บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา เรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องเพื่อมุ่งสู่โซ่อุปทานสีเขียว กรณีศึกษา: บริษัท อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทย จำกัด ในครั้งนี้ ได้ดำเนินการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง
3. แนวคิดเกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์
4. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการและการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก
5. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นจังหวัดภาคกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 6,367.62 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 3,979,762.50 ไร่ ทิศตะวันตกเป็นเทือกเขาตะนาวศรีซึ่งกั้นพรมแดนระหว่างไทยกับเมียนมาลาดเอียงลงสู่ทะเลอ่าวไทยด้านตะวันออกและมีเทือกเขาอยู่ทั่วไป ทั้งบริเวณตอนกลางและบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัด มีเทือกเขาที่สำคัญ ได้แก่ เทือกเขาสามร้อยยอด มีลักษณะภูมิอากาศไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไป เนื่องจากพื้นที่อยู่ในเขตมรสุมร้อนชื้น มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูงเนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล ในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณน้ำฝน 1,491.9 มิลิเมตร/ปี มีปริมาณฝนสูงสุด 244.7 มิลลิเมตร/วัน จำนวนฝนที่ตก 114 วัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.0 องศาเซลเซียส (สำนักงานจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2561)

2.1.1 ทรัพยากรดิน

จากการสำรวจพบว่าจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีดินอยู่ 30 กลุ่มชุดดิน มีเนื้อที่ประมาณ 3,714,956 ไร่ หรือร้อยละ 93.34 ของพื้นที่จังหวัด และพื้นที่เบ็ดเตล็ด 10 ประเภท มีเนื้อที่ประมาณ 264,806 ไร่ หรือร้อยละ 6.66 ของพื้นที่จังหวัด มีสภาพดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชไร่มากที่สุด รองลงมาเป็นการปลูกไม้ยืนต้น และพื้นที่ทำนา ปลูกพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชสมุนไพร ตามลำดับ

ในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 3,979,762.50 ไร่ แยกเป็นพื้นที่ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร 1,795,051 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 45.10 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกผลไม้ยืนต้นมากที่สุด จำนวน 886.425 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.38 ของพื้นที่ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร รองลงมาคือพืชไร่ จำนวน 886,425 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34.09 ของพื้นที่ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร และพื้นที่การเกษตรอื่นๆ มีพื้นที่ปลูก 236,260 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.16 ของพื้นที่ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร และมีจำนวนเกษตรกร 661,576 ครัวเรือน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

การใช้ประโยชน์	**พื้นที่การเกษตร (ไร่)**			**ร้อยละของพื้นที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร**		
	ปี 2558	**ปี 2559**	**ปี 2560**	**ปี 2558**	**ปี 2559**	**ปี 2560**
ปลูกข้าว	50,099	8,972.45	37,362	2.62	0.53	2.08
พืชไร่	546,119	480,150	611,999	28.54	28.40	34.09
ไม้ผล ไม้ยืนต้น	916,120	920,580	886,425	47.86	54.43	49.38
ไม้ดอกไม้ประดับ	523	213	359	0.03	0.01	0.02
พืชผัก	13,094	3,813	13,453	0.68	0.23	0.75
พืชสมุนไพร	10,223	-	9,193	0.53	0.00	0.52
พื้นที่การเกษตรอื่นๆ	377,789	277,482	236,260	19.74	16.40	13.16
รวม	**1,913,967.00**	**1,691,210.45**	**1,795,051.00**	**100**	**100**	**100**

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2561

ตารางที่ 2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำแนกตามกลุ่มพืช

อำเภอ	พื้นที่การเกษตร (ไร่)					
	ข้าว	พืชไร่	พืชผัก	ไม้ผล/ไม้ยืนต้น	ไม้ดอก/ไม้ประดับ	พืชสมุนไพร
หัวหิน	674	147,150	3,745	59,375	15	5,096
ปราณบุรี	2,790	111,428	1,576	77,640	137	227
สามร้อยยอด	13,933	138,573	695	64,860	12	205
กุยบุรี	13,561	67,956	5,708	37,526	170	1,230
เมืองฯ	40	87,031	459	70,060	5	2,418
ทับสะแก	4,605	10,365	286	165,631	20	10
บางสะพาน	1,557	28,546	892	300,390	-	7
บางสะพานน้อย	202	20,950	92	110,944	-	-
รวม	**37,362**	**611,999**	**13,453**	**886,425**	**359**	**9,193**

