



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิต
น้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก

**An Assessment of Environment Impact and Carbon Footprint
of Oil Production from Plastic Waste : A Case Study of
Small-Scale Factory**

พรทวิ กองร้อย

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการ์บอนฟุตพริ้นท์การผลิต
น้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก

**An Assessment of Environment Impact and Carbon Footprint
of Oil Production from Plastic Waste : A Case Study of
Small-Scale Factory**

พรทวิ กองร้อย

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประเภทงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2562

(ก)

ชื่องานวิจัย การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก

An assessment of environment impact and carbon footprint of oil production from plastic waste : A case study of small-scale factory

ผู้วิจัย พรทวิ กองร้อย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2562

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก” มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงาน และ เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในโรงงาน โดยการศึกษาวิจัยเรื่อง “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงาน” มีผลการวิจัยดังที่สรุปผลการวิจัยมาในข้างต้นพบว่า มลพิษที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ประกอบด้วย ฝุ่นละออง น้ำเสีย ขี้เถ้า เสียข สำหรับกิจกรรมแต่ละประเภทที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีค่าเฉลี่ยของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทจากการเก็บข้อมูลในโรงงานฯ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้นำข้อมูล ยาพาหนะ พลังงานไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิง มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า พบว่าการใช้พลังงานทั้งหมดในโรงงาน โดยเฉลี่ยภายใน 1 ปี มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ 844,975 kgCO₂eq/year รองลงมาคือการใช้ยานพาหนะและไฟฟ้า ที่ปริมาณ 12,873 และ 152 kgCO₂eq/year ตามลำดับ

คำสำคัญ : การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม คาร์บอนฟุตพริ้นท์ น้ำมันจากพลาสติก

Abstract

Research "Environmental Impact Assessment and Carbon Footprint for Oil Production from Plastic Waste: Case Study of a Small -Scale Factory" The objective is to study the greenhouse gas emission of the factory and to assess the carbon footprint in factory By researching the subject "Carbon Footprint Assessment of the Factory" has the research results, as summarized in the research findings above, found that Pollution from oil factories from plastic waste consists of dust, waste water, ash, noise for each type of activity that emits greenhouse gases. With the average amount of greenhouse gas emissions By the amount of greenhouse gas emission, but each type from data collection in the factory In this study, data on drug, vehicle, electric power, fuel consumption Come to analyze the data, found that the total energy usage in the factory On average, within 1 year, the amount of fuel used has the highest greenhouse gas emission, which is 844,975 kgCO₂eq / year, followed by the use of vehicles and electricity at the amount of 12,873 and 152 kgCO₂eq / year respectively

Keyword : Environmental Impact Assessment, Carbon footprint, Oil production

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากเจ้าของโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดีจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

พรทวี กองร้อย

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.4 สมมติฐานของงานวิจัย.....	3
1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับขยะ.....	6
2.2 เอกสารเกี่ยวกับการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก.....	8
2.3 เอกสารการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม.....	19
2.4 เอกสารที่เกี่ยวกับการรบกวนฟรุตพรีนซ์.....	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	37
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	37
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....	37
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	40
4.1 ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม.....	40
4.2 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้น.....	43
4.3 แนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการเกิดคาร์บอนจากการผลิต...	47
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	48
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	49
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย.....	49
บรรณานุกรม.....	51
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	53

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ค่าความร้อนของวัตถุดิบแต่ละชนิดเทียบกับ เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ..... 35
2.2	แสดงค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกที่ระยะเวลา 100 ปี47
2.3	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(Emission Factor)48
2.4	ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง48
4.1	การทำงานของโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก.....50
4.2	แสดงปริมาณยานพาหนะที่เข้าใช้ในโรงงานในแต่ละวัน.....50
4.3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ51
4.4	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน.....51
4.5	ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดในโรงงาน.....53

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	กระบวนการไฟโรไลซิส.....24
2.2	แผนผังของระบบไฟโรไลซิส.....25
2.3	ลักษณะทั่วไปของกระบวนการไฟโรไลซิสยางรถยนต์.....28
2.4	อุปกรณ์ไฟโรไลซิสระบบอัตโนมัติ.....32
4.1	กระบวนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก.....38
4.2	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดในโรงงาน.....88

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่จำกัดเพื่อตอบสนองความต้องการอุปโภคบริโภค ซึ่งประเด็นปัญหาสำคัญที่ต้องแก้ไขโดยเร่งด่วนตามนโยบายของรัฐบาลในปัจจุบัน คือ การจัดการขยะพลาสติกและลดการใช้พลังงานฟอสซิล เนื่องจากขยะพลาสติกมีคุณสมบัติที่ย่อยสลายยากและมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดค่อนข้างสูง หากขยะพลาสติกถูกทิ้งในสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายถึง 450 ปี สำหรับพลังงานฟอสซิลที่ถูกใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หากไม่มีการใช้อย่างประหยัดจะหมดในอีกประมาณ 30 ปีข้างหน้า และอาจก่อให้เกิดการขาดแคลนพลังงานในอนาคตได้ ดังนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงแนวทางที่จะแก้ไขปัญหaxyขยะพลาสติกและพลังงาน ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถตอบโจทย์ดังกล่าว คือ การนำขยะพลาสติกมาผลิตเป็นพลังงานทางทดแทนตามหลักการบริหารการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

การสร้างโรงงานต้นแบบในการแก้ไขปัญหaxyขยะพลาสติกโดยนำมาผลิตเป็นน้ำมันด้วยกระบวนการไพโรไลซิส (pyrolysis) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ใช้หลักการเผาแบบสูญญากาศ ที่อุณหภูมิระหว่างทาง 200-500 องศาเซลเซียส เพื่อเปลี่ยนวัตถุดิบจากสถานะ ของแข็ง ระเหิดกลายเป็นไอน้ำมัน และ ก๊าซสังเคราะห์ต่างๆ แล้วทำการควบแน่นให้กลายไปสู่สถานะของเหลว ซึ่งผลผลิตที่ได้ คือ น้ำมันเตา (Pyrolysis Oil) อย่างไรก็ตาม การดำเนินโครงการจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบหลัก ได้แก่ ขยะพลาสติก และทรัพยากรที่เกี่ยวข้องต่างๆ อาทิ น้ำใช้ สารเคมี พลังงาน บุคลากร เป็นต้น

ทั้งนี้ การดำเนินโครงการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการปลดปล่อยคาร์บอนที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบในด้านโลกร้อน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากโรงงานต้นแบบข้างต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลดการใช้ทรัพยากรที่ไม่จำเป็น และผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละด้าน รวมถึงยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมและจัดการมลพิษที่ของโรงงานให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ยังใช้เป็นฐานข้อมูลบัญชีคาร์บอนเพื่อต่อยอดใน

การคำนวณคาร์บอนเครดิตเพื่อประโยชน์ทางการค้าคาร์บอน และใช้เป็นประโยชน์ต่อภาคเอกชน และข้อเสนอแนะทางนโยบายต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการรับอนุพันธ์จากการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก
- 1.2.3 เพื่อเสนอแนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการเกิดคาร์บอนจากการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ใช้แบบสัมภาษณ์ และ แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาข้อมูลสภาพทั่วไป ด้านที่ด้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านเทคโนโลยี กระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิต ด้านการจัดการ การใช้วัตถุดิบและพลังงาน มลพิษและการควบคุม บุคลากร การป้องกันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของโครงการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสำรวจภาคสนาม

1.3.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ โครงการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ตำบลโนนหอม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย

1.4.1 ข้อมูลสภาพทั่วไป

ด้านที่ด้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านเทคโนโลยี กระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิต ด้านการจัดการ การใช้วัตถุดิบและพลังงาน มลพิษและการควบคุม บุคลากร การป้องกันอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากกระบวนการศึกษาวิจัย สำรวจภาคสนาม และข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากบทความ เอกสารอื่นๆ เช่น ตำราวิชาการ งานเอกสารวิจัยที่มีผู้ทำการศึกษาไว้แล้วจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมควบคุมมลพิษ องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

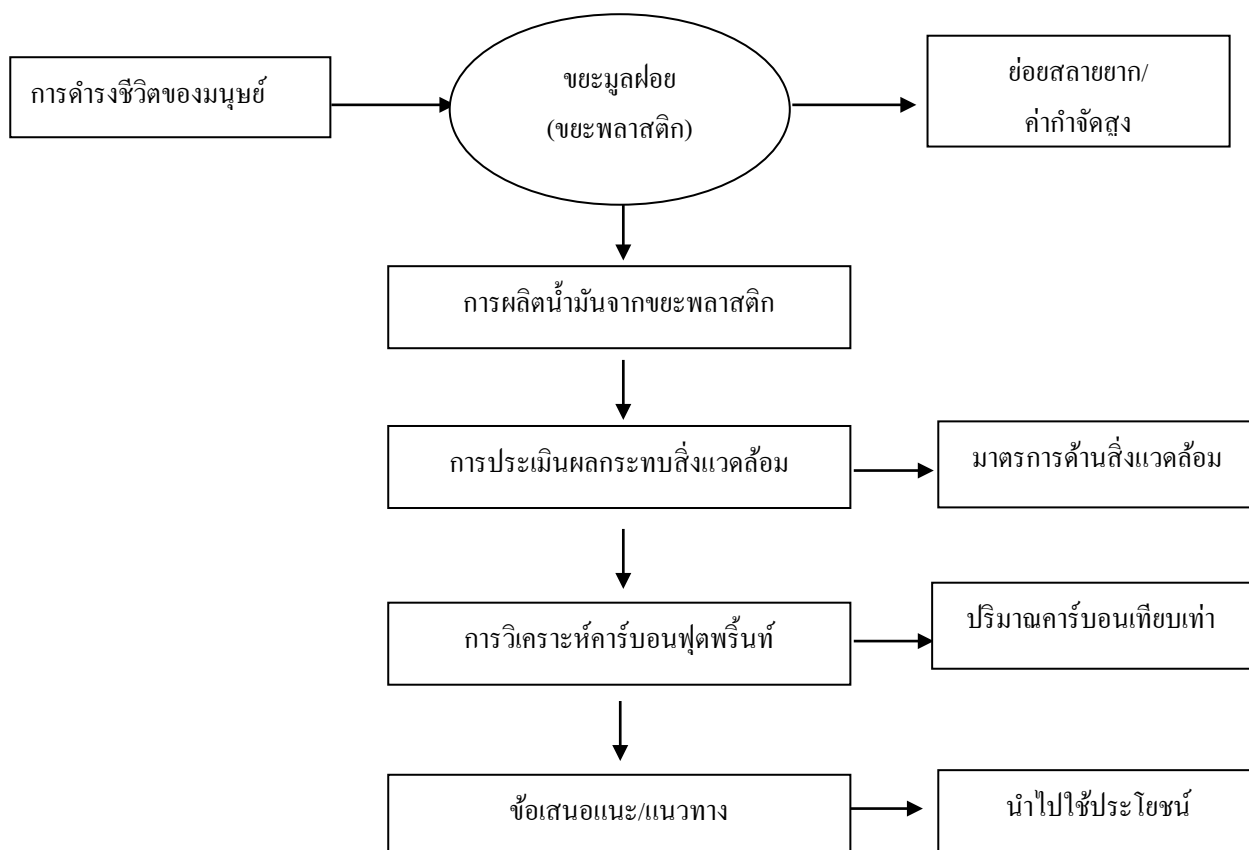
1.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลกระทบจากโครงการพัฒนาที่จะมีต่อสุขภาพหรือความสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมทั้งทางบวกและทางลบ รวมทั้งความเสี่ยงที่จะมีผลกระทบต่อสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นต่อธรรมชาติ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้แนวคิดการประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) ร่วมกับแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมประเภทโครงการอุตสาหกรรมของจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.4.3 การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์

การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัสดุออกมาในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้แนวคิดการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เสนอแนะและจัดทำแนวทางโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก

1.5 กรอบแนวคิดของงานวิจัย



1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) หมายถึง ก๊าซชนิดต่างๆ ที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อน ที่มีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซ โอโซน ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Greenhouse Gas Emission) เท่านั้น ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และสารประกอบจากพวกฟลูออไรด์ 3 ชนิด คือ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon: HFC) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfurhexafluoride: SF_6) ก๊าซเหล่านี้ส่วนหนึ่งปล่อยออกสู่บรรยากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตใน โรงงานอุตสาหกรรมและกระบวนการเกษตรกรรม ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็น และใช้ในการผลิตโฟมแต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโตเนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ใน พิธีสารมอนทรีออลแล้ว (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, สำนักนวัตกรรมไม้เศรษฐกิจ, ม.ป.ป.: 35-36; องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2553: 8)

1.6.2 คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint for Organization) คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสียและการขนส่งวัตถุดิบมาในรูปแบบตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2012)

1.6.3 คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2eq) คือ ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนไม่เท่ากันจึงได้กำหนดค่าการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของแต่ละสารให้เทียบกับศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (GWP) โดย IPCC เท่ากับ 1 โดยค่านี้เรียกว่า "คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เช่น มีเทน 1 หน่วยจะมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเป็น 21 หน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (อภิธานศัพท์และคำย่อด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ปี 2555)

1.6.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม คือ การประเมินผลกระทบจากโครงการพัฒนาที่จะมีต่อสุขภาพหรือความสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมทั้งทางบกและทางลพ รวมทั้งความเสี่ยงที่จะมีผลต่อสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นต่อธรรมชาติ

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของงานวิจัยนี้หลังจากการเผยแพร่จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษา นักวิจัย หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน และผู้สนใจทั่วไป ดังนี้

1.7.1 ได้ข้อมูลด้านวิชาการในส่วนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

1.7.2 ได้ทราบผลการดำเนินงานรวมถึงสภาพปัญหาในการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

1.7.3 ได้แนวทางและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ งานวิจัย รายงาน บทความ และวารสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็นข้อหลักๆดังนี้

- 2.1 เอกสารที่เกี่ยวกับขยะ
- 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก
- 2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
- 2.4 เอกสารที่เกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขยะ

2.1.1 ความหมายของขยะ

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานฉบับ พ.ศ. 2525 กล่าวว่า มูล ฝอย หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยากเยื่อ ขยะ หมายถึง หยากเยื่อ มูลฝอย พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความ มูล ฝอย หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่เราไม่ต้องการ ที่เป็นของแข็งหรืออ่อน มีความชื้น ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร ขยะพลาสติก ภาชนะกล่องใส่อาหาร แก้ว มูลสัตว์ หรือซากสัตว์รวมตลอดถึงวัตถุอื่น สิ่งใดที่เก็บกวาดได้จากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

