวันจึงเสนอเป็นมาตรการย่อยคือ กำหนดมาตรการลดการใช้น้ำ เพราะ เนื่องจากสหกรณ์มีการใช้สายยางขนาดใหญ่และยาวและมีระยะทางในการเดินไปเปิดปิดวาล์วน้ำค่อนข้างไกล ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำค่อนข้างมาก ส่งผลให้เครื่องปั๊มน้ำทำงานตลอดเวลา

ดังนั้น จึงได้เสนอการจัดหาอุปกณ์เปิดปิดวาล์วที่ปลายสายเพื่อลดการสูญเสียน้ำเกินความจำเป็นและเป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

3.7.3.3 การลดปริมาณการใช้พลังงาน(ไม้ฟืน)

โดยปกติแล้วการประเมินการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่านั้นไม่ได้คิดจากการใช้พลังงานจากชีวมวลเนื่องจากเหตุผลที่ว่าต้นไม้ก่อนที่จะถูกตัดได้ถูกดูดซับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ จึงไม่มีการคิดการปลดปล่อยในส่วนนี้ แต่จะมีการคิดในส่วนของการบรรทุกของไม้ฟืนทำให้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องมีการเสนอแนะแนวทางในการลดการใช้ไม้ฟืน โดยปัญหาที่พบส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากหลายปัจจัยดังนี้

1.สภาพเตาที่มีรอยแตกร้าวและชำรุด ทำให้สูญเสียความร้อนจากการเผาไหม้ของไม้ฟืนและปล่อยสู่สภาพแวดล้อมภายนอกทำให้ควันที่เกิดจากการผาไหม้ไม่ฟืนสู่ห้องรมควันยางไม่เพียงพอ ทำให้ต้องใช้ปริมาณไม้ฟืนที่เพิ่มมากขึ้น โดยการใช้ปูนทนไฟในการก่อเตารมควันทำให้เตาสามารถทนความร้อนได้ระดับหนึ่งและไม่เกิดการแตกร้าว (โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีสะอาดและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ,2555)

2.จากการศึกษาดูงานของโรงงานสหกรณ์ที่มีการสร้างเตารมควันแบบ 2 ห้องรมซึ่งสามารถลดการสูญเสียความร้อนจากรอยร้าวของเตาเดิมแล้วยังสามารถลดระยะเวลาในการใส่ฟืนเดิมที่ต้องใส่ 2 เตาต่อ 2 ห้องรม เปลี่ยนเป็นเพียงแค่ 1 ห้องรม ทำให้ช่วยให้การใช้ไม้ฟืนมีความคุ้มค่ามากขึ้น

3.7.3.4 การลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง(น้ำมันดีเซล)

สำหรับแนวทางในการลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับโรงงานที่ใช้น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักรรีดยางและเครื่องสูบน้ำนั้นมี ส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณยางแผ่นดิบที่ผลิตได้ต่อวัน และปริมาณน้ำที่ใช้ในแต่ละวันของสหกรณ์ จึงเสนอมาตรการการลดการใช้น้ำ

เช่นเดียวกับมาตรการการใช้ไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ และในกรณีของเครื่องจักรที่ใช้รีดยางนั้นการเติมน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักรทางผู้วิจัยเสนอให้ทางสหกรณ์วางแผนในการรีดยางในแต่ละครั้งเพื่อลดการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซลเมื่อต้องเดินเครื่องใหม่ในหลายๆรอบต่อวัน

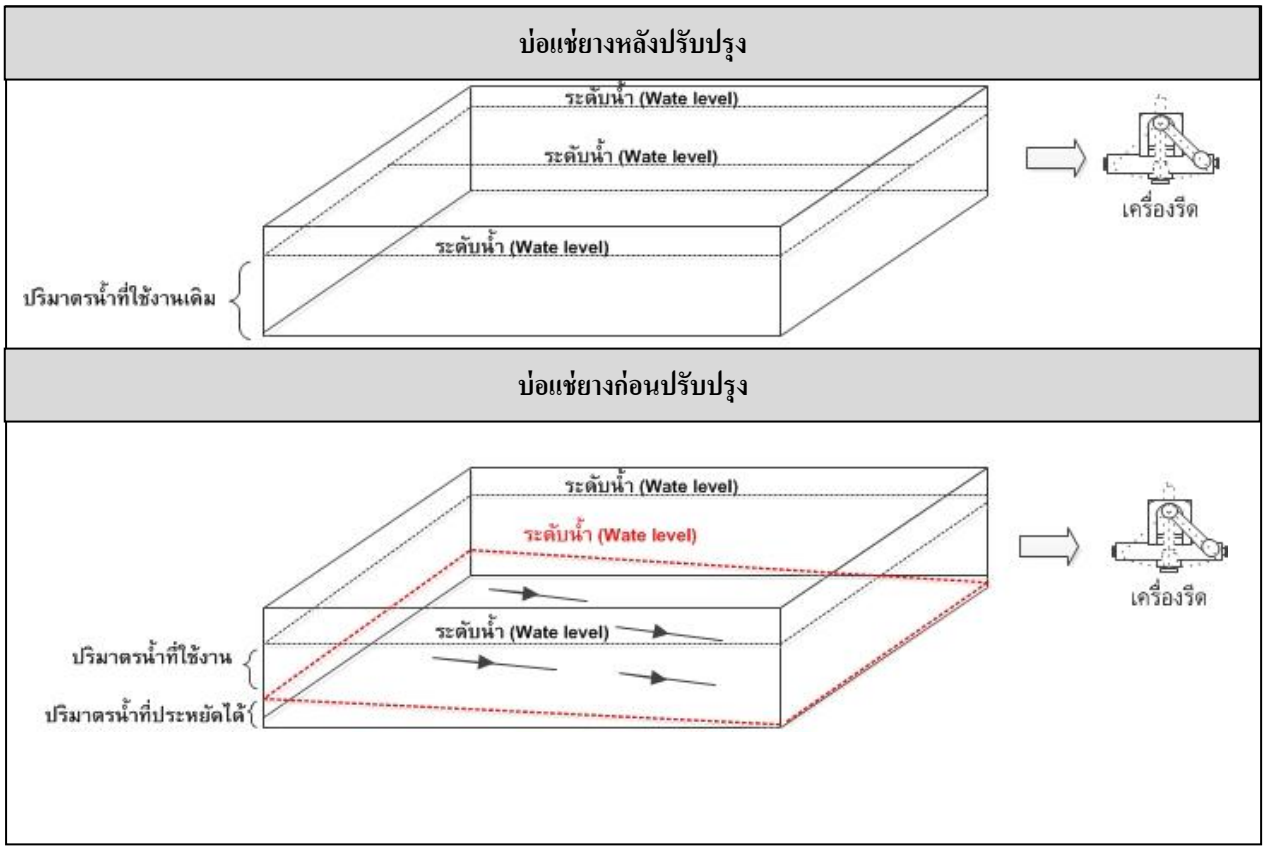
3.7.3.5 มาตรการเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตมีการใช้น้ำในการฉีดล้างหลายบริเวณ ทั้ง จุดรับน้ำยาง และบริเวณพื้นในกระบวยการผลิต การเติมน้ำลงในตะกง รวมถึงการแช่ยางในบ่อแช่ยางก่อนนำขึ้นรีด ดังนั้นมาตรการลดปริมาณการใช้น้ำจึงมีส่วนสำคัญที่เป็นประเด็นเร่งด่วนของทุกสหกรณ์ เนื่องจากเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดน้ำเสีย เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น ของทางโรงงานสหกรณ์ โดยมีรายละเอียดการสำรวจและมาตรการด้านการใช้น้ำที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. การลดปริมาณการใช้น้ำจากบ่อแช่ยาง

บ่อแช่ยางเป็นบ่อสำหรับแช่ยางให้แข็งตัวแล้วจากตะกง รวมถึงการล้างทำความสะอาดยาง และยังทำหน้าที่เสมือนสายพานลำเลียงแผ่นยางไปยังเครื่องรีด ซึ่งลักษณะบ่อแช่ยางทั่วไปจะมีความลึกประมาณ 0.7 เมตร และมีความยาวประมาณ 8 เมตร โดยความลึกของน้ำที่ใช้จริงอาจไม่มีความจำเป็นต้องการความลึกถึง 0.7 เมตร แสดงดัง ภาพประกอบที่ 3-38ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการลดปริมาณการใช้น้ำจากบ่อแช่ยางโดยการลดความลึกและทำพื้นบ่อให้ลาดเอียงไปยังบริเวณเครื่องรีด โดยจะมีแผ่นยางมารอรีดเป็นจำนวนมากเพื่อลดปริมาณน้ำที่ต้องเติมลงในบ่อ แสดงดังภาพประกอบที่ 3-39

ภาพประกอบที่ 3-38บ่อแช่ยางและการลำเลียงยางแผ่นก่อนรีด ที่มีการใช้น้ำในปริมาณมาก



ภาพประกอบที่ 3-39 แสดงบ่อแช่ยางก่อนและหลังปรับปรุง

สำหรับแนวทางการปฏิบัติตามมาตรการนี้จะขึ้นกับความเหมาะสมและความพร้อมของแต่ละสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดยการปรับปรุงบ่อแช่ยางนี้ต้องประเมินความเหมาะสมกับระยะเวลากระบวนการผลิตเนื่องจากจำเป็นต้องมีการหยุดการผลิตหรือเปลี่ยนวิธีการแช่ยางเนื่องจากบ่อแช่ยางจำเป็นต้องใช้ทุกช่วงบ่ายในขั้นตอนการรีดยาง