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2561

2.1.2 แหล่งน้ำ

จากรายงานโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตกของกรมทรัพยากรน้ำ กำหนดให้ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตกครอบคลุมพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เต็มจังหวัดมีขนาดพื้นที่ประมาณ 6,427 ตารางกิโลเมตร

ตารางที่ 2.3 ขอบเขตลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก (ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์)

จังหวัด	ลุ่มน้ำหลัก	ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่ (ตร.กม.)
ประจวบคีรีขันธ์	แม่น้ำเพชรบุรี	แม่น้ำเพชรบุรีตอนบน	82
	ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก (ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์)	แม่น้ำปราณบุรี	2,256
		คลองเขาแดง	494
		คลองกุย	735
		ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	2,080
		คลองบางสะพานใหญ่	488
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	คลองท่าตะเภา	291
รวม			**6,427**

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2561

1) ระบบชลประทาน กรมชลประทานได้ดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อช่วยเหลือพื้นที่การเกษตรในเขตจังหวัด โดยดำเนินการก่อสร้างโครงการชลประทานขนาดต่างๆ จนถึงปัจจุบันรวม 120 โครงการ

2) แหล่งน้ำใต้ดิน มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็นแหล่งน้ำบาดาล คือพื้นที่เป็นหินแกรนิต ครอบคลุมพื้นที่ 326 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6 พบบริเวณทิศตะวันออกของพื้นที่

ตารางที่ 2.4 สถิติข้อมูลปริมาณน้ำฝนและจำนวนน้ำฝน ปี พ.ศ. 2557 – พ.ศ. 2561

ลำดับที่	รายการ	2557	2558	2559	2560
1	ปริมาณน้ำฝนทั้งปี (ม.ม.)	1,000.5	1,028.3	1,154.0	1,491.9
2	จำนวนวันที่ฝนตก	96 วัน	113 วัน	112 วัน	114 วัน

ที่มา: ส่วนทรัพยากรน้ำ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2561

2.1.3 พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

พื้นที่ชุ่มน้ำของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แบ่งออกเป็น พื้นที่ชุ่มน้ำระดับชาติ มี 1 แห่ง ได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำในอุทยานแห่งชาติหาดวนกร และพื้นที่ชุ่มน้ำระดับนานาชาติ มี 2 แห่ง ได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำ ในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานและพื้นที่ชุ่มน้ำในอุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด

2.1.4 การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ

ในภาคเกษตรกรรม ปี พ.ศ. 2560 มีการขยายตัวร้อยละ 8.1 จากปี พ.ศ. 2559 ตามปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัด (สับปะรด มะพร้าว และยางพารา) ซึ่งปริมาณผลผลิตสับปะรดในปี พ.ศ. 2560 ขยายตัวร้อยละ 15.6 จากปี พ.ศ. 2559 มีราคาขยับตัวสูงขึ้น สร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูก

ในภาคอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2560 ขยายตัวร้อยละ 3.8 จากปี พ.ศ. 2559 กำลังการผลิตวัตถุดิบอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นตามความต้องการของตลาด

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและทำรายได้ให้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นอันดับหนึ่งมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในประเทศ ผลผลิตส่วนใหญ่จะส่งเข้าโรงงานแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋องน้ำสับปะรด และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อส่งออก และเนื่องจากราคารับซื้อผลผลิตสับปะรดช่วงปี พ.ศ. 2557 - 2558 มีราคาปรับซื้อที่สูง 7-10 บาทต่อกิโลกรัม จึงส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2559 เริ่มมีพื้นที่ปลูกสับปะรดมากขึ้น เนื่องจากสภาวะราคาสับปะรดที่สูงมากจึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรเพิ่ม