2.1.2 แหล่งกำเนิดมูลฝอยและประเภทของ

ขยะโดยทั่วไปสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยได้เป็น 3 ส่วนหลัก คือ ขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยจากการเกษตร และขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม นอกจากนี้ อาจแบ่งแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เช่นกัน ได้แก่ ขยะมูลฝอยจากบ้านพักอาศัย (Residential waste) ขยะมูลฝอยจากธุรกิจการค้า (Commercial waste) ขยะมูลฝอยจากการเกษตร (Agricultural waste) ขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial waste) และขยะมูลฝอยจากโรงพยาบาล (Hospital waste) เป็นต้น สำหรับประเภทของขยะสามารถแบ่งได้ตามลักษณะและแหล่งกำเนิดของขยะดังนี้

2.1.2.1 ประเภทขยะตามลักษณะหรือชนิดของขยะ แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) ขยะย่อยสลาย หรือ มูลฝอยย่อยสลาย คือ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

2) ขยะรีไซเคิล หรือ มูลฝอยที่ยังใช้ได้ คือ ของเสียบรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุเหลือใช้ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ กระจก เครื่องดื่ม เศษพลาสติก เศษโลหะ อลูมิเนียม ยางรถยนต์ ก่อสร้างเครื่องดื่ม แบบ UHT เป็นต้น

3) ขยะทั่วไป หรือ มูลฝอยทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นนอกเหนือจากขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย มีลักษณะที่ย่อยสลายยาก และไม่คุ้มค่าสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ห่อพลาสติกใส่ขนม ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ถุงพลาสติก เปื้อนเศษอาหาร โฟมเปื้อนอาหาร พอยล์เปื้อนอาหาร ซองหรือถุงพลาสติกสำหรับบรรจุเครื่องอุปโภคด้วยวิธีรีดความร้อน เป็นต้น

4) ขยะอันตราย หรือ มูลฝอยอันตราย คือ มูลฝอยที่ปนเปื้อน หรือมีองค์ประกอบของวัตถุอันตราย ได้แก่ สารเคมี วัตถุมีพิษ ซากถ่านไฟฉาย และขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล

2.1.2.2 ประเภทขยะตามแหล่งกำเนิดขยะ สามารถแบ่งได้เป็นแหล่งใหญ่ๆ 3 แหล่งดังนี้

1) ขยะชุมชน ได้แก่ ขยะที่เกิดจากที่พักอาศัย ย่านธุรกิจการค้า ตลาดสด สถานที่ราชการ เป็นต้น

2) ขยะจากการเกษตร ได้แก่ ขยะจากเกษตรกรรมหรือปศุสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เช่น เศษพืช ผัก มูลสัตว์ เป็นต้น

3) ขยะอุตสาหกรรม ได้แก่ ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งจากกระบวนการผลิต หรือที่ปะปนมากับวัตถุดิบ มีทั้งขยะทั่วไป และขยะอันตราย ขึ้นอยู่กับประเภทโรงงาน จะเห็นได้ว่า แหล่งที่มาของขยะมีหลายแห่ง และมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามกิจกรรม ในการวางแผนจัดการขยะควรมีข้อมูลประเภท จำนวน ของแหล่งกำเนิดขยะ เพื่อความสะดวกในการประเมินถึง ชนิด และปริมาณของขยะ และง่ายต่อการตรวจสอบของหน่วยงานท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน

2.1.3 องค์ประกอบของขยะ

องค์ประกอบของขยะจะเปลี่ยนไปตามสภาพของภูมิอากาศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจสังคม วิธีชีวิตตลอดจนอุปนิสัยและแบบแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชน/เมือง โดยทั่วไปมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนมีองค์ประกอบหลักอยู่ด้วย กัน 4 ประเภท คือ

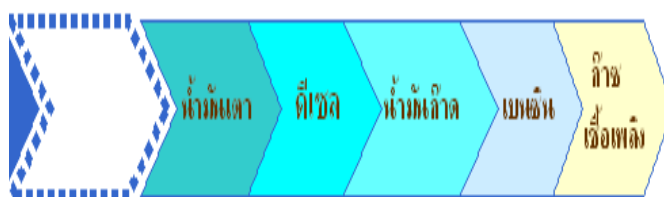
2.1.3.1 ขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหาร เศษใบไม้ เศษหญ้า
 2.1.3.2 ขยะรีไซเคิล เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ พลาสติก อะลูมิเนียม และยาง
 2.1.3.3 ขยะอันตรายหรือของเสียอันตรายจากชุมชน เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า

2.1.3.4 ขยะทั่วไป เช่น เศษผ้า เศษไม้ เศษวัสดุก่อสร้าง เกิดจากการเผาไหม้ และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีขยะติดเชื้อที่เกิดจากโรงพยาบาลและ สถานบริการสาธารณสุขต่างๆ อีกจำนวนหนึ่ง

2.2. การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

2.2.1 กระบวนการไพโรไลซิส

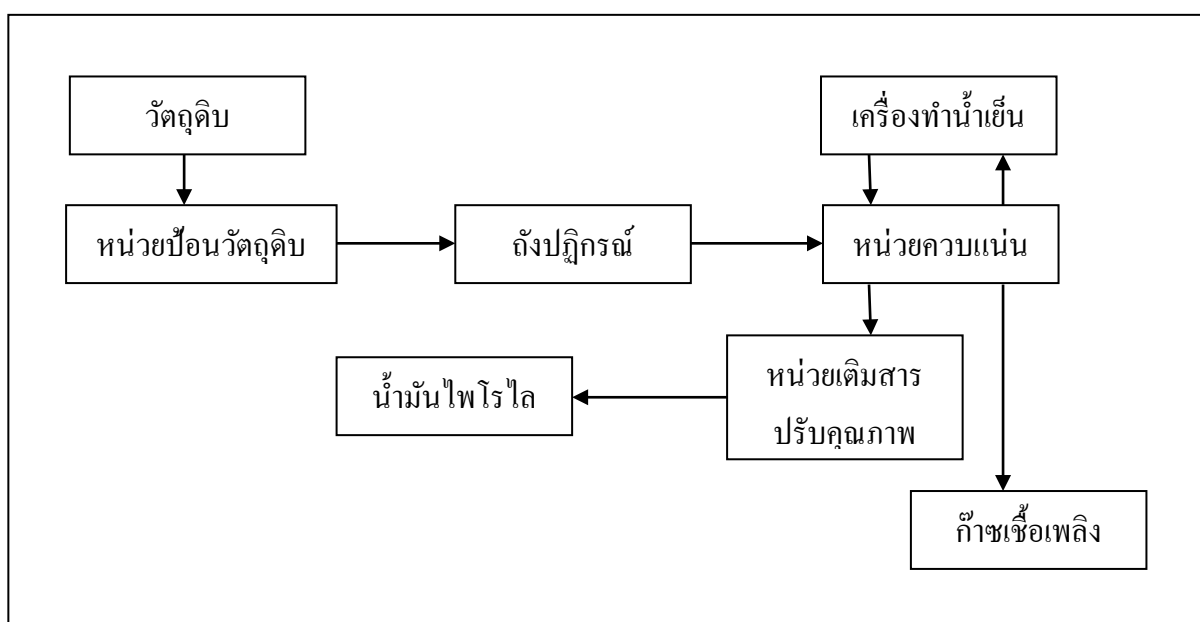
ศิริรัตน์ จิตการคำ (2549) ได้อธิบายถึง กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ การให้ความร้อนแก่สารใดสารหนึ่งเพื่อย่อยโมเลกุลให้มีขนาดเล็กลงในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งจะได้ของเหลวออกมามีลักษณะคล้ายน้ำมันเตา แต่มีความใสมากกว่าและเป็นสีดำได้คาร์บอนแบล็ค และก๊าซติดไฟ (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการไพโรไลซิส

ไพโรไลซิส (Pyrolysis) เป็นกระบวนการเคมีความร้อน ในการเปลี่ยนโครงสร้างของแข็งให้เป็นก๊าซ ด้วยการเผาไหม้ของของแข็งที่เป็นเชื้อเพลิง เมื่อวัสดุมีการสัมผัส กับสภาพแวดล้อมที่ร้อนก็ผ่านความร้อน เกิดการสลายตัว และแปลงสภาพเป็นก๊าซติดไฟและถ่าน (Avdhes, Raviand Kohli, 2011: 1)

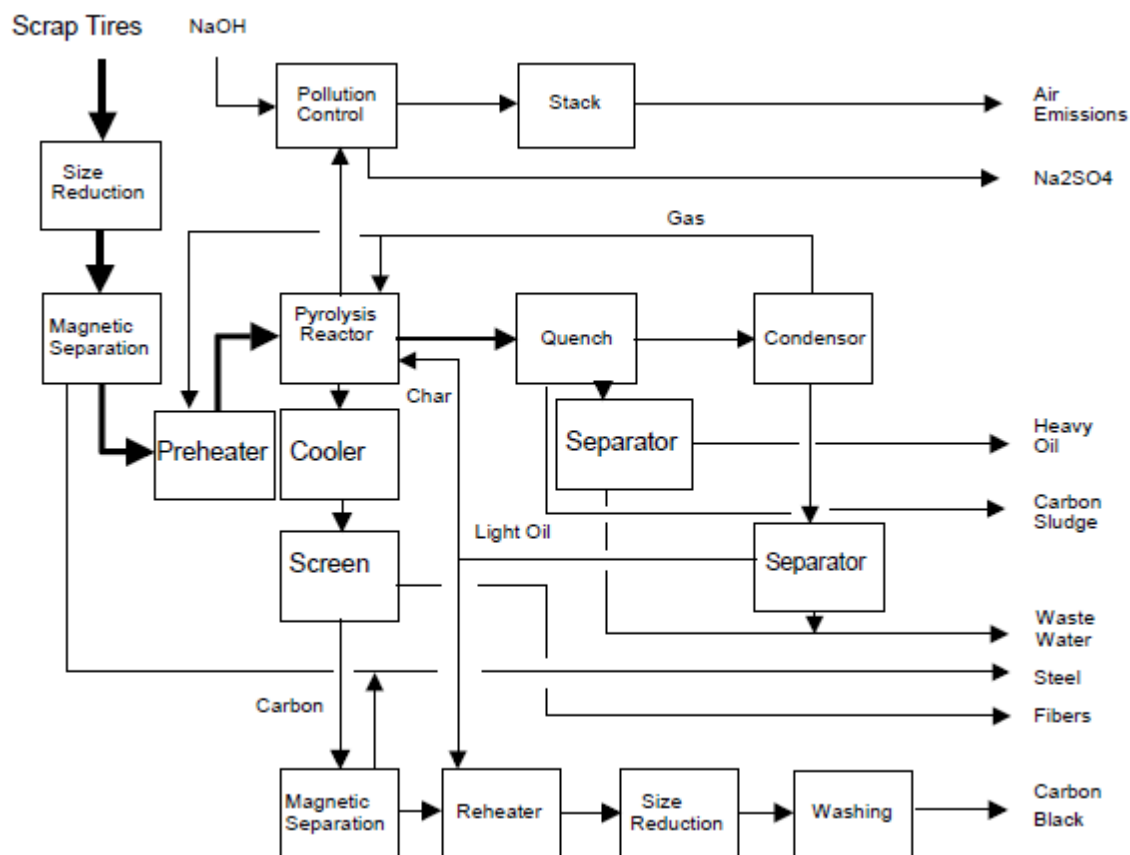
กระบวนการไพโรไลซิส เป็นกระบวนการแตกตัวของสารที่มีมวลโมเลกุลสูงด้วยกระบวนการทางความร้อน ภายใต้สภาวะปราศจากอากาศ โดยความร้อนที่ใช้เป็นความร้อนขนาดปานกลางที่อุณหภูมิ 450 – 600 องศาเซลเซียส โดยได้ผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดตามสถานะ คือ ก๊าซของแข็ง และของเหลว โดยก๊าซที่ได้ประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4) จนถึงก๊าซโพรเพน (C_4H_{10}) ส่วนของเหลวที่ได้มีคุณลักษณะทั่วไปคล้ายน้ำมัน ซึ่งส่วนของของเหลวนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการจากกระบวนการมากที่สุด สำหรับของแข็งที่ได้จากกระบวนการ คือ ถ่าน (Char) ซึ่งเป็นผงของคาร์บอนโมเลกุลขนาดเล็กที่เกิดจากปฏิกิริยาแตกตัวโดยอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อัตราการให้ความร้อน อัตราการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการและชนิดของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต (ภาพที่ 2.2) (บริษัท มาซูคอน จำกัด (มหาชน), 2554: 28)



ภาพที่ 2.2 แผนผังของระบบไพโรไลซิส

แหล่งที่มา : บริษัท มาซูคอน จำกัด (มหาชน), 2554: 28.

ประพันธ์ คูหลธรา (2551) ได้อธิบายถึง หลักการของกระบวนการเคมียความร้อนของ เชื้อเพลิงสังเคราะห์ คือ การใช้ความร้อนแตกโครงสร้างขนาดใหญ่ของวัสดุตั้งต้น ให้มีขนาดเล็กลง ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน หรือมีในปริมาณจำกัด ผลผลิตที่ได้มีตั้งแต่โมเลกุลขนาดเล็ก เป็นก๊าซที่ สภาวะห้อง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์ของเหลวมีขนาดโมเลกุล หลากหลายจำนวนอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ 5 ขึ้นไปจนถึงส่วนกลั่นได้ที่มีจุดเดือดมากกว่า 370 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถนำไปกลั่นแยกและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ เพื่อให้เหมาะสม ต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซโซลีน เจทออยล์ ดีเซล น้ำมันหล่อลื่นและน้ำมัน เตา เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีของแข็งซึ่งเป็นส่วนของวัสดุตั้งต้นที่เหลืออยู่และ/หรือเกิดจาก ปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน (Polymerization) เรียกว่า ถ่านชาร์ (Char) องค์ประกอบของวัสดุตั้งต้น และภาวะที่ใช้ในกระบวนการความร้อนเคมี ได้แก่ อุณหภูมิ เวลา ตัวเร่งปฏิกิริยา และก๊าซอื่น ๆ เป็น ปัจจัยหลักกำหนดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ยกตัวอย่างเช่น การใช้ถ่านหินซึ่งมีอัตราส่วน H/C ต่ำ เป็นวัสดุตั้งต้น จะให้ผลิตภัณฑ์ของเหลวน้อยกว่าการใช้ชีวมวลซึ่งมีอัตราส่วน H/C สูงกว่าเป็นต้น ตัวอย่างระบบการไพโรไลซิสยางรถยนต์ใช้แล้วเพื่อผลิตน้ำมัน แสดงดังภาพที่ 2.3 ในระบบนี้ สามารถนำถ่านชาร์ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสมาแปรรูปเป็นคาร์บอนแบล็คได้ด้วย



ภาพที่ 2.3 ลักษณะทั่วไปของกระบวนการไพโรไลซิส

แหล่งที่มา : Cal Recovery, Inc., 1995.