2. การซ่อมแซมจุดรั่วไหลจากท่อและวาล์วน้ำต่างๆ

เนื่องจากการใช้งานท่อน้ำยางสดและท่อน้ำ จากบ่อเก็บน้ำรวมถึงอุปกรณ์ต่างๆมาเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้มีการรั่วซึมของน้ำตามข้อต่อและวาล์วขึ้นได้ แนวทางแก้ไขคือการซ่อมแซมวาล์วและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งถึงแม้การรั่วซึมของน้ำยางสดและ น้ำ จะเกิดขึ้นทีละน้อย แต่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำยางสดและน้ำ ในปริมาณที่มาก นอกจากนี้น้ำใช้ส่วนใหญ่ของสหกรณ์กองทุนสวนยางเป็นน้ำบาดาล และน้ำผิวดินซึ่งใช้ไฟฟ้า หรือ น้ำมันดีเซล ในการสูบน้ำขึ้นมาใช้ ดังนั้นจึงเกิดการสิ้นเปลืองไฟฟ้า ด้วยเช่นกัน ดังภาพประกอบที่ 3-40

ภาพประกอบที่ 3-40 ภาพซ้ายแสดงท่อที่ไม่มีการติดตั้งวาล์วเปิดปิด และภาพขวาแสดงการติดตั้งอุปกรณ์วาล์วเปิดปิด

3. การอบรมและให้คำแนะนำวิธีการประหยัดน้ำ

นอกจากการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อลดการใช้น้ำแล้วสิ่งสำคัญที่สุด คือการอบรมให้คนงานหรือพนักงานของสหกรณ์เห็นคุณค่าและตระหนักถึงการประหยัดน้ำ และสามารถใช้อุปกรณ์ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประธานสหกรณ์ กรรมการ และหัวหน้าคนงานควรจัดประชุมหรืออบรมพนักงานในแต่ละเดือนอย่างสม่ำเสมอ

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษา

ผลประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในรูปของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ที่อาศัยหลักการประเมิน วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ LCA มาใช้เป็นเครื่องมือ ร่วมกับหลักการทางเทคโนโลยีสะอาด (CT Option) ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน ภายใต้ขอบเขตที่ผู้วิจัยกำหนด โดยประยุกต์ใช้แนวทางในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ตามหลักการของ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนดของมาตรฐานสากล ISO 14067 เพื่อ คำนวณ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน โดยการ ประเมิน พบว่า กิจกรรมสำคัญที่มีส่วนในการก่อให้เกิดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มากที่สุดคือ วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ซึ่งจากการประเมินพบว่านอกจากการใช้วัตถุดิบ และ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่ติดตัวมากับวัตถุดิบนั้น มีสัดส่วนการปลดปล่อยที่สูงเมื่อเทียบกับการใช้พลังงาน และการขนส่งทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน และระบบบำบัดน้ำเสีย แต่เมื่อนำระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการประยุกต์ใช้นำเอาก๊าซมีเทนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียทำให้มีการดึงก๊าซมีเทนเขข้ามาใช้ในกระบวนการรมควันยางแผ่น จากการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ นั้นสามารถลดการค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่เกิดขึ้นได้ ดังผลการประเมินข้างต้น

จากข้อมูลการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานในโรงงานรมควันยางแผ่นสหกรณ์กองทุนสวนยาง (สกย.) จังหวัดสงขลา พบว่า โรงงามรมควันยาง สกย. จังหวัดสงขลามีแบบโรงงานที่สร้าง 2 แบบ ตามปีที่สร้าง สกย. คือ รุ่นปี พ.ศ.2537 และรุ่นปี พ.ศ.2538 โดยค่าเฉลี่ยในการใช้ไม้ฟืนของโรงงานรุ่นปี พ.ศ.2537 มีปริมาณการใช้ไม้ฟืนน้อยกว่าโรงงานรุ่นปี พ.ศ.2538 ช่วงเวลาในการดำเนินงานของคนงานในสหกรณ์ฯ มีเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน การใช้ น้ำ และระบบบำบัดน้ำเสียของ สกย. พบว่าแหล่งน้ำที่ใช้เป็นน้ำผิวดิน หรือน้ำสระ เนื่องจากน้ำบาดาลในปัจจุบันมีการสูบขึ้นมาแล้วพบตะกอนสีแดงทำให้เกิดปัญหาในการผลิตยางแผ่นรมควัน ทางสหกรณ์ฯ จึงใช้น้ำผิวดินในกระบวนการผลิต และระบบบำบัดน้ำเสียของสหกรณ์ฯเป็นแบบบ่อ จำนวน 8 โรงงาน และอีก 1 โรงงานเป็นแบบบ่อปิดซึ่งมีการผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับไม้ฟืนในการรมควันยาง

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 แนว ทาง ที่สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูป คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาดได้มากที่สุดสำหรับกรณีที่ไม่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม คือ การอบรมและตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของคนงานในสหกรณ์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันในแต่ละครั้งที่มีการผลิต และควรมีเครื่องมือในการวัดปริมาตรของวัตถุดิบ (กรดฟอร์มิก) ที่เกิดการสูญเสียบ่อยครั้ง และ ผลการเปรียบเทียบค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่าการใช้น้ำมันดีเซล แต่ในระยะยาวสามารถลดการปลดปล่อยได้มากที่สุดคือการปรับเปลี่ยนการใช้เครื่องจักรที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิต เพราะเนื่องจากราคาพลังงาน(น้ำมันดีเซล) ที่มีราคาที่ผันผวนตามเศรษฐกิจของประเทศ และอัตราการเผาไหม้น้ำมันดีเซลมีผลต่อค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น สูงกว่าการใช้เครื่องจักรที่มีการใช้ไฟฟ้า จึงควรมีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่แทน

4.2.2 การ ผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้จากประยุกต์ระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้น ทางสหกรณ์ฯ อื่นๆที่ไม่ได้มีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียดังที่ได้แนะนำไปสามารถนำไปติดตั้งได้ เนื่องจากทางสหกรณ์ฯ แต่ละแห่งมีการผลิตหลายแสนกิโลกรัมต่อปี จึงสามารถช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนฯ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตได้

.4.2.3 ระยะทางในการขนส่ง ของแต่ละ สกย. พบว่า การขนส่งไม่ว่าจะเป็นการขนส่งวัตถุดิบมายัง สหกรณ์ฯหรือ การขนส่งผลิตภัณฑ์ไปขายยังตลาดกลางยางพารา มีระยะทางที่ไกลพอสมควรทำให้บางครั้งต้องอาศัยการขนส่งครั้งละมากๆจึงจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย และค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วนของการขนส่งผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันได้อีกด้วย

4.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

4.3.1 ควรมีการศึกษาวิธีการคิดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม แทนการใช้น้ำมันดีเซล ว่าจะสามารถลดการปลดปล่อยคาร์บอนฯ ได้มากขึ้นหรือไม่

4.3.2 ควรมีการศึกษาการคิดค่าพลังงานทดแทนสำหรับการใช้ ก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถทดแทนพลังงานต่างๆได้ เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล เป็นต้น โดย คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนเทียบเท่าทดแทน ก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กิโลกรัม น้ำมันเบนซิน0.67 ลิตร น้ำมันดีเซล0.60 ลิตร น้ำมันเตา0.55ลิตร ไม้ฟืน 1.50 กิโลกรัม และ ไฟฟ้า (ค่าเฉลี่ย) 1.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ 2548. แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ อุตสาหกรรมยางแผ่นรมควันกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. หลักการและวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการป้องกันมลพิษ. กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพมหานคร.

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. คู่มือแนวทางการจัดการน้ำเสียและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมชุมชนยางแผ่นรมควัน สำหรับสหกรณ์กองทุนสวนยาง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://wqm.pcd.go.th/water/index.php/2010-04-12-07-30-00/2010-04-12-04-07-03 (สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2556)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2556. โครงการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมและประชาสัมพันธ์ความรู้ด้านก๊าซชีวภาพ. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: www2.dede.go.th/km_ber/e-learn/lesson4.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2556)

กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยยาง. 2553ข. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยยาง. ม.ป.ป. สถิติยางไทย: พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทย. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rubberthai.com/rubberthai/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2555)

กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยยาง. ม.ป.ป. สถิติยางไทย: ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rubberthai.com/rubberthai/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2555)

กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยยาง. ม.ป.ป. สถิติยางไทย: ปริมาณการส่งออกยางแยกตามประเภท. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rubberthai.com/rubberthai/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2555)

กาญจนี ชูทอง และจตุพร ดิสกุล. 2553. การลดปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต line 3 และ line 4. โครงการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีสะอาด ประจำปี 2553. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กำพล ประทีปชัยกูร และคณะ. 2549. การพัฒนาห้องอบยางแผ่นรมควันแบบประหยัดพลังงานสำหรับกลุ่มสหกรณ์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2553/4019 (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2555)

กิติกร จามรดุสิต และคณะ. 2550. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกลุ่มอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่มาบตาพุดจังหวัดระยอง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร.

คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. 2553. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.tgo.or.th/download/publication/CFP_Guideline_TH_Edition3.pdf (สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2554).

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2545. คู่มือปฏิบัติการของสหกรณ์กองทุนสวนยาง โครงการเร่งรัดปรับปรุงประสิทธิภาพการประกอบธุรกิจของสหกรณ์กองทุนสวนยาง.สงขลา.

คู่มือการประเมินวัฏจักรชีวิต และการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ. 2549. เอกสารการประชุม เรื่อง การประเมินวัฏจักรชีวิตและการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ. โครงการขับเคลื่อนเพื่อผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและสร้างความพร้อมสำหรับ SMEs ของอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งออกไปยัง EU โดยใช้ Green Camp. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุ

จุฑารัตน์ ชุนหะศรี. 2556. พฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ฯ. วารสารวิทยบริการ 24 (3) :82.

จิรากร โกศัยเสวี. 2554. ยางพารา ไม้เศรษฐกิจ ลดโลกร้อน (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://news.enterfarm.com. (สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2554).

ณรงค์ สุจเร. 2536. “การพัฒนาสวนยางในประเทศไทย” , เอกสารวิชาการยาง. สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ณรงค์วัฒน์ บุญแก้ว และ นายอภิฤทธิ์ เพชรขวัญ 2554. โครงการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีสะอาดประจำปี 2554. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ฝ่ายวิจัยและพัฒนา AFET. 2556. ซื้อขายยางพาราล่วงหน้าใน AFET (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://www.afet.or.th/2013/th/learning/article-detail.php?id=56 (สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2556)

ประชาสรรณ์ แสนภักดี. 2553. ผังก้างปลากับแผนภูมิความคิด (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.html. (สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2555).

วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก. 2553. การใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ: กรณีศึกษา อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม. คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2556. เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ - ก๊าซชีวภาพ และการนำไปใช้ประโยชน์. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://biogas.erdi.or.th/biogasTech_sub_adv.php. (สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2554).

สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรมวิชาการเกษตร (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rubberthai.com/about/data.php/110.pdf. (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2554).

สถาบันวิจัยยาง. 2554. พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยาง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rubberthai.com./information/Wichakan50/08.pdf. (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2554).

สถาบันวิจัยยาง. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรมวิชาการเกษตร (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rubberthai.com. (สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2556).

สายัณห์ สดุดี สุมธ ไชยประพัทธ์ และชิดชไม โอวาทพารพร. 2555. โครงการประเมินผลกระทบจากการใช้น้ำเสียจากโรงอบ/รมยางเพื่อการเกษตรกรรม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สารานุกรมเสรี (วิกิพีเดีย). 2554. ก๊าซเรือนกระจก (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.th.wikipedia.org/wikipedia.org/wiki/. (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2554).

สารานุกรมเสรี (วิกิพีเดีย). 2554. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.th.wikipedia.org/wikipedia.org/wiki/คาร์บอนฟุตพริ้นท์. (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2554).

สารานุกรมเสรี (วิกิพีเดีย). 2554. รายชื่อธาตุเคมีเรียงตามมวลอะตอม (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.th.wikipedia.org/wikipedia.org/wiki/รายชื่อธาตุเคมีเรียงตามมวลอะตอม (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2554).

สำนักงานตลาดกลางยางพาราสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2553. ทำเนียบสหกรณ์กองทุนสวนยาง ปี 2553 (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://124.109.2.78/ information/ residence/ rubber3.pdf . (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2554).

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา. 2541. การจัดการน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราในจังหวัดสงขลา. เอกสารการประกอบการสัมมนา.โรงแรมไดมอนพลาซ่า.จังหวัดสงขลา, วันที่ 17 กันยายน 2541.

สุเมธ ไชยประพัทธ์ และคณะ 2556. โครงการการประเมินศักยภาพการเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยการหมักร่วมและอัตราการทดแทนเชื้อเพลิงไม้ฟืนของสหกรณ์ผลิตยางแผ่นรมควัน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุเมธ ไชยประพัทธ์ และอิศรา รักงาม. 2552. โครงการการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่เหมาะสมสำหรับโรงรมควันยางแผ่นสหกรณ์กองทุนสวนยาง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สารวิจัยธุรกิจ. 2553. อุตสาหกรรมยางพาราและผลิตภัณฑ์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.ktb.co.th/ upload/economy/top_stories_1/res2453.pdf (สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2554).

สหกรณ์กองทุนสวนยางตำบลเกาะใหญ่. 2553. รายงานกิจการประจำปี 2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านเก่าร้าง. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านควนนา. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านคลองเขาล้อน. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านทรายขาว. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านป่ายาง. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านยางงาม. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านยางทอง. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านหูแร่. 2553. รายงานกิจการประจำปี2553. สหกรณ์กองทุนสวนยาง สงขลา.

พัทธรินทร์ สิริโสทร. 2554. ความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโรงรมควันยางแผ่นของสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัยและคณะ. 2545. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อแบบแผนสุขภาพของแรงงานหญิงย้ายถิ่นในโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาการพยาบาลบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รัตนวรรณ มั่งคั่ง และคนอื่นๆ. 2552.โครงการวิเคราะห์และจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการติดฉลากคาร์บอน. สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.

ธนิดา แซ่ตัน. 2552. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสานของวัฏจักรชีวิตกระดาษพิมพ์เขียนที่ผลิตในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน). 2554. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. กรุงเทพมหานคร. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อารี ควรเนตร. 2547. การประเมินการสัมผัสฝุ่นควันในบรรยากาศการทำงานของคนงานรมควันยางแผ่นในจังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยบัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อิศรา รักงาม. 2552. ประสิทธิภาพของระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์ และระบบถังปฏิกรณ์ไร้อากาศแบบแผ่นกั้นประยุกต์ สำหรับบำบัดน้ำเสียของสหกรณ์โรงอบ/รมยาง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดกาสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

British Standard Institute (BSI), 2008a. PAS 2050 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and services.

British Standard Institute (BSI), 2008b. Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services.

Cagno and Trucco. 2008. Cleaner Technology Transfer in the Italian Galvanic industry: economic and Know – how issues. **Journal of Cleaner Production**. 16 (1): 32 – 36.

Carbon Trust, 2008a. The Code of Good Practice for Product GHG Emissions and Reduction Claims.

International Rubber Study Group. 2010. IRSG Rubber Statistical Bulletin, Vol 64 No's 7-9 January-March.

IPCC. 1995:(i). Climate Change 1995, The IPCC Second Assessment Synthesis of Scientific-Technical Information Relevant to Interpreting Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change

IPCC. 1996. IPCC guidelines for Nation Greenhouse Gas Inventories 3: 457.

IPCC. 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Press, Cambridge.

International Organization Standardization. 2006. ISO 14025: Environmental labels and declarations – type III environmental declaration – principles and procedures. International Organization for Standardization.

International Organization Standardization. 2006. ISO 14040: Environmental management – Life Cycle Assessment – principles and framework. International Organization for Standardization.

Shaha, A.K. 2004. Combustion Engineering and Fuel Technology. Avsilable from: http://www.energyefficiency.org/docs/ee_modules/thai/Chapter%20%20Fuels%20and%20combustion%20(Thai).pdf. Accessed in energyefficiencyaia website in Mar 2004.

Tzanakis, Nikolaos, Konstantinos Kallergis, Demosthenes E. Bouros, Maria F. Samiou, and Nikolaos M. Siafakas. "Short-Term Effect of Wood Smoke Exposure on the Respiratory System Among Charcoal Production Workers." Chest 119,4 (April 2001): 1260 – 1265.

Wiedmann, T. and Minx, J. 2008. A Definition of Carbon Footprint. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999. Accessed in website in September 7, 2011.

UNFCCC, 2006. Methane recovery in waste water treatment-Version 16.0, Method number AMS-III.H. http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf#AMS-III.H. Accessed March 6, 2012.

UNFCCC, 2013. Global Warming Potentials. http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php. Accessed March 16, 2013.

Yodthong Baimark - Jirasak Threeprom - Nuethip Dumrongchai - Yaowalak Srisuwan - Nuanchai Kotsaeng - Journal of Environmental Science and Technology - Vol. 1 - Issue 4 - 2008 - pp. 157-163

Wikanda Thongnueakhaeng and Usa Onthong. 2010. Treating Wastewater and Producing Biogas from Rubber Sheet Production Process Wastewater. Thailand: The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

แบบสอบถามเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากร พลังงานและของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของ สกย. จ.สงขลา ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วัตถุประสงค์ : เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ สกย. จ.สงขลา

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

1.1 ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....

เบอร์โทรศัพท์..... E-mail .....

1.2 ชื่อหน่วยงาน/ชื่อโรงงาน.....

1.3 สถานที่ตั้งของโรงงาน :

เลขที่.....หมู่ที่.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

เบอร์โทรศัพท์.....โทรสาร.....

1.4 ประเภทผลิตภัณฑ์

☑ ยางแผ่นรมควัน

อื่นๆ ระบุ.....

1.5 กำลังการผลิตรวม.....(ตัน/เดือน) หรือ.....(ตัน/ปี)

โดยแบ่งออกเป็น :

☐รับน้ำยางสด.....(กก./วัน) หรือ.....(กก./เดือน)

☐ยางแผ่นรมควัน.....(กก./วัน) หรือ.....(กก./เดือน)

☐ยางฟอง.....(กก./วัน) หรือ.....(กก./เดือน)

☐ยางคัตติ้ง.....(กก./วัน) หรือ.....(กก./เดือน)

อื่นๆ ระบุ.....

1.6 เวลาประกอบการ : วันละ.....ช.ม. ตั้งแต่เวลา.....ถึง.....

ประกอบการสัปดาห์ละ.....วัน

ช่วงเวลาที่โรงงานหยุดทำการ : ในเดือน.....ถึงเดือน.....

หยุดเฉลี่ยปีละ.....วัน

1.7 พื้นที่ตั้งของโรงงานมีลักษณะดังนี้ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ มีชุมชนล้อมรอบโรงงานในรัศมี 5 กิโลเมตร จากโรงงาน

☐ มีพื้นที่สวนยางพารารอบโรงงานในรัศมี 10 กิโลเมตรจากโรงงาน

☐ อยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ

1.8 ลักษณะบ่อน้ำทิ้งของโรงงาน และระบบบำบัดน้ำเสีย

☐ บ่อผึ่ง ลึกไม่เกิน 2 เมตร ☐ บ่อผึ่ง ลึกมากกว่า 2 เมตร

☐ มีระบบบำบัดน้ำเสีย : ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย.....

☐ ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

1.9 ลักษณะของเตารมควันยาง

ปี พ.ศ.ห้องรมควันยาง ☐ พ.ศ. 2537 จำนวนห้องรมยาง.....ห้อง.....เตา

☐ พ.ศ. 2538 จำนวนห้องรมยาง.....ห้อง.....เตา

1.10 ลักษณะแหล่งน้ำที่ใช้

☐ แหล่งน้ำผิวดิน ☐ แหล่งน้ำบาดาล ☐ น้ำประปา

ปริมาณการใช้น้ำต่อวัน .....ลบ.ม.