พื้นที่ปลูกแต่ด้วยสภาวะกลไกทางการตลาด ส่งผลให้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 ราคาสับปะรดปรับตัวลดลงอยู่ที่ 4.40 – 5.20 บาทต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ภาครัฐฯ จึงทำข้อตกลงกับโรงงาน ให้รับซื้อสับปะรดใหญ่ ณ ราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม โดยให้ตรึงราคาไว้เป็นเวลา 15 วัน โดยขอความร่วมมือจากเกษตรกรให้ผลิตสับปะรดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่โรงงานกำหนด และลดการใช้สารเคมีก่อนตัดส่งผลผลิตเข้าโรงงาน จากนั้นแนวโน้มราคาสับปะรดจึงปรับตัวลงมาเรื่อยๆ จนถึงปี พ.ศ. 2561

ตารางที่ 2.5 พื้นที่ทำการเกษตร (สับปะรด) ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ปี พ.ศ.	ครัวเรือนเกษตรกร	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก.ต่อไร่)	ราคาเฉลี่ย (บาท)	มูลค่าการผลิต (บาท)
2555	12,406	509,231	248,378	1,066,662.84	4,294.51	3.70	3,946,652,508.00
2556	12,065	478,250	275,612	1,302,408.52	4,725.51	4.85	6,338,700,711.20
2557	11,967	429,858	239,651	1,065,670.00	4,446.76	7.11	7,629,211,428.43
2558	12,358	402,905	159,043	657,010.88	4,131.00	10.24	6,756,956,975.80
2559	12,529	433,720	246,437	1,045,157.35	4,241.07	10.63	11,134,465,634.60
2560	12,470	456,302	205,279	941,175.14	4,584.86	4.62	4,348,229,150.00

ที่มา: สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2561

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีโรงงานแปรรูปสับปะรด จำนวน 15 โรงงาน แบ่งเป็นโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรดเข้มข้น โรงงานสับปะรดกวน และอบแห้ง โดยสับปะรดร้อยละ 20 ใช้บริโภคสดภายในประเทศ ร้อยละ 80 ส่งเข้าโรงงานแปรรูปเพื่อการส่งออก

2.1.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นประมาณ 80,930 ลูกบาศก์เมตร/วัน (คำนวณจากจำนวนประชากรปี พ.ศ. 2559 จำนวน 539,534 คน และอัตราการผลิตน้ำเสีย 150 ลิตร/คน/วัน) ทั้งนี้ ยังไม่รวมปริมาณน้ำเสียจากภาคการบริการการท่องเที่ยว ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรมและมีการจัดการน้ำเสียที่เกิดจากชุมชน โดยมีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียชุมชนรวม จำนวน 4 แห่ง

ตารางที่ 2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายชื่อเทศบาล	ระบบ	ศักยภาพ ลบ./วัน (อัตราการบำบัดจริง)	การครอบคลุม (พื้นที่บริการ/พื้นที่ทั้งหมด)	ความสามารถของระบบบำบัดที่ออกแบบไว้
เทศบาลเมืองหัวหิน แห่งที่ 1	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ	8,000 (100 %)	2.58 %	100 %
เทศบาลเมืองหัวหิน แห่งที่ 2	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน	8,000 (100 %)	-	70.59%
*เทศบาลตำบลปราณบุรี	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์	30 (-)	15.18 %	-
เทศบาลเมืองประจวบคีรีขันธ์	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ	8,000 (25 %)	50.00 %	78.56%

หมายเหตุ: ยังไม่มีการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียในเทศบาลปราณบุรี
ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8

2.1.6 การจัดการขยะมูลฝอย

ในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีปริมาณขยะ 507.01 ตันต่อวัน ปริมาณขยะที่สามารถจัดเก็บได้ 470.11 ตันต่อวัน ปริมาณขยะที่ตกค้าง 111.13 ตันต่อวัน จำนวนเงินที่จะต้องใช้ในการกำจัดขยะเฉลี่ยประมาณ 980 บาทต่อตัน เป็นเงิน 11,112,132 บาทต่อเดือน หรือ 133,345,584 บาทต่อปี

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรดแปรรูป

2.2.1 อุตสาหกรรมผลไม้แปรรูปและสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย

อุตสาหกรรมผลไม้แปรรูปมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยและเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงภาคการผลิตด้านการเกษตรกับภาคอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัตถุดิบสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท อีกทั้ง ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรธรรมชาติ พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศใช้ไปในด้านการเกษตร การประมงมีพื้นที่ที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อการผลิตสินค้าเกษตรหลากหลายชนิด ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรกรรมและสินค้าอุตสาหกรรมที่สำคัญของโลกหมุนเวียนออกสู่ตลาดตลอดทั้งปี โดยเฉพาะสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรช่วงปี