นคร ทิพยาวงศ์ (2553: 49) ได้นิยาม ไพโรไลซิสว่า เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแบบย้อนกลับไม่ได้ ที่ทำให้ชีวมวลเกิดการแตกตัวด้วยความร้อนภายใต้บรรยากาศแบบไร้ออกซิเจน ในระหว่างกระบวนการไพโรไลซิส เชื้อเพลิงชีวมวลจะเกิดการเปลี่ยนสภาพเป็นชั้นๆ แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนของก๊าซ ของเหลว และของแข็งออกมา

Cal Recovery, Inc. (1995) ได้อธิบายว่า ไพโรไลซิส คือ กระบวนการโดยอาจเป็นชุดเดี่ยวหรือระบบป้อนอย่างต่อเนื่อง ไพโรไลซิสต้องอาศัย ความร้อนจากการสลายพันธะของสารเคมีที่ให้กลไกที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และกลายเป็นไอ โดยส่วนใหญ่ดำเนินการภายในช่วงอุณหภูมิจาก 250 – 500 องศาเซลเซียส ถึงแม้ว่าในบางรายงานการดำเนินงานอาจใช้อุณหภูมิสูงถึง 900 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิสูงกว่าประมาณ 250 องศาเซลเซียส ยางจะเริ่มปล่อยผลิตภัณฑ์น้ำมันของเหลว

และก๊าซ จนถึง 400 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับกระบวนการทำงานที่ผลิตของน้ำมัน และของแข็งที่ได้จากยาง

พรชัย คติกำจร (2550: 130–132) กล่าวว่า การกลั่นสลายตัว ของสารที่ถูกย่อยสลายทางเคมีด้วยความร้อน ณ อุณหภูมิสูง ๆ ในที่ที่อับอากาศปราศจากออกซิเจน จะทำให้เกิดการสลายของเนื้อวัสดุออกไป เป็นองค์ประกอบย่อยๆ ชนิดต่างๆ หรือองค์ประกอบที่มีขนาดเล็กกว่าเดิม อุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสมัก อยู่ในช่วง 500 – 1,100 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิดและพันธะเคมีที่มีอยู่ในสารนั้นๆ

Wikipedia (n.d.) ได้ระบุว่า ไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ การสลายตัวด้วยกระบวนการทางเคมีของสารอินทรีย์ที่อุณหภูมิสูงในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ไพโรไลซิสมักจะเกิดขึ้นภายใต้ความกดดันและอุณหภูมิในการดำเนินงานดังกล่าวข้างต้น (430 องศาเซลเซียส/800 องศาฟาเรนไฮต์) Pyro เป็นคำที่บัญญัติมาจากภาษากรีกแปลว่า "ไฟ" และ Lysis แปลว่า "แยก"

Bioenergywiki (2012) อธิบายถึง ไพโรไลซิส ว่าเป็นเทคโนโลยีการแปลงสารชีวมวล ด้วยกระบวนการความร้อนทางเคมีเพื่อผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยเกี่ยวข้องกับความร้อนของวัตถุดิบอินทรีย์ ้โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องไม่มีออกซิเจนและสารเคมี เพื่อให้เกิดการสลายตัว

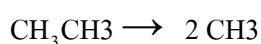
Green Fuel (ม.ป.ป.) ได้ให้คำจำกัดความของ Pyrolysis ว่า คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีโดยใช้ความร้อนในสภาวะไร้อากาศ โดยเกิดการแตกของพันธะโมเลกุลในองค์ประกอบ จากสายโซ่พันธะเคมียาวๆ กลายเป็นสายโซ่สั้นๆ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบคาร์บอนระเหยได้ ก็กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิง บางส่วนที่ถูกควบแน่น ก็กลายเป็นของเหลว (น้ำมัน)

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (ม.ป.ป.) อธิบายถึง การเผาไหม้แบบไพโรไลซิส (Pyrolysis) และก๊าซซิ เฟเคชั่น (Gasification) ว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องและต่อเนื่องกันในการเปลี่ยนชีวมวลซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ให้กลายเป็นก๊าซที่เผาไหม้ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H₂) และก๊าซมีเทน (CH₄) โดยกระบวนการดังกล่าวเป็นการเผาไหม้อินทรีย์สารแบบจำกัด ปริมาณออกซิเจนทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ กระบวนการกำจัดขยะด้วยเทคโนโลยีก๊าซซิเฟเคชั่น เริ่มจากการคัดแยกขยะมูลฝอยที่สามารถนำมารีไซเคิลและขายได้ ขยะอันตราย ขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ และขยะที่อาจจะระเบิดได้ออกจากขยะรวม จากนั้นนำขยะที่เหลือผ่านกระบวนการย่อยให้มีขนาดเล็กลงและมีขนาดใกล้เคียงกัน อบให้แห้ง (กรณีที่มีความชื้นสูง) และป้อนเข้าเตาเผาไพโรไลซิสหรือก๊าซซิไฟเออร์ ก๊าซเชื้อเพลิง ที่ได้มีค่าความร้อนเฉลี่ยประมาณ 5.00 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงาน ได้ 2 รูปแบบ คือ นำมาผ่านชุดลดอุณหภูมิและทำความสะอาดก๊าซ และส่งเข้าเครื่องยนต์ก๊าซ (Gas

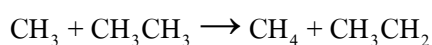
Engine) เพื่อผลิตไฟฟ้า หรือป้อนก๊าซเข้าไปเผาไหม้ในหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำแล้วนำไปหมุนกังหันไอน้ำ ผลิตไฟฟ้า หรือนำ ความร้อนของไอน้ำไปใช้ประโยชน์อื่น

สรุปได้ว่า ไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ กระบวนการทางเคมีความร้อนโดยใช้ความร้อนเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาการแตกตัวของโมเลกุลสารโพลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าให้เล็กลง ในสถานะที่จะต้องไม่มีออกซิเจน (พลสุข โพธิ์รักจิต, 2553: 148–149) หรือสารอื่นใดเข้าร่วมในการทำปฏิกิริยา ในการแปลงยางเถ้ารถยนต์ ให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับสหกรณ์การเกษตรวานรนิวาส จำกัด จังหวัดสกลนคร ใช้วิธีไพโรไลซิสเป็นวิธีการย่อยสลายยางรถยนต์เก่าที่หมดสภาพแล้วนำมาสลายในเตาปฏิกรณ์ซึ่งจะปล่อยอากาศและก๊าซที่ไม่ต้องการทิ้งในช่วงแรก โดยใช้ความร้อนเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี และมีการเติมสารเร่งปฏิกิริยาประเภทเบสด้วยสาร Non – Hydrogen Phosphate Depressant เพื่อเร่งปฏิกิริยาเคมีร่วมกับกระบวนการไพโรไลซิส และเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำมัน และก๊าซที่ได้ และเร่งการเกิดปฏิกิริยาให้เร็วขึ้น การแตกตัวเป็นกระบวนการของโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่มีความซับซ้อนหรือมีขนาดใหญ่ ให้แตกตัวออกเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ โดยการสลายพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน อัตราในการแตกตัว และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใส่เข้าไป การแตกตัวนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Pyrolysis ซึ่งเป็นการแตกตัวด้วยอุณหภูมิ (Thermal Cracking)

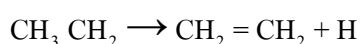
ปฏิกิริยาเริ่มต้น : Initial Reaction เมื่อโมเลกุลเดี่ยวแยกเป็นสองส่วนจะมีส่วนเล็ก ๆ ของโมเลกุลที่จะเข้าสู่ปฏิกิริยาเริ่มต้น ในการแตกตัวปฏิกิริยาเริ่มต้นจะเกี่ยวข้องกับการแตกตัวของพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนน้อยกว่าพันธะระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจน



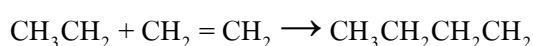
Hydrogen Abstraction เมื่อสารประกอบอิสระเคลื่อนที่อะตอมไฮโดรเจนจากโมเลกุลและเคลื่อนโมเลกุลที่สองไปเป็นสารประกอบอิสระ



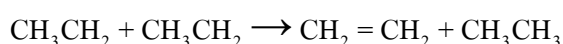
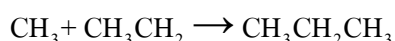
การจัดเรียงตัวใหม่ (Decomposition) เมื่อสารประกอบอิสระแตกตัวเป็นสองโมเลกุล Alkene และสารประกอบอิสระอื่น ๆ



การเติม (Addition) การผันกลับของจัดเรียงตัวใหม่ ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนเป็นสายเดี่ยวหรือเป็นสารประกอบอิสระที่มีขนาดใหญ่ ในกระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนรูปของ Aromatic



ปฏิกิริยาสิ้นสุด (Termination Reaction) เกิดขึ้นเมื่อสารประกอบอิสระทั้งสองทำปฏิกิริยากับตัวอื่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่มีสารประกอบอิสระ 2 รูปแบบที่ได้หลังสิ้นสุดปฏิกิริยา คือ Recombination ที่เกิดจากการรวมตัวของสองโมเลกุลกลายเป็นโมเลกุลใหญ่ และ Disproportionation เกิดจากการเปลี่ยนรูปของอะตอมไฮโดรเจนเพื่อกลายเป็น Alkane และ Alkene



กระบวนการไพโรไลซิสจึงเป็นกระบวนการแตกตัวของสารจำพวกโพลิเมอร์ที่มีมวลโมเลกุลสูงและขนาดใหญ่ ซึ่งในที่นี้ก็คือ พลาสติกหรือยางรถยนต์ ด้วยกระบวนการทางเคมีความร้อนภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยความร้อนที่ใช้เป็นความร้อนขนาดปานกลางที่อุณหภูมิ 300–600 องศาเซลเซียส โดยได้ผลิตภัณฑ์ 3 ชนิดตามสถานะ คือ ก๊าซ ของแข็ง และของเหลว โดยก๊าซที่ได้ประกอบด้วยก๊าซมีเทน (CH_4) จนถึงก๊าซโพรเพน (C_4H_{10}) ซึ่งเป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าหรือเดินเครื่องยนต์ได้ ส่วนของเหลวที่ได้มีคุณลักษณะทั่วไปคล้ายน้ำมัน เทียบได้กับน้ำมันดิบ เบนซิน ดีเซล และมีปริมาณของสารโมเลกุลใหญ่ เช่น ยางมะตอยผสมอยู่ในปริมาณน้อยมากจนถึงไม่มีเลย ซึ่งส่วนของของเหลวนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการจากกระบวนการมากที่สุด สำหรับของแข็งที่ได้จากกระบวนการ คือ ถ่าน (Char) ซึ่งเป็นผงของคาร์บอนโมเลกุลขนาดเล็กที่เกิดจากปฏิกิริยาแตกตัวของสารโพลิเมอร์ โดยอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อัตราการให้ความร้อน อัตราการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ และชนิดของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการ ค่าความร้อนของวัตถุดิบแต่ละชนิดแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าความร้อนของวัตถุดิบแต่ละชนิดเทียบกับ เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ

ชนิดของวัตถุดิบ/เชื้อเพลิง	ค่าความร้อน (Kcal/Kg)
Polyethylene (PE)	9,938
Polypropylene (PP)	7,614
Polystyrene (PS)	7,962
High Density Polyethylene (HDPE)	7,369
Polyethylene Terephthalate (PET)	3,780
Polyvinylchloride (PVC)	3,385

กระดาษ (Paper)	4,157
เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biomass Fuel)	3,333 – 4,381
ถ่านหินเกรดพรีเมียม (Premium Grade Coal)	5,476 – 6,667
ก๊าซโซลีน (Gasoline)	10,714
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	11,428
ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	12,857

แหล่งที่มา : บริษัท มาซูคอน จำกัด (มหาชน), 2554: 27.

ในกรณีนี้อุปกรณ์ของสหกรณ์การเกษตรวานรนิวาส จำกัด จังหวัดสกลนคร (ภาพที่ 2.9) จะเป็นการใช้ความร้อนจากกระบวนการไพโรไลซิสในให้ความร้อนผ่านเครื่องปฏิกรณ์แล้วถ่ายเทผ่านไปให้กับวัตถุดิบภายใน เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ให้ได้ตามที่กำหนดความร้อนให้กับกระบวนการถูกใช้ในสองส่วน คือ

1) ความร้อนในชั้นแรกถูกใช้ไปเพื่อสลายตัวของสารที่ระเหยออกจากวัตถุดิบได้ง่าย เช่น น้ำและสารระเหยต่างๆ ที่อาจติดมากับยาง เรียกว่า Devolatilization โดยสารระเหยเหล่านี้จะไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ

2) ความร้อนชั้นที่สองหรือชั้นเกิดปฏิกิริยา เป็นความร้อนที่ถูกใช้ไปเพื่อให้วัตถุดิบเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวได้เป็นผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ถูกกำหนดโดยสภาวะที่ใช้ภายในเครื่องปฏิกรณ์ ขนาดโมเลกุลของวัตถุดิบนั้นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ยิ่งถ้าใช้เวลานานมาก โมเลกุลก็จะยังมีขนาดเล็กมากขึ้น แต่ถ้าให้ความร้อนกับวัตถุดิบเป็นเวลานานจนเกินไป สารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวัตถุดิบจะกลับมารวมตัวกันเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่อีกครั้ง และได้ผลิตภัณฑ์ที่ด้อยคุณภาพจากกระบวนการ หรือเป็นของแข็งเหนียวติดอยู่ภายในอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องปฏิกรณ์

ในการเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิสภายในเครื่องปฏิกรณ์นั้น สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ที่เป็นของเหลวและก๊าซ ในตอนเริ่มต้นของปฏิกิริยาจะเกิดเป็นก๊าซทั้งหมดภายในเครื่องปฏิกรณ์ แต่เมื่อมีการลดอุณหภูมิของสารผลิตภัณฑ์ลงมาที่อุณหภูมิปกติจึงจะได้ผลิตภัณฑ์ของเหลวออกมา ดังนั้นในกระบวนการไพโรไลซิสจึงต้องมีส่วนที่ลดความร้อนและควบแน่นผลิตภัณฑ์ของเหลวเพื่อใช้ในการแยกระหว่างก๊าซเชื้อเพลิงและน้ำในไพโรไลซิส โดยของแข็งที่เกิดระหว่างปฏิกิริยาจะใช้วิธีการแยกออกภายในเครื่องปฏิกรณ์จะคัดออกมากับก๊าซเชื้อเพลิงในปริมาณที่น้อยมาก และภายหลังจากการกลั่นของแข็งที่เกิดจากกระบวนการไพโรไลซิสก็จะถูกแยกออกไปอย่างสมบูรณ์



ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์ไพโรไลซิสระบบอัตโนมัติ
แหล่งที่มา : บริษัท มาชুকอน จำกัด (มหาชน), 2554: 30.

ชนิดของเตาปฏิกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิส มีระบบที่ได้มีการทดลองและใช้ในปัจจุบันมีด้วยกัน 5 แบบ (Andreas, 2007) คือ

- 1) Fluidized Bed Reactor
- 2) Rotating Reactor
- 3) Ablative Reactor
- 4) Circulated Fluidized Bed Reactor
- 5) Vacuum Pyrolysis Reactor

ชนิดของเตาปฏิกรณ์ Pyrolysis มีหลากหลาย ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกประเภทของการไพโรไลซิสแต่หลักๆ ของกระบวนการไพโรไลซิส ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แบ่งได้ 3 ประเภท โดยจำแนกจากเวลาที่ของแข็งหลอมเป็นของเหลวที่อยู่ภายในเครื่องปฏิกรณ์นับเป็นวินาที นาที ชั่วโมง และการถ่ายพลังงานความร้อน และกระจายตัวของก๊าซในแต่ละอุณหภูมิและระยะเวลาที่อยู่ในระบบ ประเภทของกระบวนการไพโรไลซิสจะมีด้วยกันทั้งหมด 3 ประเภท โดยยึดถือสถานะปฏิบัติอัตราเร่งของอุณหภูมิที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์ คือ

ประเภทที่ 1 Slow Pyrolysis หรือ ไพโรไลซิสแบบช้า คือ ปฏิบัติการที่เร่งอุณหภูมิที่ไม่เกิน

400 องศาเซลเซียส อย่างช้าโดยมีอัตราการเร่งของอุณหภูมิไม่เกิน 10.0 องศาเซลเซียสต่อวินาทีโดยปล่อยสารระเหยให้ทำปฏิกิริยาภายในอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 5 – 30 นาที โดยรักษา

อุณหภูมิอย่างคงที่มีวัตถุประสงค์ คือ ต้องการถ่าน (Char) จากกระบวนการเป็นหลัก ของเหลวและก๊าซจะได้ในปริมาณไม่มาก

ประเภทที่ 2 Fast Pyrolysis หรือ ไพโรไลซิสแบบเร็ว คือ การปฏิบัติที่เร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับแบบช้าโดยมีอัตราการเร่งที่วินาทีละ 10.0 – 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาปฏิกรณ์อยู่ระหว่าง 600 – 650 องศาเซลเซียส สารระเหยที่ได้จะต้องปล่อยออกทันทีหรือให้อยู่ในเตาปฏิกรณ์ไม่เกิน 2 – 3 วินาที และเมื่อก๊าซผ่านออกมาแล้วจะทำการควบแน่นอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ของเหลวในปริมาณที่สูงที่สุด ซึ่งปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ จะเป็นของเหลวประมาณร้อยละ 50.0 – 60.0 ของแข็งร้อยละ 25.0 – 30.0 และก๊าซประมาณร้อยละ 15.0 – 20.0 ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบโดยมีความสัมพันธ์ ดังนี้

- 1) ขนาดของวัตถุดิบต่อการเร่งของอุณหภูมิ
- 2) การควบคุมอุณหภูมิภายในเตาปฏิกรณ์ไม่ให้สูงเกิน 650 องศาเซลเซียส
- 3) การปล่อยไอระเหยให้ออกจากเตาปฏิกรณ์อย่างต่อเนื่องไม่ให้ติดขัด
- 4) การควบแน่นไอระเหยอย่างรวดเร็ว

ประเภทที่ 3 Flash Pyrolysis หรือ ไพโรไลซิสชนิดเร็วมาก คือ การปฏิบัติที่ให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในอัตราการเร่งที่วินาทีละตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียสขึ้นไป อุณหภูมิภายในเตาจะสูงถึง 1,000 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซเชื้อเพลิง

ขยะมูลฝอยส่วนที่เป็นขยะเปียกนั้น ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย ดังนั้นการนำไปกองทิ้งไว้ก็จะบูดเน่า และส่งกลิ่นเหม็น แต่ถ้านำขยะส่วนนี้ไปหมัก ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง กลิ่นเหม็นจะลดลงไปได้อย่างมาก นอกจากนั้นผลผลิตที่ได้ยังสามารถไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับบำรุงดิน เพื่อการเกษตรได้อีกด้วยการหมักขยะมูลฝอย เพื่อทำเป็นปุ๋ยนั้น เป็นการอาศัยกระบวนการทางชีววิทยา ซึ่งจุลินทรีย์จะย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้เป็นแร่ธาตุ ที่ค่อนข้างจะคงรูป และมีคุณสมบัติต่อพืช นอกจากนี้ของที่หมักได้ที่แล้ว จะมีปริมาตรลดลงประมาณร้อยละ 30-65 และยังสามารถทำลายจุลินทรีย์บางชนิด ที่อาจทำให้เกิดโรคได้อีกด้วย

2.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.2.2.1 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ตามความในมาตราของพระราชบัญญัตินี้ กรมควบคุมมลพิษมีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดเกณฑ์และมาตรฐานในการควบคุมการดำเนินการของโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะมาตรฐานและวิธีการควบคุมการกำจัดของเสียมลพิษหรือสารปนเปื้อนซึ่งเกิดจากกิจการของโรงงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรมสามารถประกาศกฎกระทรวงเกี่ยวกับการกำจัดของเสียสิ่งปฏิกูล และขยะมูลฝอย ห้ามการปล่อยทิ้งน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรม แนวทางการมีระบบบำบัดของเสีย ตลอดจนกำหนดระดับเสี่ยงไม่ให้เกินมาตรฐานของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (US Environmental Protection Agency: EPA)

2.2.2.2 พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

ตามความในพระราชบัญญัตินี้ กรมควบคุมมลพิษเกี่ยวข้องในส่วนการกำจัดของเสียทั้งการควบคุมผู้ประกอบการขนส่ง/ผู้รับจ้างกำจัดขยะ ขยะมูลฝอยและของเสีย และการกำหนดเกณฑ์ควบคุมเหตุเดือดร้อนรำคาญของส่วนรวมที่เกิดจากกลิ่น แสง รังสี เสียง ความร้อน สารอันตรายความสั่นสะเทือน ฝุ่น ใยแก้วพิษ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษควบคุมดูแลกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตลาด การเก็บรักษา การเก็บขน และสถานที่กำจัดมูลฝอย การปล่อยน้ำทิ้งและอากาศเสีย

2.2.2.3 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัตินี้ได้กำหนดเกณฑ์ควบคุมวัตถุอันตราย โดยการนำเข้า ผลิต ขนส่ง ใช้งานการกำจัดและส่งออก ไม่ให้มีผลกระทบและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช สมบัติหรือสิ่งแวดล้อม กระทรวงอุตสาหกรรมได้แบ่งสารอันตรายออกเป็น 4 ประเภท เพื่อให้สามารถควบคุมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และจัดตั้งศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายเพื่อประสานงานกับหน่วยงานราชการอื่นๆ ในด้านข้อมูลวัตถุอันตราย และสร้างเกณฑ์และวิธีการจดทะเบียนวัตถุอันตราย

2.2.2.4 ประกาศข้อบังคับ คำมาตรฐาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548

ประกาศข้อบังคับ คำมาตรฐาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2548 เรื่องการกำหนดมาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะมูลฝอย ราชกิจจานุเบกษาเล่ม 114 ตอนที่ 63ง ลงวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2540

2.3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.3.1 รายละเอียดโครงการ

การศึกษารายละเอียดโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของโครงการเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาโครงการ อย่างไรก็ตาม การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการเป็นการศึกษาในระดับโครงการหรือรายโครงการ จึงมีข้อจำกัดหลายด้านต่อการศึกษา การประเมินผลกระทบของโครงการในที่นี่จึงมุ่งเน้นคาดการณ์หรือทำนายสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่อาจเปลี่ยนแปลงไปภายหลังดำเนินโครงการโดยจะคำนึงถึงสภาพแวดล้อมหรือมลพิษที่มีอยู่เดิมของพื้นที่ศึกษาก่อนมีโครงการด้วย มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

(1) พื้นที่ตั้งโครงการ ศึกษาที่ตั้งโครงการ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบพื้นที่โครงการ และการวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ของโครงการ

(2) เครื่องจักร อุปกรณ์และกระบวนการผลิต ศึกษารายละเอียดเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต และรายละเอียดขั้นตอนการผลิต พร้อมทั้งแสดงรูปหรือแผนผังขั้นตอนหน่วยผลิตต่างๆ (process flow diagram) และสมดุลความร้อน (heat balance)

(3) เชื้อเพลิง ศึกษาข้อมูลชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต แหล่งที่มา/องค์ประกอบ/วิธีการขนส่ง/อัตราการใช้/วิธีการกักเก็บเชื้อเพลิง รวมถึงวิธีการป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากกิจกรรมการขนส่ง/การลำเลียงเชื้อเพลิงและการเก็บกักเชื้อเพลิงของโครงการ ให้สอดคล้องกับทิศทางลมในบริเวณพื้นที่โครงการในแต่ละฤดูกาล

(4) สารเคมี ศึกษาชนิด/แหล่งที่มา/ ปริมาณสารเคมีที่นำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของโครงการ รวมถึงเอกสารข้อมูลด้านความปลอดภัย (MSDS) วิธีการขนส่งและการเก็บกักสารเคมี

(5) ผลกระทบของโครงการ

(6) ระบบเสริมการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้า

ก) ระบบหล่อเย็น ศึกษาระบบหล่อเย็นที่โครงการเลือกใช้ หลักการทำงาน รายละเอียดการออกแบบ รวมถึงรูปภาพแสดงหลักการทำงานของระบบหล่อเย็นของโครงการ

ข) ระบบควบคุมการผลิต ศึกษาระบบควบคุมการผลิตกระแสไฟฟ้าของโครงการ หลักการทำงานในการควบคุมการผลิต

ค) ระบบส่งกระแสไฟฟ้า ศึกษาาระบบส่งกระแสไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายของโครงการ ทั้ง แนวระบบขนส่ง ขนาดแรงดัน ระยะทางของสายส่ง เป็นต้น

(7) ระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ นำเสนอระบบต่างๆ ที่ใช้สนับสนุนการผลิตของโครงการ เช่น การใช้ไฟฟ้า ระบบระบายน้ำ ระบบคมนาคม เป็นต้น

(8) พนักงาน นำเสนอจำนวนพนักงาน จำนวนคนงาน แผนผังโครงสร้างองค์กร (organization chart)

(9) มลพิษและการควบคุม นำเสนอแหล่งกำเนิดมลพิษที่เกิดจากการผลิตและกิจกรรมเสริมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เช่น อากาศ ระดับเสียง น้ำเสีย และกากของเสีย เป็นต้น

(10) อาชีวอนามัยและความปลอดภัย นำเสนอระบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมการทำงานให้มีความเหมาะสม และนำเสนอระบบป้องกัน การเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน รวมถึงการกำหนดแผนปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินในด้านต่างๆ

2.3.2 การศึกษาสภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน

การศึกษาสภาพแวดล้อมปัจจุบันเป็นการศึกษาสำรวจและรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่โครงการ โดยครอบคลุมการศึกษาทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ ทรัพยากรกายภาพ ชีวภาพ คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และสังคมเศรษฐกิจ

2.3.3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการคาดการณ์ทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่อาจเปลี่ยนแปลงไปเพื่อเปรียบเทียบกับสภาวะก่อนขยายและหลังขยายกำลังการผลิต โดยการคาดการณ์หรือประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะใช้หลายๆ เครื่องมือร่วมกันเพื่อให้เหมาะสมในแต่ละประเด็นสิ่งแวดล้อม เช่น แบบจำลองคณิตศาสตร์/สมการคณิตศาสตร์ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น รวมทั้งพิจารณาถึงมาตรการป้องกันผลกระทบด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วย

2.4 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

2.4.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHG)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHG) หมายถึง ส่วนประกอบก๊าซในบรรยากาศ ทั้งที่มี อยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นในช่วง ความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลก ชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆ (องค์การ บริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554 หน้า 5)

ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซในบรรยากาศ ซึ่งสามารถดูดกลืนและเปล่งรังสีความร้อน หรืออินฟราเรด ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) หรือภาวะเรือนกระจก ก๊าซเรือน กระจกที่สำคัญได้แก่ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ในตรัสออกไซด์ มีเทน ซีเอฟซี แฮโล คาร์บอน รวมทั้ง สารประกอบของคลอรีนและโบรมีน ส่วนไนโตรเจนและออกซิเจนไม่ใช่ก๊าซ เรือนกระจก คาร์บอนมอน ออกไซด์ และไฮโดรเจนคลอไรด์ เป็นก๊าซเรือนกระจก แต่มีอายุสั้นใน บรรยากาศ จึงมีผลต่อ ปรากฏการณ์เรือนกระจกน้อยมาก (รศ.ดร.สุนันท์ วิทิตสิริ, 2554 หน้า 44)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสี ความร้อน หรือ รังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของ โลกให้คงที่ซึ่งหาก บรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่น ดาวเคราะห์ดวง อื่น ๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และ ในตอนกลางคืนนั้น หนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูด คลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความ ร้อนออกมาในเวลากลางคืนทำให้ อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันมีก๊าซ จำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซ เรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ก๊าซเรือนกระจกที่ สำคัญคือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทนและไนตรัสออกไซด์ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซ เรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรม ของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเปอร์ฟลูออ โรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจาก กิจกรรมของมนุษย์ที่ สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้ เป็นสารทำความเย็นและใช้ใน การผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว

กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ (อาจยกเว้นไอน้ำ) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติรวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทอ การเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควินจากท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน นอกจากนี้ กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งได้มีการปล่อยสารฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs)

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสี ความร้อนได้มากขึ้นผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วยแต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential:GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ล้วนขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของ โมเลกุลและขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี

2.4.2 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ Carbon Footprint (CF)

จากความตื่นตระหนกถึงผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ทำให้หลายหน่วยงานเริ่มให้ความสนใจในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ Carbon Footprint เริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้น

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละ หน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้ งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า

Carbon Footprint (CF) หรือที่บางท่านเรียกว่า carbon profile หมายถึง ข้อมูลรวมก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ คือ ปริมาณรวมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ก๊าซเรือนกระจก อื่น ๆ อาทิ ก๊าซมีเทน เป็นต้น ที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์หรือบริการ (ตามข้อกำหนด ISO 14040) ตลอดวัฏจักร ชีวิต ทั้งนี้ แหล่งกำเนิดของก๊าซดังกล่าวมาจากกิจกรรมต่าง ๆ อาทิ การใช้ไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิง ฟอสซิล กระบวนการในภาคอุตสาหกรรม กลไกกรรม เป็นต้น

ปริมาณรวมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น "การวัด" ผลกระทบของผลิตภัณฑ์และบริการ จากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณโดยใช้ตัวบ่งชี้ โอกาสในการเกิดภาวะโลกร้อน 13 (Global Warming Potential,GWP) ทั้งนี้ องค์การ Intergovernmental Panel on

ClimateChange;IPCC ได้กำหนดค่า GWP ของก๊าซต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระยะเวลาที่กำหนด อาทิ 20, 100, 500 ปี ทั้งนี้ โดยทั่วไปจะใช้ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกที่ระยะเวลา 100 ปี ดังแสดงในตาราง ด้านล่าง

ตาราง 2.2 แสดงค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกที่ระยะเวลา 100 ปี

Species	Chemical formula	GWP100
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	21
Nitrous oxide	N ₂ O	310
Hydro fluorocarbon	HFCs	140 – 11,700
Sulphur hexafluoride	SF ₆	23,900
Per fluorocarbon	PFCs	6,500 – 9,200

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions and removals) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร วัดรวมอยู่ในรูปของตัน (กิโลกรัม) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products) หมายถึง ปริมาณการการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์โดยตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle greenhouse gas emissions of goods and services) ซึ่งหมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ครอบคลุมตั้งแต่การ ได้มาซึ่งวัตถุดิบ การแปรรูปวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งผลิตภัณฑ์จากที่ต่าง ๆ มาถึงร้านค้า ปลีก การใช้และการกำจัดขั้นสุดท้าย คิดเป็น กิโลกรัมของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์

ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและได้มีข้อบังคับในพิธีสารเกียวโต มีด้วยกันจำนวน 6 ชนิดได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน กลุ่มเปอร์ฟลูออโร คาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ทั้งนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นับเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากมีปริมาณที่เกิดขึ้นมากกว่าก๊าซอื่น ๆ หลายเท่าและแหล่งกำเนิดก็มาจาก กิจกรรมด้านอุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกมีด้วยกันหลายชนิด และแต่ละชนิดก็มีความ รุนแรงของก๊าซไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีหน่วยที่เกี่ยวข้อง คือ

Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC จึงกำหนดค่าความรุนแรงของก๊าซแต่ละชนิดโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่มีปริมาณ มากที่สุดเป็นฐานอ้างอิง

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนคำนวณได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ที่ปล่อยออกมา และทำการแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่า 14 ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP 100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP 100 เท่ากับ 25 หมายความว่าก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพใน การทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า เป็นต้น

ตารางที่ 2.3 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(Emission Factor)

ชื่อ	หน่วย	ค่าEmission Factor (kgCO ₂ ep/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
พลังงานไฟฟ้า	kWh	0.5610	องค์กรบริหารก๊าซ เรือนกระจก
น้ำประปา-การประปานครหลวง	m ³	0.5081	Thai national database
น้ำประปา-การประปาส่วนภูมิภาค	m ³	0.7043	
น้ำประปา-นิคมอุตสาหกรรม	m ³	0.2722	
น้ำมันดีเซล	liter	2.7446	IPCC Vol.2 table3.2.1,3.2.2, DEDE
น้ำมันเบสซิล	liter	2.2376	
การจัดเก็บ รวบรวม และขนถ่าย ขยะมูลฝอย	Kg	0.0079	Thai national database

ตารางที่ 2.4 ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ชื่อ	หน่วย	ค่าEmission Factor (kgGO ₂ ep/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด	km/L	14.7630	กรมควบคุมมลพิษ, 2551
รถกระบะบรรทุกเฉลี่ย	km/L	6.369	American Petroleum Institute, 2004
รถตู้โดยสาร	km/L	10.204	American Petroleum Institute, 2004
รถจักรยานยนต์4จังหวะเฉลี่ยทุกขนาด	km/L	37.460	กรมควบคุมมลพิษ, 2551

2.4.3 แนวทางการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การพัฒนาและออกแบบบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดขอบเขตองค์กร (Organization Boundaries) การกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน (Operational Boundaries) และการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

2.1.3.1 การกำหนดขอบเขตองค์กร

โครงสร้างโดยทั่วไปขององค์กร อาจประกอบด้วยหน่วยธุรกิจหรือโรงงานมากกว่าหนึ่งโรง ซึ่งส่งผลให้มีแหล่งปล่อยหรือแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหนึ่งแหล่ง ดังนั้นการกำหนด ขอบเขตองค์กรเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จึงเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญและต้องมีความชัดเจน และเหมาะสม การกำหนดขอบเขตขององค์กรประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

2.1.3.2 กำหนดเป้าหมายของการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

เพื่อให้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของการนำผลการศึกษาไปใช้งาน เช่น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซ เรือนกระจกในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ หรือเพื่อใช้สื่อสารข้อมูลสู่สาธารณะหรือเพื่อประโยชน์อื่น ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน

2.1.3.3 กำหนดขอบเขตองค์กร

ในการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก สามารถทำได้โดยวิธีการแบบใดแบบหนึ่ง เช่น การควบคุมการดำเนินงานโดยองค์กรทำการประเมิน และรวบรวมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจหรือโรงงาน ภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร แต่ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหน่วยธุรกิจหรือโรงงานที่องค์กรมีส่วนเป็นเจ้าของ แต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน การควบคุมทางการเงิน คือ องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและการ ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจหรือโรงงานภายใต้การควบคุมทางการเงิน ซึ่งยึดตาม สัดส่วนทางการเงินที่เกิดขึ้นจริงและมีการระบุไว้ในรายงานทางการเงินขององค์กรเป็นหลัก และการ แบ่งปันส่วนตามกรรมสิทธิ์ โดยปันตามสัดส่วนของลักษณะการร่วมทุนหรือลงทุนในอุปกรณ์หรือหน่วย ผลิตนั้น ๆ เมื่อกำหนดขอบเขตขององค์กรได้แล้ว ก็จะสามารถแสดงรายละเอียดต่าง ๆ โดยแยกเป็น แผนผังโครงสร้างขององค์กร ที่มีโครงสร้างบริหารองค์กรและโครงสร้างของคณะกรรมการ ปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร สถานที่ตั้ง

จำนวนพนักงานในองค์กร โครงสร้างธุรกิจ 15 ขององค์กรที่อาจจะแยกเป็นธุรกิจผลิต บริการหรือ พาณิชยกรรม ลักษณะผลิตภัณฑ์ บริการหรือ การค้าขององค์กร แผนผังกระบวนการผลิตพร้อมระบุ สารขาเข้าและขาออก หรือกระบวนการ ให้บริการ และตลอดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์ ในการคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

2.0.3.4 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน

1) ในการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน ต้องระบุกิจกรรมที่มีการ ปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission)

- การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กร เช่น เกิดจากการเผาไหม้ที่ อยู่กับที่ อาทิ การผลิตไฟฟ้า ความร้อนและไอน้ำ เพื่อใช้เองภายในองค์กรและหรือเพื่อการส่งออกหรือ แจกจ่ายนอกขอบเขตองค์กร การสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า ความร้อน หรือ ไอน้ำ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และหรือเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร โดยองค์กรเป็นผู้รับผิดชอบการ ดำเนินงานดังกล่าว การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการอันเนื่องมาจาก ปฏิริยาเคมีภายในกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการ Calcinations ของการผลิตปูนซีเมนต์ การ ปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการ เคลื่อนที่ เช่น การเผาไหม้ของ เชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ ตลอดจนองค์กรรับผิดชอบ ค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่น ๆ เช่น การรั่วซึมของก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศภายนอกของ อุปกรณ์ที่ตั้งอยู่ภายในองค์กร การใช้ อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ก๊าซมีเทน ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ บำบัดน้ำเสียและหลุมฝังกลบ ตลอดจนก๊าซเรือนกระจกที่เกิด จากการใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีเพื่อการซัก ล้างหรือทำความสะอาดภายในองค์กร

2) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Indirect Emission) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อนหรือไอน้ำที่ถูกลำเลียงจาก ภายนอกเพื่อ ใช้งานภายในองค์กร

3) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect Emission) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อรายงานเพิ่มเติมได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ ตัวอย่างเช่น การเดินทางของพนักงานเพื่อการประชุม สัมมนาหรือติดต่อธุรกิจที่เกี่ยวข้องขององค์กรด้วยระบบการขนส่งประเภทต่าง ๆ เช่น ยานพาหนะส่วนตัว ยานพาหนะในองค์กรแต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมัน เชื้อเพลิงจากภายนอก องค์กร รถไฟ เรือโดยสาร เครื่องบิน ฯลฯ การเดินทางมาปฏิบัติงานของบุคลากร ยานพาหนะส่วนตัว ยานพาหนะในองค์กรแต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกองค์กร หรือระบบขนส่งสาธารณะ การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คมนาคมหรือกากของเสียที่เกิดจากการจ้างเหมา 16 บริการ โดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้ ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ วัสดุสำนักงาน การใช้พลังงาน ไฟฟ้าทางอ้อมของพนักงานภายในองค์กร ฯลฯ

2.1.3.4 การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

คำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรประกอบด้วย

1) องค์กรจะต้องมีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น

ภายในขอบเขตขององค์กรอย่างครบถ้วนเท่าที่จะทำได้ และบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรตามขั้นตอน ตั้งแต่การระบุแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก การคัดเลือกวิธีการคำนวณ การเก็บข้อมูล กิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก การคัดเลือกและพัฒนาค่าแฟกเตอร์การปล่อยและ ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

2) การระบุแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่าง ๆ และโดยอ้อมอื่น ๆ ก็ควรแยกบันทึกแหล่งการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกนั้น

3) การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

โดยใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซ เรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกันและช่วยลดความไม่แน่นอนอย่าง สมเหตุสมผล โดยมีการแสดงคำอธิบายหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณจากที่เคยใช้มาก่อน

สูตรการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = \text{activity data} \times \text{emission factor}$$

Activity data เป็นข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Emissionfactor เป็นค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูลปฐมภูมิหรือข้อมูลทุติยภูมิ อาทิเช่น

- ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็น กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง
- น้ำหนักของของเสีย หน่วยเป็นกิโลกรัม หรือ ตัน
- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของพาหนะ หน่วยเป็นลิตร
- ระยะทางในการเดินทางโดยรถยนต์ – รถจักรยานยนต์ หน่วยเป็น

กิโลเมตร

2.1.3.5 การประเมินและการจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูล การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมได้รวม ถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณ โดยใช้ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไม่แน่นอน ควรนำไปสู่กระบวนการทบทวนขององค์กรผู้รับผิดชอบ ในการประเมิน เพื่อแสวงหาแนวทางจัดการ ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น และบริหารจัดการคุณภาพบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในการ ประเมินครั้งต่อไป

องค์กรผู้ทำการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถเลือกวิธีการประเมินความไม่แน่นอน ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้วิธีการที่เลือกใช้ดังกล่าวต้องสามารถแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนที่เกิด ขึ้นกับข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และค่าแฟกเตอร์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ อย่างเป็นรูปธรรม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวุฒิ เล่าหะกาญจนศิริ (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันดิน Tar ที่ได้จากการทำ อัดกราฟท์ก๊าซซีพีเคชั่น ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในระบบเคมีความร้อนสำหรับทำเชื้อเพลิงจากมวลทั่วไป น้ำมันดินหรือ Tar สามารถพบได้ทั่วไปในระบบก๊าซซีพีเคชั่น และไพโรไลซิส การใช้วิธีกลั่นลำดับส่วน เมื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่เป็นสารอินทรีย์โดยใช้เครื่อง GC/MS พบว่า ของเหลวที่กลั่นได้ช่วงอุณหภูมิ 25.0 – 80.0 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่จะเป็นแอลกอฮอล์ คีโตน กรดอินทรีย์ และเอสเทอร์ เช่น เมทานอล เมทิลอะซิเตน 2 – บิวทาโนน อะซีโตน ไซโคลเพนทาโนน เมทิลโพรโนเอท ของเหลวที่กลั่นได้ ช่วงอุณหภูมิ 80.0 – 102 องศาเซลเซียส จะได้กรดอะซีติก ไฮดรอกซีอะซีโตน จะเห็นได้ว่า การกลั่นน้ำมันดิน (Tar) ในช่วง 25.0 – 80.0 องศาเซลเซียส น่าจะนำมาทำเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้

สินีนารถ รอดจีน (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาไพโรไลซิสของชีวมวลว่า เป็นกระบวนการแปรรูปทางความร้อนที่มีประสิทธิภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีก๊าซเชื้อเพลิง ของเหลว และชาร์ ศึกษาโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไคซ์เบดแบบหมุนเวียน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.50 เซนติเมตร สูง 165 เซนติเมตร ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบของก๊าซ โดยออกแบบการทดลองเป็นแบบ 2 ระดับ ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ก๊าซโดยตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ อุณหภูมิช่วง 650 – 850 องศาเซลเซียส ร้อยละของซังข้าวโพดในเชื้อเพลิงผสมช่วง 0 – 100 ร้อยละของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1.00 – 5.00 ร้อยละของนิกเกิลในตัวเร่งปฏิกิริยาช่วง 5.00 – 9.00 โดยผลการทดลองอุณหภูมิและตัวเร่ง มีผลต่อความเข้มข้น ของไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์ แต่ก๊าซมีเทนลดลง อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 850 องศาเซลเซียส

ธนารณ เอกคณาภิรมย์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิของการทำปฏิกิริยา การเปลี่ยนพลาสติกสามชนิด คือ โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน และโพลีสไตรีน ที่อัตราส่วน 1 : 1 : 1 ว่าเป็นเชื้อเพลิงเหลว โดยใช้และไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ศึกษาในการทำปฏิกิริยาการแตกสลายด้วยความร้อน คือ ช่วงอุณหภูมิ 400 – 450 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ อัตราการไหลไนโตรเจน 60.0 มิลลิลิตรต่อนาที ทดลอง 90 นาที เพื่อให้ได้สภาวะในการทำปฏิกิริยาที่ให้ไฮโดรคาร์บอนเหลวสูงสุด และช่วงอุณหภูมิ 300 – 350 องศาเซลเซียส ได้ผลสรุปว่า การแตกสลายด้วยความร้อนของพลาสติกที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ให้สารไฮโดรคาร์บอนเหลวสูงที่สุด

กัมปนาท ปราศราก็ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษากระบวนการไพโรไลซิสของยางรถยนต์ใช้แล้วโดยวิธีดำเนินการสองขั้น : ไฮโดรดีซัลเฟอไรเซชั่น และไพโรไลซิส โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.40 เซนติเมตร ยาว 81.0 เซนติเมตร เป็นการศึกษาผลของ