จำนวนครั้งในการสูบน้ำต่อวัน.....ครั้ง ครั้งละ.....ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลการใช้ทรัพยากร พลังงานและของเสียที่เกิดขึ้น ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน ปี 2553

1. ข้อมูลวัตถุดิบ

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ ปี 2553

เดือน	น้ำยางสด (กิโลกรัม)	กรดฟอร์มิก (กิโลกรัม)	ไม้ฟืน (กิโลกรัม)	ไฟฟ้า (kwh.)	น้ำมันดีเซล (ลิตร)	หมายเหตุ
มกราคม						
กุมภาพันธ์						
มีนาคม						
เมษายน						
พฤษภาคม						
มิถุนายน						
กรกฎาคม						
สิงหาคม						
กันยายน						
พฤศจิกายน						
ธันวาคม						
รวม						
เฉลี่ย						

หมายเหตุ : หากไม่มีข้อมูลรายเดือน สามารถตอบเป็นข้อมูลรายปี

2. ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์และวัสดุเศษเหลือที่เกิดขึ้น ปี 2553

เดือน	ยางแผ่นรมควัน (กิโลกรัม)	ยางฟอง (กิโลกรัม)	ยางคัตติ้ง (กิโลกรัม)	เศษยาง (กิโลกรัม)	หมายเหตุ
มกราคม					
กุมภาพันธ์					
มีนาคม					
เมษายน					
พฤษภาคม					
มิถุนายน					
กรกฎาคม					
สิงหาคม					
กันยายน					
พฤศจิกายน					
ธันวาคม					
รวม					
เฉลี่ย					

หมายเหตุ : หากไม่มีข้อมูลรายเดือน สามารถตอบเป็นข้อมูลรายปี

3. ข้อมูลการขนส่งผลิตภัณฑ์สารเคมีจากผู้ขายมายังโรงงาน

ชื่อผลิตภัณฑ์/สารเคมี	สถานที่ซื้อ			พาหนะที่ใช้ในการขนส่ง (ขีด / ในช่องที่ใช้เชื้อเพลิง)			ประเภทของพาหนะที่ใช้ (โปรดระบุ เช่น 6 ล้อ 4ล้อ)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อเที่ยว (ไป-กลับ) (ลิตร)	ปริมาณที่บรรทุกต่อเที่ยว		จำนวนครั้งในการซื้อผลิตภัณฑ์/สารเคมี
	ชื่อร้านหรือบริษัท	จังหวัด	ระยะทางจากสถานที่ซื้อมายังโรงงาน	ดีเซล	เบนซิน	อื่นๆ			เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	

หมายเหตุ : ถังหนัก.....กิโลกรัม

อัตราการบรรทุก.....กิโลกรัม

อัตราการบรรทุก.....กิโลกรัม

อัตราการบรรทุก.....กิโลกรัม

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย

1. ปริมาณน้ำเสียจากระบวนการผลิตและน้ำทิ้ง

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณน้ำเสียและน้ำทิ้งในปี 2553

เดือน	ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตรวม (ลบ.ม/.....)	ปริมาณน้ำทิ้งสุดท้าย (ลบ.ม/.....)	แหล่งรองรับน้ำทิ้ง	ปริมาก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม/.....)	หมายเหตุ (1 โรงงานที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพ)
มกราคม					
กุมภาพันธ์					
มีนาคม					
เมษายน					
พฤษภาคม					
มิถุนายน					
กรกฎาคม					
สิงหาคม					
กันยายน					
พฤศจิกายน					
ธันวาคม					
รวม					
เฉลี่ย					

ภาคผนวก ข

ข้อมูลโรงงานยางแผ่นรมควันยาง

1.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านป่ายาง จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 144 หมู่ 9 ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 3 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 190 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 12 คน

2.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านยางงาม จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 99 หมู่ 10 ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 3 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 245 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 20 คน

3.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านคลองเขาล้อน จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 189 หมู่ 8 ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 3 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 85 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 11 คน

4.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านควนนา จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 147 หมู่ 7 ตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 2 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 118 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 15 คน

5.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านหูแร่ จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 155/1 หมู่ 3 ถ.เพชรเกษม ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 4 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 83 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 19 คน

6.สหกรณ์กองทุนสวนยางตำบลเกาะใหญ่ จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ หมู่ 2 ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 2 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 106คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 12 คน

7.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านทรายขาว จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 148/4 หมู่ 6ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 2 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 190 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 15คน

8.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านยางทอง จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่ 32 หมู่ 5 ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 2 ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 336 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 18 คน

9.สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านเก่าร้าง จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่ที่หมู่ 6ตำบลคลองหอยโข่ง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา

พื้นที่ 2ไร่

สมาชิกสหกรณ์จำนวน 90 คน

คณะกรรมการดำเนินงานทั้งหมด 16คน

ตารางที่ ข-1จำนวนห้องรมควันยาง จำนวนเตารมควันยาง

รายชื่อสหกรณ์ กองทุนสวนยาง	จำนวนห้องรมควันยาง	จำนวนเตารมควันยาง
1. บ้านป่ายางจำกัด	4	4
2.บ้านทรายขาว	4	4
3.บ้านหูแร่ จำกัด	4	4
4.บ้านยางทอง จำกัด	4	4
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	4	4
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	7	7
7.บ้านควนนา จำกัด	4	4
8.บ้านยางงาม จำกัด	7	7
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	4	4

ตารางที่ ข-2 ระยะเวลาในการทำงานของคนงาน ณ จุดรับซื้อน้ำยาง

รายชื่อสหกรณ์ กองทุนสวนยาง	ช่วงเวลาของการทำงาน (น.)	เวลาในการทำงาน (ชั่วโมง)
1. บ้านป่ายางจำกัด	08.00-11.55	3.5
2.บ้านทรายขาว	08.10-11.50	3.4
3.บ้านหูแร่ จำกัด	08.00-11.00	3
4.บ้านยางทอง จำกัด	08.30-11.55	3.2
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	08.00-11.00	3
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	07.30-11.00	3.7
7.บ้านควนนา จำกัด	08.10-11.30	3.2
8.บ้านยางงาม จำกัด	8.00-11.50	3.5
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	08.00-11.30	3.3

ตารางที่ ข-3 ระยะเวลาในการทำงานของคนงาน ณ จุดรีดยางแผ่น

รายชื่อสหกรณ์ กองทุนสวนยาง	**ช่วงเวลาของการทำงาน (น.)**	**เวลาในการทำงาน (ชั่วโมง)**
1. บ้านป่ายางจำกัด	14.15-16.45	2.30
2.บ้านทรายขาว	15.00-18.00	3
3.บ้านหูแร่ จำกัด	13.30-16.30	3
4.บ้านยางทอง จำกัด	13.50-17.00	3.10
5.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด	14.30-17.25	2.25
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	13.00-16.45	3.45
7.บ้านควนนา จำกัด	14.00-17.00	3
8.บ้านยางงาม จำกัด	13.15-17.40	4.25
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	13.00-16.00	4

ภาคผนวก ค

กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.สงขลา

ภาพที่ ค-1 จุดรับน้ำยางสดจากชาวสวนยางและรวบรวมลงบ่อพัก

ภาพที่ ค-2 จุดวัดค่า DRC ของน้ำยางสด

ภาพที่ ค-3 จุดน้ำยางจากบ่อพักลำเลียงไปยังบ่อจับเป็นยางแผ่น

ภาพที่ ค-4 จุดนำน้ำยางแผ่นดิบมาผ่านเครื่องรีด

ภาพที่ ค-5 จุดคัดเกรดยาง(ห้องเก็บยาง)

ภาพที่ ค-6 จุดแยกวัสดุเศษเหลือ (ยางฟองหรือขี้ยาง)

ภาพที่ ค-7 จุดวัดค่าปริมาณเนื้อยางแห้

ภาคผนวก ง

บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ของ สกย.ทั้ง 9 แห่ง

1.บัญชีรายการ สกย.บ้านป่ายาง จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	8.1
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,412
การใช้ไฟฟ้า	kWh	14
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.9
การใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	0.5

การผลิตยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	15
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	14.73
เศษยาง	กิโลกรัม	2.34
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.2

2.บัญชีรายการ สกย.บ้านทรายขาว จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	9.4
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,510
การใช้ไฟฟ้า	kWh	35.4
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.92

การผลิตยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	32.85
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	4.05
เศษยาง	กิโลกรัม	58.6
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.26

3.บัญชีรายการ สกย.บ้านหูแร่ จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	16
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,390
การใช้ไฟฟ้า	kWh	37.5
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.93

การผลิตยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	221
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	8.73
เศษยาง	กิโลกรัม	164
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.27

4.บัญชีรายการ สกย.บ้านยางทอง จำกัด

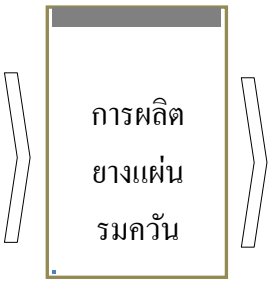
วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	5
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,863
การใช้ไฟฟ้า	kWh	11.3
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.9
การใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	0.8

การผลิตยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	46.32
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	5.16
เศษยาง	กิโลกรัม	48.9
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.27

5.บัญชีรายการ สกย.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด

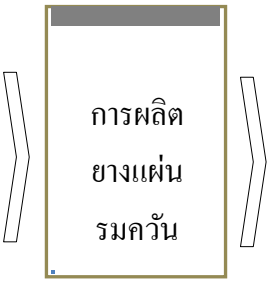
วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	11.1
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,955
การใช้ไฟฟ้า	kWh	27.4
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.95



ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	79.11
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	14.89
เศษยาง	กิโลกรัม	50.32
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.28

6.บัญชีรายการ สกย.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	10.7
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,464
การใช้ไฟฟ้า	kWh	33.3
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.96



ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	17.5
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	6.81
เศษยาง	กิโลกรัม	19.6
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.29

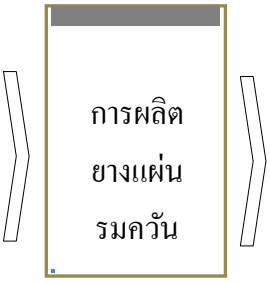
7.บัญชีรายการ สกย.บ้านควนนา จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	9
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,873
การใช้ไฟฟ้า	kWh	30.8
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.94