ตัวแปรต่อไฟโรไลซิสของยางรถยนต์ได้แก่ เวลา อุณหภูมิ 400 – 500 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของก๊าซและชนิดของก๊าซ พบว่า มีเพียงอุณหภูมิเท่านั้นที่มีผลต่อผลได้ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

พรชัย คติกำจร (2550: 130–132) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการไฟโรไลซิสยางธรรมชาติเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันสำหรับยานยนต์ โดยศึกษาปัจจัยหลักที่มีผลต่อการควบคุมกระบวนการไฟโรไลซิส 3 ปัจจัยได้แก่ อุณหภูมิ อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ และความดันโดยทำการไฟโรไลซิสโดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 400 องศาเซลเซียส 500 องศาเซลเซียส 550 องศาเซลเซียส และ 600 องศาเซลเซียส ปรับเปลี่ยนอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเป็น 10.0 องศาเซลเซียส/นาที่ 20.0 องศาเซลเซียส/นาที่ 30.0 องศาเซลเซียส/นาที่ 40.0 องศาเซลเซียส/นาที่ และ 50.0 องศาเซลเซียส/นาที่ ส่วนความดันเริ่มจากปรับสุญญากาศที่ -14.6 psi แล้วเพิ่มเป็น 0 psi 5.00 psi 10.0 psi 15.0 psi และ 20.0 psi (ใช้ก๊าซ N₂) และยังสามารถเพิ่มปัจจัยอัตราส่วนการดึงยึดขึ้นตัวอย่างเข้าไปด้วยโดยผลการทดลอง พบว่าการดึงยึดยางธรรมชาติทำให้ได้น้ำมันลดลง ก๊าซเพิ่มขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิและความดันทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันเพิ่มขึ้นตัวแปรที่ทำให้ได้น้ำมันมากที่สุด คือ อัตราการเพิ่มอุณหภูมิที่ 30.0 องศาเซลเซียส/นาที่

ศุภฤดี บัณฑิต (2551: 58–60) ได้ศึกษาการลดปริมาณซัลเฟอร์ในเนฟทาที่ได้จากการไฟโรไลซิสยางรถยนต์เก่าที่ไม่ใช้แล้วด้วยเทคนิคออกซิเดชันดีซัลเฟอร์เซชันโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และใช้ถ่านชาร์จากยางรถยนต์เก่าที่ใช้แล้วเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและดูดซับ โดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาอื่นที่ 400 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศก๊าซผสมของ ไนโตรเจน และไฮโดรเจนที่ 0.100 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที วัดอุณหภูมิ เพื่อทำน้ำมันไฟโรไลซิสที่ได้ให้เป็นเชื้อเพลิงสะอาดและสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทน

ปิยรัตน์ วีระชาญชัย (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษากระบวนการไฟโรไลซิสและก๊าซซิฟิเคชันของชีวมวล เพื่อการผลิตเชื้อเพลิง การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทั้งสองกระบวนการนี้มาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากกระบวนการไฟโรไลซิสแบบใช้อัตราการให้ความร้อนต่างๆ การปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันชีวภาพที่ได้จากการไฟโรไลซิสและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของก๊าซที่ได้จากกระบวนการก๊าซซิฟิเคชันด้วยไอน้ำ ชีวมวลชนิดต่างๆ ทำการศึกษากระบวนการไฟโรไลซิสด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไฟโรไลซิสสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในหลายรูปแบบหรือเป็นวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้น้ำมันชีวภาพจากการไฟโรไลซิสของเนื้อในเมล็ดปาล์มซึ่งผ่านกระบวนการแยกน้ำแล้วมีศักยภาพเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมได้มากที่สุด เพราะน้ำมันชนิด

นี้ให้ค่าความร้อนสูงถึง 40.0 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม และมีช่วงอุณหภูมิของการกลั่นใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด

ศิวัช พงษ์เพียจันทร์ (2554: 4) ได้ศึกษาองค์ประกอบของยางรถยนต์ต่างๆ ไป ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 3 ชนิดหลัก ๆ คือ Styrene - Butadiene Rubber (SBR), Natural Rubber (NR) และ Polybutadiene Rubber (BR) ยางรถยนต์ต่างๆ ไปจะประกอบด้วย SBR ที่มี Styrene ประมาณร้อยละ 25.0 และยางอื่น ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์ ประกอบด้วย ยางธรรมชาติ(Isoprene) Nitrile Rubber, Chloroprene Rubber และ Polybutadiene Rubber การไพโรไลซิสยางรถยนต์จะได้น้ำมันประมาณ ร้อยละ 38.0 – 56.0 และได้ก๊าซประมาณ ร้อยละ 10.0 – 30.0 และยังได้ศึกษาต่อการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ ได้แก่ คาร์บอนแบล็ค ไปปรับปรุงคุณภาพให้เป็นสารที่มีคุณค่าทางอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมย้อมสีผ้าด้วย

Cal Recovery, Inc. (1995) ได้ศึกษาเทคนิควิธีการ PGL (P: Pyrolysis, G: Gasification, L:Liquefaction) แยกองค์ประกอบยางรถยนต์ พบว่ามีคาร์บอนอยู่ ร้อยละ 82.0 ซัลเฟอร์ ร้อยละ 2.00 ไฮโดรเจน ร้อยละ 8.00 เหล็ก ร้อยละ 7.00 และอื่น ๆ ร้อยละ 1.00

Williams and Besler (1995: 1278–1281) พบว่าส่วนสารประกอบอื่นๆ ในน้ำมันที่ได้จากการคาร์บอไนซ์ยางรถยนต์ที่มีความเข้มข้นมาก ได้แก่ เบนซีน โทลูอิน ไซลีน สไตรีน ลิโมนีน อินเดน (Indane) อินดีน (Indene) โพลีไซคลิกอะโรแมติกไฮโดรคาร์บอน เช่น แนพทาลิน ฟลูออรีนฟีนานทรีน ไวนิลอัลคีน อัลเคน และอัลคีน ส่วนก๊าซหลัก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจน มีเทน โพรพีน โพรเพน บิวไทน์ และก๊าซไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำ

Xu, Pang and Darvill (2006: 1–3) ได้ศึกษาวิจัยการไพโรไลซิสพลาสติกให้ได้ของเหลวสูงสุดจากกระบวนการ โดยใช้ HDPE LDPE PS PP ในการทดลองเพื่อหาปัจจัย ที่จะให้ของเหลวจากกระบวนการสูงสุด โดยพลาสติกทุกตัวจะเริ่มไพโรไลซ์ตั้งแต่ 200 องศาเซลเซียส และการแตกโมเลกุลให้มีขนาดเล็กลงขึ้นกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและระยะเวลา ผลการทดลอง ปรากฏว่าอุณหภูมิที่ 300 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณน้ำมันมากกว่าอุณหภูมิระดับ 500 องศาเซลเซียส

University of East Anglia (2009) ได้ศึกษาการทำ Biochar ด้วยวิธีการ Slow Pyrolysis, Fast Pyrolysis และ Gasification ว่าการผลิตถ่านชีวภาพโดยการสลายตัวที่ความร้อนของสารชีวมวล ให้ผลผลิตเป็นวัฏจักร คือ ส่วนหนึ่งเป็นน้ำมันชีวภาพ ส่วนหนึ่งเป็นก๊าซสังเคราะห์ และอีกส่วนหนึ่งเป็นถ่านชีวภาพ โดยผลผลิตและคุณภาพ จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญขึ้นกับ ชนิดของวัตถุดิบ และเงื่อนไขกระบวนการ

Kampegowda and Chandayot (2007: 5–7) ศึกษาถึงกระบวนการ Slow Pyrolysis ชีวมวลขนาดเล็ก พบว่า การเผาเพื่อให้ความร้อนโดยตรงจะให้ผลผลิตด้านถ่านที่ดีกว่า แต่ในขณะที่การให้ความร้อนทางอ้อมจะทำให้ได้คาร์บอนและไฮโดรเจนสูงกว่า

รัตนวรรณ มั่งคั่ง และคณะ (2555) ได้ศึกษาเรื่อง “การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการตลาดคาร์บอน เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนในการบรรเทาภาวะโลกร้อน” โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิและผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูป (ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง) และเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์และการจัดการ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปยังผู้ประกอบการอื่น ๆ

ผลการศึกษาพบว่า ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ 5 กิโลกรัม มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดย รวมมีค่าเป็น 48 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า โดยขั้นตอนการปลูกข้าวมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด การวิเคราะห์คาร์บอน ฟุตพริ้นท์บ่งชี้ว่า คุณภาพของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในส่วนของการปลูกข้าวและข้อมูล การผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ต่อขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จึงควร ให้ความสำคัญกับความถูกต้องของข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งที่มาของข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในระดับประเทศ ควรเร่งพัฒนาฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของกาปลูกข้าวให้ครอบคลุมข้าวพันธุ์ต่าง ๆ การ ปลูกหลากหลายระบบ การจัดการ ระหว่างการปลูกและช่วงหลังการเก็บเกี่ยว วิธีการต่าง ๆ ในพื้นที่ รวมทั้งการสีข้าว ตลอดจนถึง ภาวะในการบรรจุ

รศ.ดร.นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร บริษัทเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ลักษณะการประกอบธุรกิจเป็นประเภท ให้บริการจัดเก็บและเติมน้ำมันเชื้อเพลิงแก่อากาศยาน อาทิ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ท่าอากาศยานดอนเมือง ท่าอากาศยานสุโขทัย ท่าอากาศยานสมุย โดยมีขอบเขตในการศึกษาครั้งนี้ คือพื้นที่บริการ บริเวณ ลานจอดเครื่องบิน พื้นที่ในส่วนสนับสนุนเพื่อการบริการแต่ไม่ได้ให้บริการโดยตรง ส่วนการ เดินทางของพนักงาน และส่วนกิจกรรมที่เกิดจากการสนับสนุนของบริษัท

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรบริษัทเชื้อเพลิงกรุงเทพจำกัด (มหาชน) พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม (Indirect Emission) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากที่สุดคือ 2,223,719.85 (kgCO₂eq) รองลงมาคือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct Emission) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 881,357.78 (kg CO₂eq) และการ

ปล่อยก๊าซ เรือนกระจกโดยอ้อมจากแหล่งอื่น ๆ (Other Indirect Emission) พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก น้อยที่สุดเท่ากับ 640,525.98 (kgCO₂eq)

รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2557) ขอบเขตในการดำเนินงาน คือ อาคารสำนักงานกรมควบคุมมลพิษ (ชั้นจอดรถใต้ ดินถึงชั้น 13) อาคารห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นอาคาร 1 ชั้น ตั้งอยู่ด้านหลังอาคารสำนักงาน ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ ปทุมธานี สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 59 สถานีทั่ว 21 ประเทศ พร้อมหน่วยตรวจวัดคุณภาพอากาศเคลื่อนที่และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ 39 สถานีทั่ว ประเทศโดยขอบเขตที่ใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ได้แก่

- ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง วัดจากการใช้รถยนต์ซึ่งองค์กรเป็นเจ้าของ การใช้รถเช่าเติมน้ำมันให้ ระบบบำบัดน้ำเสีย เครื่องปั่นไฟสำรองดีเซล สารเคมีในห้องปฏิบัติการ เอชดี แอลกอฮอล์ การใช้ LPG ส่วนปฏิบัติการฉุกเฉิน ระบบเครื่องปรับอากาศ อาคารและจุดยกเลิกคำสั่ง ห้ามใช้ยานพาหนะ

- ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม โดยวัดจากการใช้ไฟฟ้าอาคาร กรมควบคุม มลพิษ ไม่นับชั้น 14-20 การใช้ไฟฟ้าห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ การใช้ไฟฟ้าสถานี ตรวจสอบคุณภาพอากาศทั่วประเทศ การใช้ไฟฟ้าสถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทั่วประเทศ

- ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่น ๆ วัดจากการปฏิบัติราชการ โดยการเช่า เหมารถและพาหนะสาธารณะ การเดินทางไป-กลับที่พักของบุคลากร การใช้ก๊าซหุงต้ม ในโรงอาหาร การใช้อุปกรณ์สำนักงานหลัก คือ กระดาษ การจัดการขยะ การใช้น้ำประปา

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมมีปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ 2,766.38 (tonCO₂eq) รองลงมา คือขอบเขตที่ 1 การปล่อย ก๊าซเรือนกระจกโดยตรง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 698.09 (tonCO₂eq)และ ขอบเขตที่ 3 การ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากแหล่งอื่น ๆ พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เท่ากับ 697.87 (ton CO₂eq)

วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา (2555) ได้ดำเนินโครงการจัดทำ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่ปลดปล่อยโดยองค์กรวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ประจำปีการศึกษา 2552 สรุปเป็นข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการใช้กำหนดเป็นแนวทางและหลักเกณฑ์การ

ประเมิน คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสำหรับประเทศไทย โดยเฉพาะเป็นองค์กรต้นแบบในด้าน คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่เป็นสถานศึกษา โดยผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

ในส่วนของวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ปลดปล่อยออกมา เป็น จำนวน 76.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ton CO₂eq) ซึ่งค่านี้จะใช้เป็นค่าฐาน (Baseline) ในการ ตั้งเป้าปรับลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีถัด ๆ ไป โดยได้ตั้งเป้าในการลดการปลดปล่อยหรือ ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อบุคคลลง 5 % ต่อปี และลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 5% ต่อปีเช่นกัน และทาง ผู้บริหารได้ให้แนวทางและนโยบายในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกไว้หลายข้อ เช่น การ เดินทางไปราชการที่เดียวกันให้ใช้รถตู้และวางแผนการเดินทางให้ออกไปพร้อม ๆ กันไม่ควรแยกกันไป หรือใช้รถตู้เพียงแท็กซี่เดียว เป็นต้น

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2556) ได้สรุปผลและนำเสนอผลการดำเนินงานของ องค์กรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร รวมทั้งสิ้น 12 องค์กร โดยผลการดำเนินงานดังกล่าวสรุปได้ว่า ภาคธุรกิจสามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อย ออกมาจากกิจกรรมขององค์กร สามารถจำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ และหาแนวทางเพื่อลดขนาดของ CF ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง และอาจนำไปขายเป็นคาร์บอน เครดิต หรือทำการชดเชยคาร์บอนให้กับองค์กรอื่น ๆ และในส่วนของภาครัฐที่ได้เข้าร่วมโครงการนั้น ได้มีการใช้ประโยชน์จากโครงการนี้ ขับเคลื่อนให้เกิดการบริหารจัดการ การลดการปล่อยก๊าซเรือน กระจกขององค์กร ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ส่วนรวมของประเทศ