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	22.87
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	18.28
เศษยาง	กิโลกรัม	40.48
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.28

8.บัญชีรายการ สกย.บ้านยางงาม จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	10.8
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,813
การใช้ไฟฟ้า	kWh	19.8
การใช้น้ำ	ลบ.ม	5.91



ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
ยางฟอง	กิโลกรัม	27.12
ยางคัตติ้ง	กิโลกรัม	11.71
เศษยาง	กิโลกรัม	25.65
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.24

9.บัญชีรายการ สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัด

วัตถุดิบ		
น้ำยางสด	กิโลกรัม	3,333
การใช้สารเคมี		
กรดฟอร์มิก	กิโลกรัม	7.3
การใช้เชื้อเพลิง		
ไม้ฟืน	กิโลกรัม	1,280
การใช้ไฟฟ้า	kWh	31.5
การใช้น้ำ	ลบ.ม	6.15
การใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	0.3

การผลิตยางแผ่นรมควัน

ยางแผ่นรมควัน	**กิโลกรัม**	**1,000**
ของเสีย		
เศษยาง	กิโลกรัม	1.06
น้ำเสีย	ลบ.ม	8.48

ภาคผนวก จ

Work Sheet ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

FR-01

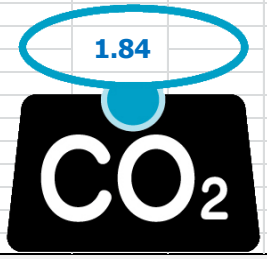
TGO/CFP-V02-2011

1	ชื่อฟอร์ม	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์	รหัสฟอร์ม	Fr-01
	ชื่อสหกรณ์	*สหกรณ์กองทุนสวนยาง บ้านเก่าร้าง จำกัด*		
	ที่อยู่	*(กรอกที่อยู่ของโรงงาน)*		
	ชื่อผลิตภัณฑ์	ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3		
คำอธิบาย :	ให้ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ หน่วยของผลิตภัณฑ์ที่กำหนด และขอบเขตการประเมิน พร้อมทั้งอ้างอิงข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์			

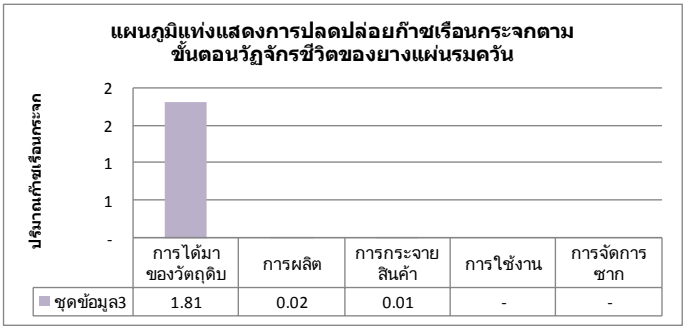
ชื่อผลิตภัณฑ์ (Thai)	ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3
ชื่อผลิตภัณฑ์ (Eng)	3 rd Grade Rubber Smoked Sheet
ขอบเขตของการประเมิน	*B2B*
หน่วยผลิตภัณฑ์	*1 กก.*

ข้อมูลอ้างอิง	
1	EF_LCI Database_V1_020354 (MTEC)
2	
3	
4	
5	
6	
อ้างอิง PCR	
วันที่ขอขึ้นทะเบียน	

ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

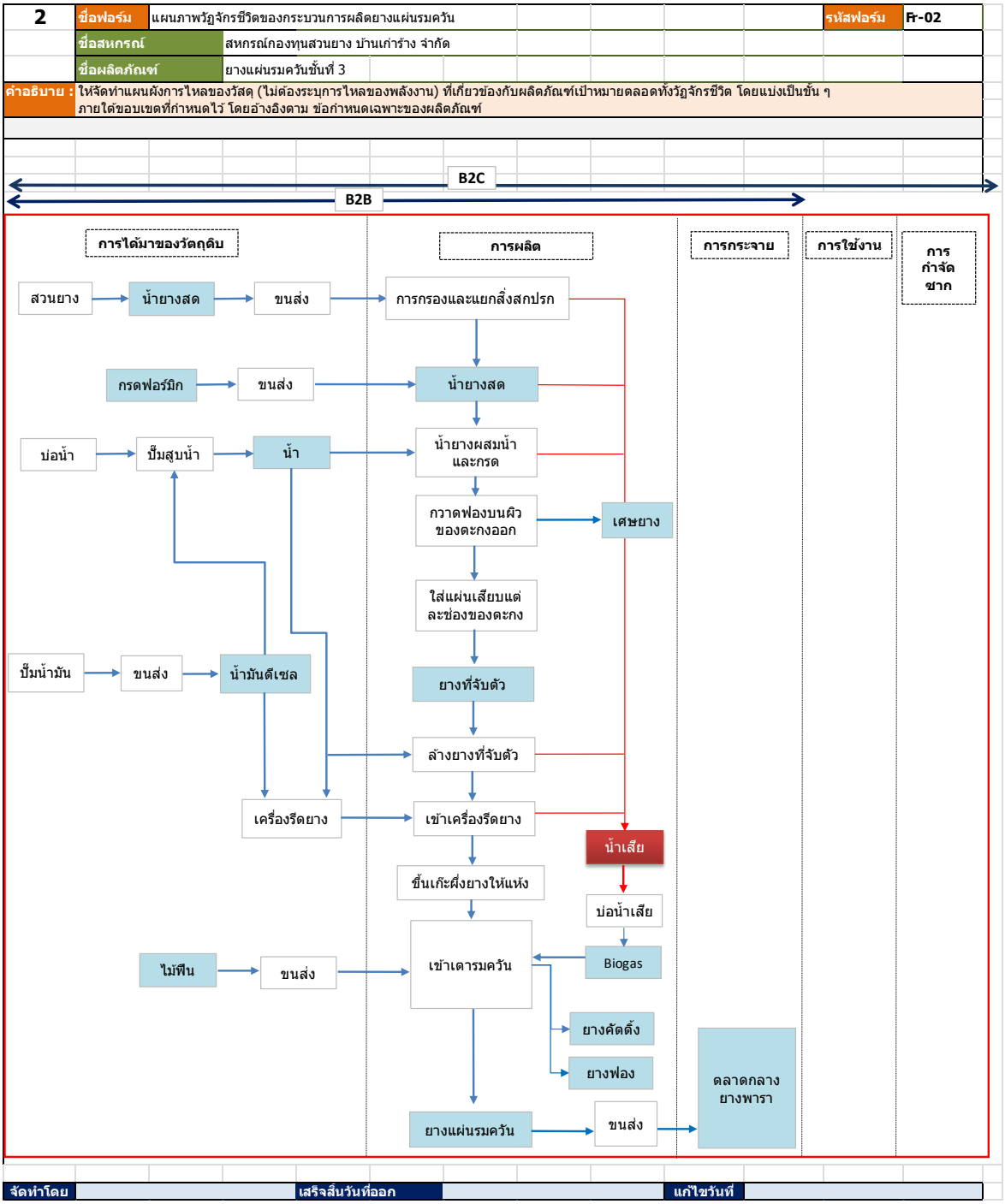


กราฟแท่งแสดงการปล่อย GHG แต่ละเฟส



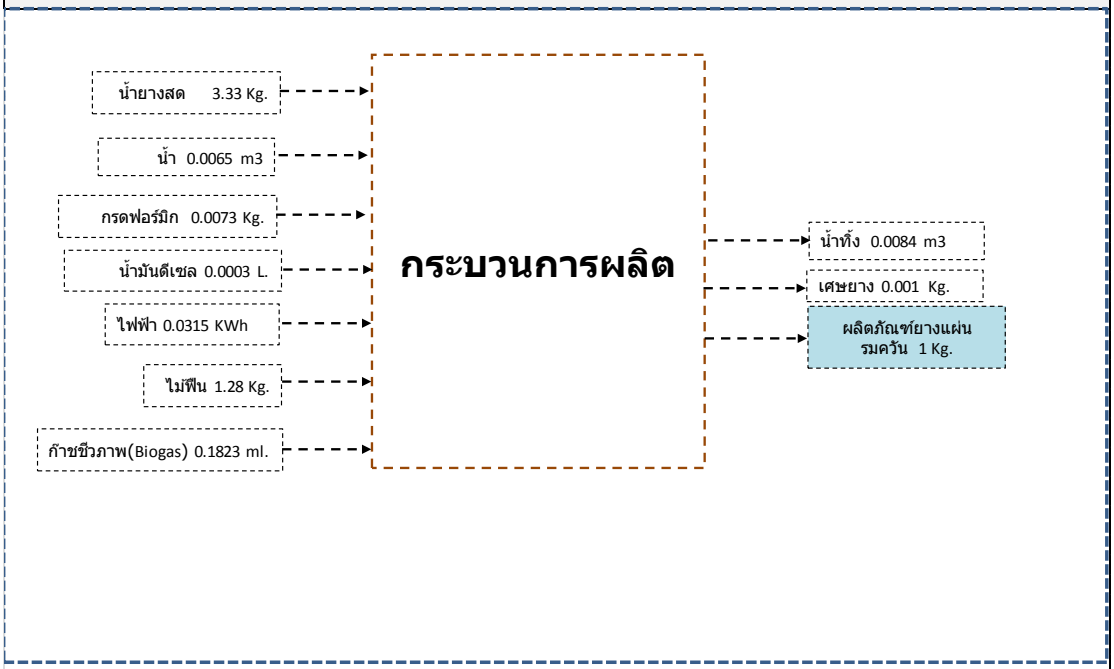
จัดทำโดย		เสร็จสิ้นวันที่ออก		แก้ไขวันที่	

FR-02


2
ชื่อฟอร์ม
แผนภาพวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน
รหัสฟอร์ม
Fr-02
ชื่อสหกรณ์
สหกรณ์กองทุนสวนยาง บ้านเก่าร้าง จำกัด
ชื่อผลิตภัณฑ์
ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3
คำอธิบาย :
ให้จัดทำแผนผังการไหลของวัสดุ (ไม่ต้องระบุการไหลของพลังงาน) ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เป้าหมายตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต โดยแบ่งเป็นขั้น ๆ ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยอ้างอิงตาม ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์
B2C
B2B
การได้มาของวัตถุดิบ
การผลิต
การกระจาย
การใช้งาน
การกำจัดซาก
สวนยาง
น้ำยางสด
ขนส่ง
การกรองและแยกสิ่งสกปรก
กรดฟอร์มิก
ขนส่ง
น้ำยางสด
บ่อน้ำ
ปั๊มสูบน้ำ
น้ำ
น้ำยางผสมน้ำและกรด
กวาดฟองบนผิวของตะกงออก
เศษยาง
ใส่แผ่นเสียบแต่ละช่องของตะกง
ปั๊มน้ำมัน
ขนส่ง
น้ำมันดีเซล
ยางที่จับตัว
ล้างยางที่จับตัว
เครื่องรีดยาง
เข้าเครื่องรีดยาง
น้ำเสีย
ขึ้นเก๊ะผึ่งยางให้แห้ง
บ่อน้ำเสีย
ไม้ฟืน
ขนส่ง
เข้าเตารมควัน
Biogas
ยางคัดตั้ง
ยางฟอง
ตลาดกลางยางพารา
ยางแผ่นรมควัน
ขนส่ง
จัดทำโดย
เสร็จสิ้นวันที่ออก
แก้ไขวันที่

FR-03

3	ชื่อฟอร์ม	แผนภาพกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	รหัสฟอร์ม	Fr-03
	ชื่อสหกรณ์	สหกรณ์กองทุนสวนยาง บ้านเก่าร้าง จำกัด		
	ชื่อผลิตภัณฑ์	ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3		
คำอธิบาย :	จัดทำแผนภาพกระบวนการผลิตและระบุระบุสารขาเข้าและสารขาออกของปริมาณการใช้พลังงาน ทรัพยากร และของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยแสดงตัวเลขที่ผ่านการทำ Mass Balance และ Energy Balance แล้ว			



จัดทำโดย	เสร็จสิ้นวันที่ออก	แก้ไขวันที่

FR-04.1

4.1	ชื่อฟอร์ม	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบ			รหัสฟอร์ม	Fr-04.1
	ชื่อบริษัท		ชื่อเอกสารบันทึก		*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*	
	ชื่อผลิตภัณฑ์		เลขเอกสารควบคุม		*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*	
คำอธิบาย :	ระบุค่า EF ของบัญชีด้านสิ่งแวดล้อม โดยให้ระบุประเภทแหล่งที่มาของค่า EF และสามารถอ้างอิงได้ และหากไม่มี EF ที่เหมาะสม โดยให้ระบุในคำอธิบายเพิ่มเติม และคำนวณผลรวมของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในท้ายตาราง					

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการ	ค่า LCI: หน่วย	ค่า LCI: ปริมาณ	แหล่งที่มาของค่า LCI	ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ที่มา: 1st: Self collect	ที่มา: 1st: Supplier	ที่มา: 2nd: PCR Gen.	ที่มา: 2nd: TH LCI DB	ที่มา: 2nd: Thai Res.	ที่มา: 2nd: Int. DB	ที่มา: 2nd: Others	Substitute	แหล่งอ้างอิง EF	ผลคูณ	สัดส่วน (%)	Cut-off*	คำอธิบายเพิ่มเติม
การได้มาของวัตถุดิบ	น้ำยางสด	kg	3.33	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	0.4419					/				คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/Natural rubber, latex foam	1.4715	98.7536		
	กรดฟอร์มิก	kg	0.01	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	1.8489						/			Formic acid method (hydrolysis) ใน CFP EF Data v.2.01 ของประ	0.0185	1.24079		
	ไม้ฟืน	kg	1.28	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ														
	น้ำมันดีเซล	L	0.0003	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	0.2789					/				คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/ Diesel	0.0001	0.00562		
		รวม	4.6203												1.4901	100		
การผลิต	สารขาเข้า																	
	ไฟฟ้า	kWh	0.03	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	0.561					/				คู่มือแนวทางฯ/ไฟฟ้า/TC Common data	0.017			
	การเผาไหม้น้ำมันดีเซลเค	m3	0.0003	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	2.7080					/				คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data/ดีเซล -การเผาไหม้/IPCC 2007	0.0008	4.60482		
	สารขาออก																	
	น้ำทิ้ง	m3	0.0083	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ														
	เศษยาง(ขี้ยาง)	kg	0.0011	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ														
	ยางแผ่นรมควัน	kg	1.0000	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ														
															0.02	4.60482		
การขนส่งระยะทางสิ้นสุด															0.00	0		
การใช้งาน															0.00	0		
การจัดการซากหรือของเสีย															0.00	0		
														รวมทั้งหมด	1.51			$kgCO_2$ eq.

จัดทำโดย		เสร็จสิ้นวันที่ออก		แก้ไขวันที่	

FR-04.2

4.2	ข้อฟอร์ม	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง		รหัสฟอร์ม	Fr-04.2
	ชื่อบริษัท		ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*	
	ชื่อผลิตภัณฑ์		เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*	

คำอธิบาย : ข้อมูลบัญชีรายการ การขนส่งวัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ 1.หราบข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ให้ใช้แบบ ก. 2.ไม่หราบข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่หราบระยะทาง และน้ำหนักบรรทุก ให้ใช้แบบ ข. โดยค่า EF ที่นำมาใช้จะต้องรวมการผลิตและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแล้ว

ช่วงวัฏจักรชีวิต	รายการสิ่งที่ขนส่ง	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ระยะทาง	แหล่งที่มาของข้อมูลการขนส่ง	ก.) แบบการใช้เชื้อเพลิง				ที่มา		ข.) แบบการใช้ระยะทาง						ที่มา		แหล่งที่มา EF	ผลคูณ	Cut-off*	คำอธิบายเพิ่มเติม
							ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย	ปริมาณ	EF ($kgCO_2$ eq./หน่วย)	TH LCI DB	Int. DB	หน่วย	ปริมาณ	พาหนะ	% เที่ยวไป	% เที่ยวกลับ	EF (kgCO2 eq. /ตัน กม.)	TH LCI DB	Int. DB				
การใช้เชื้อเพลิงและการขนส่งในกระบวนการผลิต	น้ำยางสด	kg	1.6758	km	5	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	Benzine	L	0.0014	2.1896	/										http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools	0.0031		
		kg	1.6758	km	5	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ	Benzine	L	0.0014	2.1896	/										http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools	0.0031		
		kg	1.6758	km	10	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.016758	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน	100		0.182	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 100% Loading	0.003049956		
		kg	1.6758	km	10	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.016758	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน		0	0.3317	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 0% Loading	0.002779314		
	กรดฟอร์มิก	kg	0.0057	km	2,900	การประมาณการ							ton-km	0.01653	เรือบรรทุก container	100		0.01	/		The Environmental Footprint of Surface FreightTransportation, Lawson Economics Re	0.0001653		China-Thailand
		kg	0.0057	km	2,900	การประมาณการ							ton-km	0.01653	เรือบรรทุก container		100	0.01	/		The Environmental Footprint of Surface FreightTransportation, Lawson Economics Re	0.0001653		Thailand-China
		kg	0.0057	km	950	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.005415	รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน	100		0.0529	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะบรรทุก10 ล้อ Full load 16 ตัน ว่งปกติ 100% Loading	0.000286454		กทม.-สงขลา
		kg	0.0057	km	950	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.005415	รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน		0	0.5851	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะบรรทุก10 ล้อ Full load 16 ตัน ว่งปกติ 0% Loading	0.00019802		สงขลา-กทม.
		kg	0.0057	km	43	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.0002451	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน	100		0.1402	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 100% Loading	3.4363E-05		สงขลา-เก่าร้าง
		kg	0.0057	km	43	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.0002451	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน		0	0.3111	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 0% Loading	1.08929E-05		เก่าร้าง-สงขลา
	น้ำมันดีเซล	L	0.0158	km	10	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.00015789	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน	0		0.182	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 100% Loading	2.8736E-05		
		L	0.0158	km	10	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.00015789	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน		100	0.3317	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 0% Loading	7.48173E-06		
	ไม่ฟืน	kg	0.0011	km	20	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.0000228	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน	100		0.182	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 100% Loading	4.15E-06		
		kg	0.0011	km	20	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.0000228	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน		0	0.3317	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 0% Loading	0.000001		
																					รวม	0.01		
การผลิต																					รวม	0.00		
การขนส่งระยะทางสิ้นค้า	ยางแผ่นรมควัน	kg	1	km	43	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.043	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน	100		0.182	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 100% Loading	0.01		
	ยางแผ่นรมควัน	kg	1	km	43	ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของสหกรณ์ฯ							ton-km	0.043	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน		0	0.3317	/		คู่มือแนวทางฯ/Thai LCI data /รถกระบะ4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน ว่งปกติ 0% Loading	0.00		
																					รวม	0.01		
การใช้งาน																					รวม	0.00		
การจัดการซากผลิตภัณฑ์																					รวม	0.00		
																					รวมทั้งหมด	0.03		$kgCO_2$ eq.