ประพันธ์ สีนวล (2558) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินประสิทธิภาพโครงการณรงค์เพื่อการประหยัดพลังงานภายในจังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ในด้านการ บริโภคพลังงานเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ปี 2555 ซึ่งเป็นปีที่ได้เริ่มณรงค์ประหยัดพลังงาน มาจนถึง ปัจจุบัน ผู้ใช้พลังงานโดยรวมมีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น และผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่เป็น กลุ่มผู้อาศัยครัวเรือนก็มีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนกลุ่มผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ เป็นส่วนราชการ องค์กรต่าง ๆ มีแนวโน้มในการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ในด้านพฤติกรรมการประหยัด พลังงาน มีวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ปฏิบัติได้ง่ายและไม่ต้องลงทุนเพิ่ม จะมีการปฏิบัติเป็นปกติ อยู่แล้วและมีผู้ปฏิบัติจำนวนมาก แต่การรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ไม่ค่อยได้ผล การเปลี่ยนแปลงการ ประหยัดพลังงานที่กลุ่มเป้าหมายได้ปฏิบัติไปนั้น ผู้ปฏิบัติให้เหตุผลในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมว่า เป็นเพราะมีความคาดหวังว่าจะเกิดผลดีในด้านการประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมา เป็นการคาดหวังว่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและช่วยให้พลังงานงานหมดช้าลง ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมแล้วประชาชนกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา ได้รับทราบว่ามีกรรมรงค์ โฆษณา ประชาสัมพันธ์เกือบทั้งหมด 98% นับว่าโครงการกรรมรงค์ โฆษณา ประชาสัมพันธ์ เพื่อ ประหยัดพลังงานมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงประชาชนกลุ่มเป้าหมายได้ในระดับที่ดีมาก ในกลุ่ม ประชาชนเป้าหมายที่มีอาชีพรับราชการรัฐวิสาหกิจ มีการรับทราบมากที่สุด 100% โครงการกรรมรงค์ โฆษณา ประชาสัมพันธ์มีประสิทธิภาพมากในกลุ่มผู้ใช้กระแสไฟฟ้าประเภทส่วนราชการองค์กร โดยมี แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังจากที่เริ่มโครงการจนถึงปัจจุบันลดลงโดยลำดับ ในขณะที่กลุ่มผู้ใช้ พลังงานไฟฟ้าหลังประเภทที่อยู่อาศัยครัวเรือน ยังไม่มีประสิทธิผลเท่าใดนัก เนื่องจากมีแนวโน้มการใช้ พลังงานไฟฟ้ายังเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าสื่อโทรทัศน์เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการเข้าถึง กลุ่มเป้าหมายได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นสื่อวิทยุและหนังสือพิมพ์ตามลำดับ ผู้ศึกษาได้รวบรวม ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแก่ภาครัฐคือ ควรจะกำหนดมาตรการอย่างจริงจังมากขึ้น โดยมุ่งเน้นไปที่การ วิจัยและพัฒนาวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่สามารถปฏิบัติได้ง่าย ลงทุนไม่มาก ส่วนการชักจูงหรือ จูงใจให้ปฏิบัติ ควรมุ่งเน้นไปที่ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายคือ เมื่อปฏิบัติแล้วจะทำให้ค่าใช้จ่าย ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งจะทำให้การโฆษณาประชาสัมพันธ์เกิดประสิทธิผลมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 3.1.1 เจ้าของกิจการ โรงงานการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบสอบถาม และ การสัมภาษณ์ สำหรับรวบรวมข้อมูลซึ่งผู้วิจัยค้นคว้าทำเป็นร่างแบบสอบถามโดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำรา และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความคุ้มค่าการประเมินของเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม

3.3.2 จัดทำร่างแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามที่เกี่ยวกับการศึกษาความคุ้มค่าของการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์และการประเมินคุณค่าทางสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.3 นำแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามมาปรับปรุง จากคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ หลังจากนั้นดำเนินการจัดทำแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม

3.3.3.1 แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลสภาพทั่วไปด้านการจัดการเทคนิค การเงินสังคมและนโยบาย และข้อมูลทางการเงิน

3.3.3.2 แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ส่วนที่ 3 ทศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามในเรื่องการจัดการขยะ

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ โดยลักษณะของแบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์เกี่ยวกับศึกษาข้อมูลสภาพทั่วไป ด้านที่ด้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านเทคโนโลยี กระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิต ด้านการจัดการ การใช้วัตถุดิบและพลังงาน มลพิษและการควบคุม บุคลากร การป้องกันอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของโครงการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลจากโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกต้นแบบขนาน

3.5.1 การศึกษารวบรวมข้อมูลทั่วไป

การศึกษาด้านที่ด้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านเทคโนโลยี กระบวนการผลิต ระบบสนับสนุนการผลิต ด้านการจัดการ การใช้วัตถุดิบและพลังงาน มลพิษและการควบคุม บุคลากร การป้องกันอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากกระบวนการศึกษาวิจัยสำรวจภาคสนาม เป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ใช้ในกระบวนการศึกษาวิจัย

ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ โดยที่รวบรวมจากบทความ เอกสารอื่นๆ เช่น ตำราวิชาการ งานเอกสารวิจัยที่มีผู้ทำการศึกษาไว้แล้วจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก

3.5.2 การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

- รวบรวมข้อมูลรายละเอียดโครงการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกขนาดเล็กของมหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เพื่อจำแนกและกลั่นกรองผลกระทบที่เกิดขึ้น

จากการดำเนินกิจกรรมโครงการในแต่ละด้านๆ ได้แก่ ด้านทรัพยากรวัตถุดิบ สารเคมี ด้านน้ำใช้ ระบบสนับสนุนการผลิต การควบคุมมลพิษต่างๆ การป้องกันอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

- ประเมินระดับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมโครงการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และสังคมเศรษฐกิจ

- เสนอแนะแนวทางป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

3.5.3 การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์

- ศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ของโครงการ เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัตถุดิบในรูปต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพิจารณาจาก 3 ส่วนหลัก แบ่งเป็น SCOPE ดังนี้

SCOPE I: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Direct Emissions) จากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเครื่องจักร การใช้พาหนะ การใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย การรั่วซึม/รั่วไหล การจัดการขยะ เป็นต้น

SCOPE II: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานไอน้ำ เป็นต้น

SCOPE III: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะ การเดินทาง การขนส่งวัตถุดิบ การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลกระทำ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งออกเป็นสองประเภทได้แก่

3.6.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data) ใช้หลักสถิติพรรณนา (descriptive analysis) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) สามารถแยกย่อยออกเป็น 2 ประเภทคือ

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาร้อยละ (Percentage) ข้อมูลเชิงลึก โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์เฉพาะด้านที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 4

ผลการศึกษา

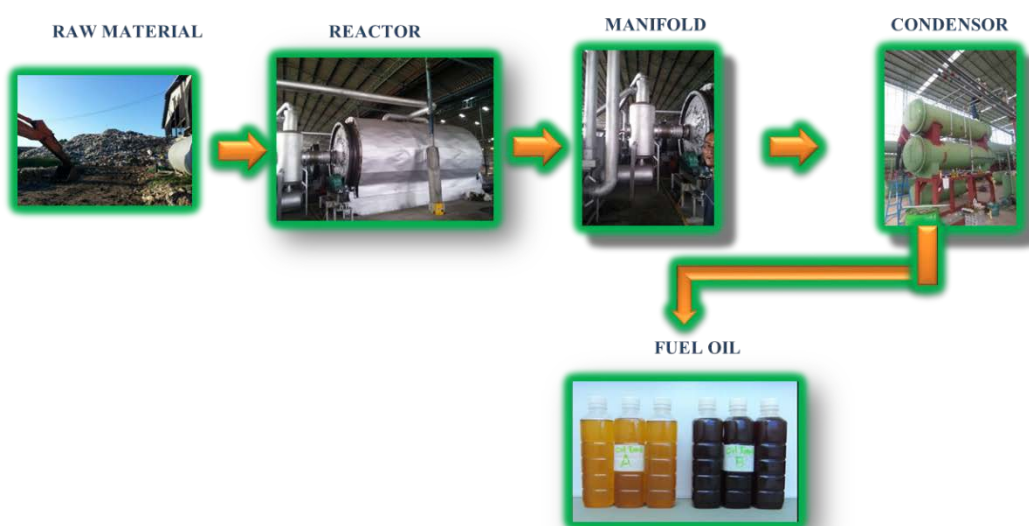
การวิจัยเรื่อง การศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 4.1 ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
- 4.2 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- 4.3 แนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการเกิดคาร์บอนจากการผลิต

4.1 ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

4.1.1 ข้อมูลรายละเอียดโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

โรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ตำบลโนนหอม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส มีความสามารถรับพลาสติกจำนวน 60-70 ตันต่อวัน ได้ผลผลิตเป็นน้ำมันแปรรูป 2,700-3,145 ลิตรต่อวัน กระบวนการผลิต ดังภาพที่ 4.1.1



ภาพที่ 4.1.1 กระบวนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

โรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ประกอบด้วยเครื่องจักรที่สำคัญ ได้แก่

- 1) การเตรียมวัตถุดิบ (พลาสติก) ประกอบด้วย รถยก ขนาด 3 ตัน จำนวน 1 คัน
- 2) เตาปฏิกรณ์ไพโรไลซิสแบบแนวนอน ขนาด 8 ตัน/วัน ประกอบด้วยหัวเผาจำนวน 2 หัว และมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2 แรงม้า จำนวน 2 ตัว โดยใช้ฟืนหรือน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงเริ่มต้นประมาณ 1500 ลิตร
- 3) ชุดป้อน (feeder)
- 4) อุปกรณ์ระบบควบแน่น ประกอบด้วย ชุดหล่อเย็น ที่ติดตั้งมอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว เครื่องสูบน้ำ ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว เครื่องปั๊มอากาศ ขนาด 1.5 แรงม้า จำนวน 2 ตัว เครื่องปั๊มน้ำมัน ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว
- 5) ระบบกำจัดฝุ่นละออง เป็นแบบสครับเบอร์แบบเปียก (wet scrubber) จำนวน 2 ชุด ติดตั้งปั๊มสูบน้ำ ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 1 ตัว และพัดลมดูดอากาศขนาด 10 แรงม้า จำนวน 1 ตัว
- 6) ชุดถังเก็บน้ำมัน

ขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก เริ่มต้นโดยการป้อนขยะพลาสติกด้วยรถยก เข้าสู่ถังปฏิกรณ์หรือห้องเผาไหม้ ที่อุณหภูมิ 400-550 องศาเซลเซียส เพื่อเผาขยะพลาสติกให้กลายเป็นก๊าซร้อน ของเหลว และชาร์ ซึ่งอยู่ในสถานะ ของแข็ง ระเหิดกลายเป็นไอน้ำมัน และ ก๊าซสังเคราะห์ต่างๆ แล้วทำการควบแน่นให้กลายเป็นสถานะของเหลว ก่อนได้ผลผลิต คือ น้ำมันเตา (Pyrolysis Oil) สำหรับผลการทำงานของระบบแสดงดังตารางที่ 4.1.1

ทั้งนี้ในขั้นตอนการผลิตจะมีการใช้ระบบสนับสนุนการผลิตน้ำมัน ได้แก่ การฉีดน้ำในระบบสครับเบอร์เพื่อให้น้ำจับก๊าซร้อนส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ที่ระเหิดออกมา ก่อนหมุนเวียนใช้น้ำที่ใช้ดักจับเข้ามาในระบบทำให้ไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้นในส่วนนี้ ก่อนระบายก๊าซร้อนที่สะอาดออกทางปล่องสู่ภายนอกต่อไป และระบบการจัดการเถ้าที่ออกมาจากเตาปฏิกรณ์ก็นำไปกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป

ตารางที่ 4.1 การทำงานของโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

การทำงานระบบการผลิต	ค่าที่ออกแบบ
1. กำลังการผลิตน้ำมัน	2,700-3,145 ลิตรต่อวัน
2. รอบการทำงาน	24 ชั่วโมง
3. อุณหภูมิการทำงาน	400-550 องศาเซลเซียส
4. แรงดันขณะทำงาน	2-4 บาร์
5. แรงดันสูงสุด	7 บาร์
6. ปริมาณน้ำในระบบ	1 ลูกบาศก์เมตร

4.2.2 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

มลพิษที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ประกอบด้วย ฟุ้งละอองหรือก๊าซร้อน น้ำเสีย จี๊แก๊ส เสียง โดยมีรายละเอียดการจัดการดังนี้

1) ฟุ้งละอองหรือก๊าซร้อน ติดตั้งระบบสครับเบอร์ โดยใช้ระบบน้ำฉีดพ่นจากด้านบนเพื่อดักจับฟุ้งละอองก่อนระบายก๊าซที่สะอาดออกทางปล่อง สำหรับน้ำที่ใช้ดับจับฟุ้งละอองจะถูกหมุนเวียนนำมาใช้ในระบบสครับเบอร์ไม่มีการระบายออกสู่ภายนอกแต่อย่างใด

2) น้ำเสีย น้ำจี๊แก๊สที่เกิดจากการตกตะกอนในระบบ Water Scrubber ประมาณ 1.0 – 105.0 ลูกบาศก์เมตรต่อ วัน จะไหลลงสู่บ่อตกตะกอนเพื่อสูบน้ำกลับมาใช้ใหม่โดยตรวจสอบและปรับแต่งค่าความเป็น กรด – ด่างระหว่าง 6.50 – 8.50 เมื่อตะกอนสะสมเกินครึ่งบ่อจึงคัดออกนำไปฝังกลบ น้ำทิ้งจากการซักล้างและทำความสะอาดพื้นที่วันละประมาณ 1.00 – 2.00 ลูกบาศก์เมตร จะไหลรวมลงสู่บ่อ ตกตะกอนเช่นเดียวกัน ส่วนน้ำในระบบระบายความร้อนส่วนใหญ่จะระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้น สู่อากาศ

3) จี๊แก๊ส แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในอากาศ ทั้ง Bottom Ash และ Fly Ash ซึ่งมีปริมาณราว ร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้หรือวันละไม่เกิน 3 ตัน จะถูก สเปรย์ด้วยน้ำป้อนกันการฟุ้งกระจาย ก่อนนำไปฝังกลบในบ่อซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการ และ/ หรืออาจแจกจ่ายให้เกษตรกรเพื่อใช้ผสมทำปุ๋ย แก๊ส (Residual) ซึ่งเกิดจากความไม่บริสุทธิ์ของ

พลาสติกในภาชนะ Reactor ประมาณร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักที่หลงเหลือจากการ สลายตัวของ พลาสติก

4) เสียง เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบเกือบทั้งหมด อาทิ Reactor, Motor, Blower เป็นต้น เป็นแหล่งกำเนิดเสียงเพียงเล็กน้อย