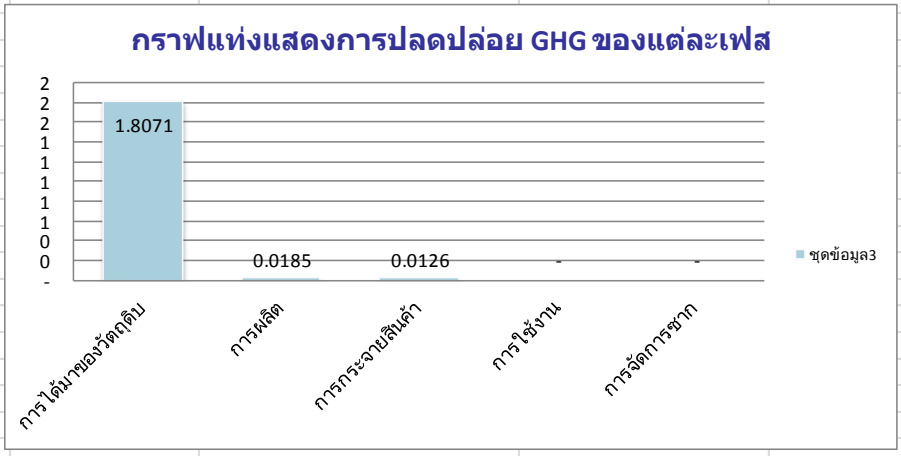
จัดทำโดย | **เสร็จสิ้นวันที่ออก** | **แก้ไขวันที่**

FR-05

5	ชื่อฟอร์ม	สรุปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์	รหัสฟอร์ม	Fr-05
	ชื่อเอกสารบันทึก	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*		
	เลขเอกสารควบคุม	*สำหรับเจ้าหน้าที่ อบก.*		
	ชื่อบริษัท			
	ชื่อผลิตภัณฑ์			
คำอธิบาย :	แสดงแผนภาพสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ตามขอบเขตที่กำหนดขึ้น			

ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อย GHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร ($kgCO_{2\,eq.}$)	การปล่อย GHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม(kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	*1.4851*	*0.3220*	*1.8071*	*98.3100*
การผลิต	*0.0185*	*-*	*0.0185*	*1.0056*
การกระจายสินค้า	*-*	*0.0126*	*0.0126*	*0.6844*
การใช้งาน	*-*	*-*	*-*	*-*
การจัดการซาก	*-*	*-*	*-*	*-*
รวม	*1.5036*	*0.3345*	***1.8381***	***100.0000***

จัดทำโดย		เสร็จสิ้นวันที่ออก		แก้ไขวันที่	



ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกฯ จากระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ ฉ-1 ปริมาณน้ำเสียทั้ง 9 โรงงาน

ชื่อ สหกรณ์	ปริมาณน้ำเสียรวม (m3/day)	COD เข้า (mg/L)	COD ออก (mg/L)	น้ำเสียต่อปี
1.บ้านป่ายาง จำกัด	9.63	-	-	3,466.80
2.บ้านทรายขาว	9.45	-	-	3,402.00
3.บ้านหูแร่ จำกัด	12.56	-	-	4,521.60
4.บ้านยางทอง จำกัด	9.17	-	-	3,301.20
5.บ้านเขาล้อน จำกัด	7.96	-	-	2,865.60
6.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด	13.86	-	-	4,989.60
7.บ้านควนนา จำกัด	10.79	-	-	3,884.40
8.บ้านยางงาม จำกัด	25.50	-	-	9,180.00
9.บ้านเก่าร้าง จำกัด	12.37	7,165	1,026	3,262.59

หมายเหตุ : ในการคำณวนค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากน้ำเสียที่มีการวัดค่า COD ของ สกย.บ้านเก่าร้าง ผู้วิจัยได้ใช้เป็นข้อมูลในคำณวนในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดิม และระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการดึงก๊าซชีวภาพเข้ามาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วม โดยข้อมูลที่ใช้มาจาก รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการประเมินประสิทธิภาพการเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยการหมักร่วมและอัตราการทดแทนเชื้อเพลิงไม้ฟืนของสหกรณ์ผลิตยางแผ่นรมควัน (สุเมธ ไชยประพัทธ์ และคณะ, 2556)

การคำนวณหาค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบบำบัดน้ำเสีย

กรณีที่ 1: ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ไม่มีการดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Anaerobic wastewater treatment)

โดยในการประเมินระบบบำบัดนำเสียในกรณีนี้กำหนดให้เป็น Baseline Scenario ซึ่งหมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีการดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 1

$$BE_y = MEP_{y,ww,treatment} \quad (1)$$

เมื่อ

$$MEP_{y,ww,treatment} = Q_{y,ww} \times COD_{y,ww,untreated} \times B_{o,ww} \times MCF_{ww,treatment} \quad (1.1)$$

เมื่อ

$Q_{y,ww}$ คือ ปริมาตรน้ำเสียที่บำบัดได้ในปี “y” (m^3)

$COD_{y, removed}$ คือ ค่า COD ที่ถูกกำจัดโดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในปีฐาน(ton/m^3)

$MCF_{ww, treatment}$ คือค่า factor สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีอยู่เดิม (ใช้ค่า MCF lower ในตาราง III.H.1 มาคิดคำนวณ)

$B_{o,ww}$ คือ ความสามารถในการผลิตก๊าซมีเทนของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด (ใช้ค่าตาม IPCC คือ0.21 $kgCH_4/kgCOD$)

GWP CH_4 คือ ศักยภาพของก๊าซในการทำให้โลกร้อนเปรียบกับ 1 ton CO_2 (GWP ของก๊าซมีเทนเท่ากับ 21)

โดยใช้ค่า MCF lower values สำหรับกรณี Anaerobic deep lagoon (depth more than 2 metres) จะใช้เป็นค่ากลาง เท่ากับ 0.9

Table III.H.1. IPCC default values[1)] for Methane Correction Factor (MCF)

Type of wastewater treatment and discharge pathway or system	MCF lower values	MCF higher values
Discharge of wastewater to sea, river or lake	0.0	0.2
Aerobic treatment, well managed	0.0	0.1
Aerobic treatment, poorly managed or overloaded	0.2	0.4
Anaerobic digester for sludge without methane recovery	0.8	1.0
Anaerobic reactor without methane recovery	0.8	1.0
Anaerobic shallow lagoon (depth less than 2 metres)	0.0	0.3
Anaerobic deep lagoon (depth more than 2 metres)	0.8	1.0
Septic system	0.5	0.5
[1)] Default values from chapter 6 of volume 5.Waste in *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*		

ที่มา 2006 UNFCCC, Methane recovery in waste water treatment-Version 16.0, Method number AMS-III H (Version9)

วิธีการคำนวณโดยแทนค่าจากสมการที่(1)และ (1.1)

เมื่อ

$Q_{y,ww}(m^3/yr)$			
3262.59			
$COD_{yr,removed,I}$ (ton/m^3)	COD เข้า(mg/l)	COD ออก(mg/l)	COD yr,removed (mg/l)
0.016506	7,165	1,026	6,139
$B_{0,ww}(kgCH_4/kgCOD)$			
0.21			
$MCF_{ww,treatment}$	ใช้ค่า กลาง =0.9		
0.9			
GWP_CH_4			
21			

BE_y	**92.78**	**tonCO_2/yr**
BE_y	189,990.952	kgCO_2/yr
กำลังการผลิตต่อปี	327,322.65	kg
BE	**0.2835**	**kgCO_2/1RSS**

กรณีที่ 2: ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มี การดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Anaerobic wastewater treatment + CH_4 Aerobic wastewater Treatment revert & combustions)

โดยในการประเมินระบบบำบัดนำเสียในกรณีนี้กำหนดให้เป็น Project Scenario ซึ่งหมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการดึงก๊าซมีเทนกลับมาใช้ร่วมกับการเผาไหม้เชื้อเพลิง สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 2

$$PE_y = PE_{y,treated} + PE_{y,fugitive} + PE_{y,dissolved} \quad (2)$$

เมื่อ

PE_y คือ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในปีที่ "y" (tCO_2e)

$PE_{y,treated}$ คือ การปล่อยก๊าซจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้รับการบำบัดในปีที่ "y"

$PE_{y,fugitiv\ e}$ คือ การรั่วไหลของก๊าซมีเทนที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ในปีที่ "y"

$PE_{y,dissolved}$ คือ การปลดปล่อยก๊าซจากปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายในน้ำในปีที่ *"y"*

$$PE_{y,treated} = Q_{y,ww} \times COD_{y,ww,treated} \times B_{0,ww} \times MCF_{ww,final} \times GWP_CH_4 \quad (3)$$

คำนวณโดยแทนค่าจากสมการที่ (3)

เมื่อ

$Q_{y,ww}(m^3/yr)$	
3262.59	
$COD_{y,ww,treeated}(mg/l)$	
1,026	
0.001026	ton/m^3
$B_{0,ww}(kgCH4/kgCOD)$	
0.21	
$MCF_{ww,final}$	
0.9	
GWP_CH_4	
21	
$PE_{y,treated}$	
13.29	**tonCO_2**

จาก Project emission ของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการเผาไหม้เชื้อเพลิง จะใช้สมการในการคำนวณ คือ

$$PE_{y,fugitive} = PE_{y,fugitive,ww} + PE_{y,fugitive,s}$$

จากนั้นสมการของการหาค่า

$$PE_{y,fugitive,ww} = (1 - CFE_{ww}) \times MEP_{y,ww,treatment} \times GWP_CH_4 \quad (4)$$

คำนวณโดยแทนค่าจากสมการที่ (4)

เมื่อ

$PE_{y,fugitive,ww}$ Fugitive emissions through capture and utilization/combustion/flare inefficienciesin the anaerobic wastewater treatment in the year “y” (tCO_2e)

และ

$$MEP_{y,ww,treatment} = Q_{y,ww} \times COD_{y,ww,untreated} \times B_{0,ww} \times MCF_{ww,treatment} \quad (5)$$

เมื่อ

$Q_{y,ww}(m^3/yr)$			
3,262.59			
$COD_{y,ww,untreated}(ton/m^3)$	COD เข้า(mg/l)	COD ออก(mg/l)	COD yr,removed (mg/l)
0.001026	7,165	1,026	0.001026
$B_{0,ww}(kgCH_4/kgCOD)$			
0.21			
$MCF_{ww,treatment}$	ใช้ค่ากลาง =0.9		
1			
GWP_CH_4			
21			
MEP			
4.4181	$tonCH_4$		
และเมื่อแทนค่าจากสมการที่ (4)			
$PE_{y,fugitive,ww}$			
= (1-0.9)*4.41*21			
9.28	$tonCO_2$		

จากสมการการหาค่าการปลดปล่อยก๊าซจากปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายในน้ำ

$$PE_{y,dissolved} = Q \times [CH_4]y \times GWP_CH_4$$

เมื่อ

$[CH_4]_{y,ww,treated}$ Dissolved methane content in the treated wastewater (tonnes/m^3). In aerobicwastewater treatment default value is zero, in anaerobic treatment it can bemeasured, or a default value of 10e-4 tonnes/m3 can be used[4].

([4]Value calculated using approach given by Greenfield, P.F. and Batstone, D.J.Anaerobicdigestion: impactof future GHG mitigation policies on methane generation and usage. In: Proceedings of AnaerobicDigestion Congress, Montreal, Canada, 2004.)

แทนค่าจากสมการที่ (6)

$Q_{y,ww}(m^3/yr)$	
3262.59	
$[CH4]_{y,ww,treated}$	
0.0001	ton/m^3
GWP_CH_4	
21	
และเมื่อแทนค่าจากสมการที่ (6)	
$PE_{y,dissolved}$	
6.8514.39	$tonCO_2$

จากนั้นเมื่อได้ค่าของ Baseline emission และ Project emission ดังที่กล่าวไปข้างต้นสามารถแทนค่าได้ดังนี้

$PE_{y,treated}$	13.29	$tonCO_2/yr$
$PE_{y,fugitive\ ,ww}$	9.28	$tonCO_2/yr$
$PE_{y,dissolved}$	6.85	$tonCO_2/yr$
PE_y	29.42	$tonCO_2/yr$
	29,415.45	$kgCO_2/yr$
1 ปีผลิตยางได้	384,688	kg/yr
PE	0.0765	$kg_{CO_2}/kg\ RSS$
จากสมการ$ER = BE - PE$		
เมื่อ BE	0.2412	$kg_{CO_2}/1kgRSS$
และ PE	0.0765	$kg_{CO_2}/1kgRSS$
เพราะฉะนั้น ER	0.1647	$kg_{CO_2}/1kgRSS$
	68.3%	

การคำนวณการคิดการทดแทนไม้ฟืน

ในกรณีของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการดึงก๊าซชีวภาพเข้ามาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในการรมควันยางนั้น จะมี การคำนวณการคิดการทดแทนไม้ฟืน 70% ดังแสดงในส่วนของ Wood Transportationในตารางที่ ฉ-5จากเดิมที่มีการใช้ไม้ฟืนรมควันยางโดยตรง เท่ากับ 0.00168 $kgCO_2$-eq/kgRSS. เมื่อมีการคิดทดแทนไม้ฟืนในส่วนของการใช้ก๊าซชีวภาพเข้ามาร่วมกับไม้ฟืน ทำให้เกิดการลดการใช้ไม้ฟืน ทำให้ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจึงมีค่าลดลง เท่ากับ 0.0005$kgCO_2$-eq/kgRSS. ซึ่งสามารถลดการใช้ไม้ฟืนของทางสหกรณ์ฯ และ ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง และประหยัดต้นทุนในการซื้อไม้ฟืนได้

ตารางที่ ฉ-5การคิดทดแทนไม้ฟืนจากกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันที่ใช้และไม่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม

	Biogas use ($kgCO_2$-eq/kgRSS)	Non-use Biogas ($kgCO_2$-eq/kgRSS)
Fresh Latex	1.47	1.47
Formic Acid	0.0185	0.0185
Diesel	0.0001	0.0001
Diesel Burning	0.0008	0.0008
Wastewater treatment	-	0.2412
Biogas Burning	0.0765	-
Wood Transportation	0.001176	0.00168
ค่าการปลดปล่อยรวม	1.56	1.73

1. การแปลงหน่วยพลังงาน

1.1 ปริมาณการใช้พลังงานรวม (เทียบเท่ากับน้ำมัน)

ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอลซิลและพลังงานไฟฟ้า ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอลซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (คำนวณจากปริมาณไฟฟ้าที่ซื้อ + ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตเอง – ปริมาณไฟฟ้าที่ขายให้กับระบบ network)

โดย หน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกรอกข้อมูลนี้ คือ GWhซึ่งจะถูกแปลงให้เป็นหน่วย เทียบเท่าตันของน้ำมันเชื้อเพลิง (tons of fuel oil equivalent ; toe). ซึ่งมีค่า theoretical conversion factor ดังนี้

1 GJ เทียบเท่ากับ $2.3876 * 10^{-5}$ ktoe

1 GWh เทียบเท่ากับ 0.2332 ktoe

1 GWh เท่ากับ 10^{6} kWh

ซึ่งพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ของน้ำมันดิบ 1ตัน หรือประมาณ 42 จิกะจูล(GJ) สำนักงาน พลังงานสากล(InternationalEnergyAssociation ; IEA) และสหประชาชาติ (UN) กำหนดให้ 1 ตันน้ำมันดิบ เท่ากับ 41.868 GJ หรือ เท่ากับ 11.630 MWh หรือ =10 Gcal

2. คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ

คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่าทดแทนก๊าซหุงต้ม (LPG)0.46 กิโลกรัมน้ำมันเบนซิน 0.67 ลิตรน้ำมันดีเซล 0.60 ลิตรน้ำมันเตา0.55ลิตรไม้ฟืน 1.50 กิโลกรัม และ ไฟฟ้า (ค่าเฉลี่ย) 1.20กิโลวัตต์-ชั่วโมง (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ,2556)

ภาคผนวก ช

ผลการประเมินและสัดส่วนค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น

1.สกย.บ้านป่ายาง จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4867	0.3232	1.8098	87.99
การผลิต	0.0091		0.0091	0.44
การกระจายสินค้า	-	0.0033	0.0033	0.16
การใช้งาน	-	-	-	-
การจัดการซาก	-	-	-	-
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2347	-	0.2347	11.41
รวม	1.7305	0.3264	2.0569	100.00

2.สกย.บ้านทรายขาว จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4889	0.3194	1.8083	87.38
การผลิต	0.0199		0.0199	0.96
การกระจายสินค้า	-	0.0065	0.0065	0.31
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2348	-	0.2348	11.34
รวม	1.7435	0.3259	2.0694	100.00

3.สกย.บ้านหูแร่ จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.5011	0.3240	1.8251	87.46
การผลิต	0.0210		0.0210	1.01
การกระจายสินค้า	-	0.0055	0.0055	0.26
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2351	-	0.2351	11.27
รวม	1.7573	0.3295	2.0868	100.00

4.สกย.บ้านยางทอง จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4810	0.3440	1.8250	87.08
การผลิต	0.0085		0.0085	0.41
การกระจายสินค้า	-	0.0267	0.0267	1.27
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2356	-	0.2356	11.24
รวม	1.7251	0.3706	2.0958	100.00

5.สกย.บ้านคลองเขาล้อน จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4920	0.3277	1.8198	87.43
การผลิต	0.0154		0.0154	0.74
การกระจายสินค้า	-	0.0109	0.0109	0.52
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2355	-	0.2355	11.31
รวม	1.7429	0.3386	2.0815	100.00

6.สกย.ตำบลเกาะใหญ่ จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4913	0.3246	1.8159	86.63
การผลิต	0.0187		0.0187	0.89
การกระจายสินค้า	-	0.0259	0.0259	1.23
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2358	-	0.2358	11.25
รวม	1.7458	0.3505	2.0963	100.00

7.สกย.บ้านควนนา จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4882	0.3265	1.8147	87.53
การผลิต	0.0173		0.0173	0.83
การกระจายสินค้า	-	0.0059	0.0059	0.28
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2354	-	0.2354	11.35
รวม	1.7408	0.3324	2.0732	100.00

8.สกย.บ้านยางงาม จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อยGHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อยGHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4915	0.3229	1.8144	87.93
การผลิต	0.0111		0.0111	0.54
การกระจายสินค้า	-	0.0037	0.0037	0.18
การใช้งาน	-	-	-	
การจัดการซาก	-	-	-	
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2343	-	0.2343	11.36
รวม	1.7369	0.3266	2.0635	100.00

9.สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อย GHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อย GHG ของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4851	0.3220	1.8071	86.91
การผลิต	0.0185	-	0.0185	0.89
การกระจายสินค้า	-	0.0126	0.0126	0.61
การใช้งาน	-	-	-	-
การจัดการซาก	-	-	-	-
ระบบบำบัดน้ำเสีย (แบบบ่อ)	0.2412	-	0.2412	11.60
รวม	1.7448	0.3345	2.0793	100.00

9.สกย.บ้านเก่าร้าง จำกัด				
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปล่อย GHG ของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	การปล่อย GHG ของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO2 eq.)	ผลรวม (kgCO2 eq.)	สัดส่วน
การได้มาของวัตถุดิบ	1.4851	0.3220	1.8071	94.38
การผลิต	0.0185	-	0.0185	0.97
การกระจายสินค้า	-	0.0126	0.0126	0.66
การใช้งาน	-	-	-	-
การจัดการซาก	-	-	-	-
*ระบบบำบัดน้ำเสียที่ผลิตก๊าซชีวภาพ	0.0765	-	0.0765	3.9938
รวม	1.5801	0.3345	1.9146	100.00

หมายเหตุ : สกย.เก่าร้างมีการคิดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม และ จากข้อมูลกำลังการผลิตต่อปี ข้อมูลน้ำเสียต่อปี ข้อมูล ค่า COD ที่เกิดขึ้นคิดจาก สกย.บ้านเก่าร้างเท่านั้น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวพรรณทิพย์ แตงอ่อน

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5310920045

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
บริการธุรกิจบัณฑิต (คอมพิวเตอร์ธุรกิจ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2552

การตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงาน

Phantip Taeng-on, Thunwadee Tachapattaworakul Suksaroj, and Sumate Chaiprapat. ASSESSMENT OF GREENHOUSE GASES OF RUBBER SMOKED SHEETCASE STUDY: COOPERATIVE RUBBER SHEET FACTORIES (CRSFS) OF SONGKHLA PROVINCE. Asssuring Sustainability via University with Research: towards a sustainable earth system environment in Asia Pacific and beyond (ASSURE 2013) International Conference. May 16-18, 2013 BP Samila Beach Hotel & Resort, Songkhla, Thailand.