4.2 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะ พลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก ในส่วนของประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มีดังนี้

4.1.1 การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณยานพาหนะที่ใช้ในโรงงาน จากการสำรวจปริมาณยานพาหนะที่เข้าใช้บริการในส่วนใหญ่เป็นการเดินทางของ พนักงานในโรงงานและการขนส่งวัตถุดิบ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณยานพาหนะที่เข้าใช้ในโรงงานในแต่ละวัน

วัน เวลา	ประเภท		
	รถจักรยานยนต์เฉลี่ยทุก ขนาด (CAR)	รถยนต์เฉลี่ยทุก ขนาด (CAR)	รถบรรทุกเฉลี่ย ทุกขนาด (CAR)
จันทร์	10	2	2
อังคาร	8	1	2
พุธ	9	2	2
พฤหัสบดี	11	3	2
ศุกร์	7	1	3
เสาร์	5	2	2
อาทิตย์	6	3	2
รวม	56	14	15
เฉลี่ย	8 คัน/วัน	2 คัน/วัน	2 คัน/วัน

ปริมาณการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่เข้าใช้บริการในโรงงาน
จากการคำนวณปริมาณน้ำมัน จากยานพาหนะ โดยคำนวณจากสมการ

$$\text{ปริมาณน้ำมัน(litre)} = \frac{\text{จำนวน} \times \text{ระยะทาง(km)}}{\text{อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง(km/litre)}}$$

หมายเหตุ : อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง(รถจักรยานยนต์เฉลี่ยทุกขนาด) = 37.640 km/litre
 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด) = 14.763 km/ litre
 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (รถกระบะเฉลี่ยทุกขนาด) = 11.111 km/ litre
 (กรมควบคุมมลพิษ , 2551)

ทั้งนี้จากการสำรวจ พบว่า ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบและการเดินทางของพนักงาน เฉลี่ยอยู่ที่ 10 และ 15 กิโลเมตร ตามลำดับ จากการคำนวณ พบว่า โดยเฉลี่ยปริมาณที่ใช้ น้ำมันของยานพาหนะแต่ละประเภทใน 1 วันคือ รถจักรยานยนต์เฉลี่ยทุกขนาด 6.37 ลิตรต่อวัน รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด 4.06 ลิตร/วัน รถบรรทุก 3.6 ลิตร/วัน ซึ่งใน 3 ประเภทนี้ ยานพาหนะใช้น้ำมัน ขอยานพาหนะที่มากที่สุดคือ รถจักรยานยนต์เฉลี่ยทุกขนาด

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะในโรงงาน

จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากยานพาหนะ โดยคำนวณจากสมการ

$$\text{การปล่อยก๊าซเรือนกระจก(CO}_2 \text{ eq emission)} = \text{ปริมาณน้ำมัน (litre)} \times \text{Emission Factor(kgCO}_2 \text{eq/ litre)}$$

หมายเหตุ : Emission Factorเบนซิน = 2.2376 kgCO₂eq/litre

Emission Factorดีเซล = 2.7446 kgCO₂eq/litre

(กรมควบคุมมลพิษ , 2551)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ

ประเภท	การใช้น้ำมัน l/d	CO ₂ eq emission(kgCO ₂ /day)	CO ₂ eq emission (kgCO ₂ /year)
รถจักรยานยนต์เฉลี่ย ทุกขนาด	6.37	14.25	5,201
รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด	4.06	11.14	4,066
รถบรรทุกเฉลี่ยทุก ขนาด	3.6	9.88	3,606
รวม		35.27	12,873

จากตารางที่ 4.2.2 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ ทั้งหมด 12,873 kgCO₂eq ต่อปี

4.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานไฟฟ้าของโรงงาน

4.1.2.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ของโรงงานใน 3 เดือน พบว่า มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน

เดือนที่ 1	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	21
2	25
3	22
เฉลี่ย	22.6

จากตารางที่ 4.2.3 พบว่า ในโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 22.6 กิโลวัตต์

4.1.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานไฟฟ้าของโรงงาน

จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยคำนวณจากสมการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก(CO_2 eq emission) = Emission Foactor(kgCO_2 eq/kWh)xพลังงานไฟฟ้าที่ใช้(kWh)

หมายเหตุ : ค่าEmission Foactor ของพลังงานไฟฟ้า = $0.5610 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$ (องค์กรบริหารก๊าซเรือนกระจก, 2554)

พบว่า ในโรงงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานไฟฟ้า ทั้งหมด 12.67 kgCO_2 eq ต่อเดือน หรือเท่ากับ 152 kgCO_2 eq ต่อปี

4.1.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเชื้อเพลิง

โรงงานมีปริมาณการใช้น้ำมันเตาเพื่อเผาไหม้ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ 1500 ลิตร มีค่าEmission Foactor เท่ากับ $3.0883 \text{ kgCO}_2/\text{หน่วย}$ หรือคิดเป็นปริมาณคาร์บอนเท่ากับ $4,630 \text{ kgCO}_2$ คิดเป็น $844,975 \text{ kgCO}_2$ ต่อปี

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในโรงงาน

จากการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานภายในโรงงาน เพื่อประเมินการใช้พลังงานของแต่ละประเภทโดยการประยุกต์ใช้การคำนวณการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากการใช้ยานพาหนะและไฟฟ้า ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดในโรงงาน

ประเภท	CO_2 eq emission(kgCO_2 eq /year)
ยานพาหนะ	12,873
พลังงานไฟฟ้า	152
การเผาไหม้เชื้อเพลิง	844,975
รวม	858,000

4.3 แนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการเกิดคาร์บอนจากการผลิต

จากการศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงาน คณะผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาและกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานที่สอดคล้องกับปัจจัยสถานการณ์จริง เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกต้องอย่างแม่นยำยิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษาคิดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม แทนการใช้น้ำมันดีเซล ว่าจะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้มากขึ้น
3. ควรมีการรณรงค์ให้ใช้พลังงานอย่างประหยัด ลดการใช้นานพาหนะหรือเปลี่ยนใช้นานพาหนะที่ใช้พลังงานสะอาดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้น้ำอย่างประหยัดและการลด คัดแยกขยะ ก่อนนำไปกำจัดอย่างถูกต้อง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัย “การศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก” มีรายละเอียดของผลการวิจัยโดยสรุป รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ จากการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้สามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

5.1.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโรงงาน

มลพิษที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ประกอบด้วย ฝุ่นละออง น้ำเสีย จี๊เสี้ยว เสียข โดยมึรายละเอียดการจัดการดังนี้

1) ฝุ่นละอองหรือกำขรื้อน ดึคตั้งระบบสกรึบเบอร์ โดยใข้ระบบน้ำฉีดพ่นจากด้านบนเพือ ดักจับฝุ่นละอองก่อนระบายกำขที่สะอาดออกทางปล่อง สำนหรืน้ำที่ใข้ดับจับฝุ่นละอองจะถูก หมุนเวียนนำมาใข้ในระบบสกรึบเบอร์ไม่มีการระบายออกสู่ภายนอกแต่อย่างใด

2) น้ำเสีย น้ำจึเสี้ยวที่เกิดจากการตกตะกอนในระบบ Water Scrubber ประมาณ 1.0 – 105.0 ลูกบาศก์เมตรต่อ วัน จะไหลดลงสู่บ่อตกตะกอนเพือสูบนำนํ้ากลับมาใช้ใหม่โดยตรวจสอบ และปรับแต่งค่าความเป็น กรด – ด่างระหว่าง 6.50 – 8.50 เมือตะกอนสะสมเกินครึ่งบ่อจึงดักออก นำไปฝังกลบ นํ้าทิ้งจากการซักล้างและทำความสะอาดพื้นที่วันละประมาณ 1.00 – 2.00 ลูกบาศก์ เมตร จะไหลดรวมลงสู่บ่อ ตกตะกอนเช่นเดียวกัน ส่วนน้ำในระบบระบายความร้อนส่วนใหญ่จะ ระเหยกลายเป็นไอนํ้าลอยขึ้น สู่อากาศ

3) จึ๊เสี้ยว เสี้ยวที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในอากาศ ทั้ง Bottom Ash และ Fly Ash ซึ่งมีปริมาณราว ร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักที่ใข้ในกระบวนการเผาไหม้หรือวันละไม่เกิน 3 ตัน จะถูก สเปรย์ด้วยน้ำป้ องกันการฟุ้งกระจาย ก่อนนำไปฝังกลบในบ่อซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการ และ/ หรืออาจแจกจ่ายให้เกษตรกรเพือใข้ผสมทำปุ๋ย เสี้ยว (Residual) ซึ่งเกิดจากความไม่บริสุทธิ์ของ พลาสติกในภาชนะ Reactor ประมาณร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักที่หลงเหลือจากการ สลายตัวของ พลาสติก

4) เสี่ยง เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบเกือบทั้งหมด อาทิ Reactor, Motor, Blower เป็นต้น เป็นแหล่งกำเนิดเสียงเพียงเล็กน้อย

5.1.3 เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในโรงงาน

ผลการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในโรงงาน สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้กิจกรรมแต่ละประเภทของมหาวิทยาลัยฯ มีปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณทั้งสิ้น 858,000 kgCO₂eq/ปี

โดยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ พบว่า การใช้พลังงานทั้งหมดในโรงงาน โดยเฉลี่ยภายใน 1 ปี มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ 844,975 kgCO₂eq/year รองลงมาคือการใช้ยานพาหนะและไฟฟ้า ที่ปริมาณ 12,873 และ 152 kgCO₂eq/year ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก : กรณีศึกษาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก” มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงาน และ เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในโรงงาน โดยการศึกษาวิจัยเรื่อง “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงาน” มีผลการวิจัยดังที่สรุปผลการวิจัยมาในข้างต้นพบว่า มลพิษที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก ประกอบด้วย ฝุ่นละออง น้ำเสีย ขี้เถ้า เสี่ยง สำหรับกิจกรรมแต่ละประเภทที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีค่าเฉลี่ยของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทจากการเก็บข้อมูลในโรงงานฯ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้นำข้อมูล ยานพาหนะ พลังงานไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิง มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า พบว่า การใช้พลังงานทั้งหมดในโรงงาน โดยเฉลี่ยภายใน 1 ปี มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ 844,975 kgCO₂eq/year รองลงมาคือการใช้ยานพาหนะและไฟฟ้า ที่ปริมาณ 12,873 และ 152 kgCO₂eq/year ตามลำดับ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงาน คณะผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. ควรมีการศึกษาและกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานที่สอดคล้องกับปัจจัยสถานการณ์จริง เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกต้องอย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาคิดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม แทนการใช้น้ำมันดีเซล จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้มากขึ้น

3. ควรมีการณรงค์ให้ใช้พลังงานอย่างประหยัด ลดการใช้ยานพาหนะหรือเปลี่ยนใช้ยานพาหนะที่ใช้พลังงานสะอาดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้น้ำอย่างประหยัดและการลด คัดแยกขยะ ก่อนนำไปกำจัดอย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการศึกษานี้ควรมีการต่อยอดการศึกษาวิจัยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในส่วน of โรงงานอื่นๆต่อไป

2. ทางผู้ศึกษาฯ สามารถนำผลการศึกษาฯ ในครั้งนี้เสนอแนะต่อเจ้าของโรงงานเพื่อจัดทำเป็นนโยบายและกำหนดแนวทางในการลดการใช้พลังงานและคาร์บอนต่อไป

บรรณานุกรม

กณิตา ชนเจริญชนภาส. (2558). การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ. ก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่เกิดจากธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2557). รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ชนิษฐา รูปงามและคณะ. (2559). การศึกษาปริมาณองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประพันธ์ สีนวล. (2558). การประเมินประสิทธิภาพโครงการรณรงค์เพื่อการประหยัดพลังงานภายในจังหวัดเชียงใหม่

รัตนวรรณ มั่งคั่ง และคณะ. (2555). การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการตลาดคาร์บอน

รศ.ดร.นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์. (2556). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ องค์กร บริษัท เชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน

รศ.ดร.สุนันท์ วิทิตศิริ. (2555). ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา. (2555). โครงการจัดทำ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

สุรศักดิ์ ใอน้ำปาดและคณะ. (2559). เรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2553). ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2555). คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint for Organization; CFO)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2556). โครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2557). แนวทางการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ
องค์กรองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2558). องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
จอมอัฐ สว่างวงศ์. 2553. การวิเคราะห์พลังงานและเศรษฐศาสตร์ โดยรวมต้นทุนสิ่งแวดล้อม
ของโรงไฟฟ้าชุมชน. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประวัติผู้ทำวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นาย พรทวี กองร้อย
Mr. Porntawee Kongroy
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3670400033908
3. ตำแหน่งปัจจุบันอาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ภายในเบอร์ 1405 มือถือ 082-5797769
อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) p.kongroy@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วศม. (สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วศม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
การวิจัยเชิงวิศวกรรมและการมีส่วนร่วมของประชาชน
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
การวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละ

ผลงานวิจัย

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

พรทวี กองร้อย, พิณทิพย์ แก้วแกมทอง, อีสระ ตั้งสุวรรณ และธนาวรรณ พิณะเวศน์. (2560). การถ่ายทอดองค์ความรู้การบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อพัฒนาต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์. รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 “บูรณาการงานวิจัยสู่ไทยแลนด์ 4.0” ณ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 21 กรกฎาคม 2560. หน้า 1176-1183

พรทวี กองร้อย (2560). การบริหารจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยแนวคิวดอเตอร์พุตพรีนธ์ กรณีศึกษา มะม่วงน้ำดอกไม้ของชุมชนดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6 “ศิลปวัฒนธรรมวิจัยเพื่อประเทศไทย 4.0” 26-27 มกราคม 2560 ณ หอประชุมพญาคำเมือง มหาวิทยาลัยพะเยา. หน้า 1337-1345

พรทวี กองร้อย (2559). การกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการชักล้างโดยแผนแดง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 กรกฎาคม – ธันวาคม 2559.

Pornatwee, K, Tantemsapya, N, Lin, F Y, ShuhRen Jing and W. Wirojanagud. (2010) Spatial Distribution of Metals in the Constructed Wetlands. International Journal of Phytoremediation, Vol.14, No.2, February 2012, p. 1835-1842

กาญจน์ คุ่มทรัพย์, พรทวี กองร้อย, ธนาวรรณ สุขเกษม และจุริรา คุ่มทรัพย์ (2560). การส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนพุตพรีนธ์ในจังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ. รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17 “บูรณาการงานวิจัยสู่การพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน”. 21 กรกฎาคม 2560 ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์รีเวอร์วิว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก, หน้า 2785-2791