พ.ศ. 2562 พบว่าประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออก 675,136.03 ล้านบาท แต่มีมูลค่าลดลงจากปี พ.ศ. 2561 ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 744,433.46 ล้านบาท (ตารางที่ 2.7) และผลไม้กระป๋องที่ประเทศไทยมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดคือสับปะรดกระป๋อง โดยไทยเป็นผู้ส่งออกสับปะรดกระป๋องเป็นอันดับ 1 ของโลก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมสับปะรดแปรรูปในประเทศไทย (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2559)

ตารางที่ 2.7 มูลค่าการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมเกษตร ผลไม้กระป๋องและแปรรูป และสับปะรดกระป๋องของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2562

ปี พ.ศ.	สินค้าอุตสาหกรรมเกษตร		ผลไม้กระป๋องและแปรรูป		สับปะรดกระป๋อง	
	มูลค่า (ล้านบาท)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)	มูลค่า (ล้านบาท)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)	มูลค่า (ล้านบาท)	อัตราการขยายตัว (ร้อยละ)
2560	777,083.57	13.78	65,885.72	-7.69	12,538.40	-38.53
2561	744,433.46	-4.20	54,941.75	-16.61	8,258.20	-34.14
2562	675,136.03	-9.31	50,606.27	-7.89	6,835.20	-17.23

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ พ.ศ. 2563

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นจังหวัดที่มีสภาพพื้นที่และภูมิอากาศเอื้อต่อการปลูกสับปะรด จึงเป็นแหล่งผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์สับปะรดที่สำคัญแห่งหนึ่งในประเทศไทย (ตารางที่ 2.8) ซึ่งแหล่งผลิตสับปะรดในประเทศไทย 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดราชบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดพิษณุโลก ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2562) ในแต่ละปีมีผลผลิตเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก จึงมีการแปรรูปผลผลิตในลักษณะต่างๆ การแปรรูปผลิตภัณฑ์สับปะรดเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงระหว่างภาคเกษตรกรรมกับภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้เกิดการสร้างงานและการสร้างรายได้ให้แก่ประชาชนในพื้นที่ (เครือข่ายวิสาหกิจอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สับปะรด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2551)

ตารางที่ 2.8 สับปะรดโรงงาน: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปีพ.ศ. 2562รายจังหวัด (เบื้องต้น ณ วันที่ 16 ม.ค. 62)

จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต/ไร่ (กก.)	
				ปลูก	เก็บ
รวมทั้งประเทศ	474,287	466,497	1,679,668	3,541	3,601
เชียงราย	21,413	20,991	61,553	2,875	2,932
พะเยา	523	523	1,404	2,685	2,685
ลำปาง	15,384	14,629	39,725	2,582	2,715
อุตรดิตถ์	18,418	18,210	57,271	3,110	3,145
อุทัยธานี	27,944	27,602	84,179	3,012	3,050
พิษณุโลก	17,443	17,240	66,939	3,838	3,883
เพชรบูรณ์	1,700	1,650	6,579	3,870	3,987
เลย	16,520	16,171	56,232	3,404	3,477
อุดรธานี	134	134	428	3,194	3,194
หนองคาย	3,996	3,798	17,050	4,267	4,489
บึงกาฬ	355	355	1,283	3,614	3,614
นครพนม	6,448	6,208	21,120	3,275	3,402
ชัยภูมิ	9,805	9,351	43,341	4,420	4,635
สุพรรณบุรี	1,398	1,264	3,380	2,418	2,674
ฉะเชิงเทรา	7,658	7,571	34,589	4,517	4,569
จันทบุรี	540	527	2,067	3,828	3,922
ตราด	6,219	6,098	20,739	3,335	3,401
ระยอง	33,729	33,455	182,675	5,416	5,460
ชลบุรี	18,468	18,398	106,947	5,791	5,814
กาญจนบุรี	18,515	18,314	54,789	2,959	2,992
ราชบุรี	42,636	42,371	130,705	3,066	3,085

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต/ไร่ (กก.)	
				ปลูก	เก็บ
เพชรบุรี	30,893	30,504	88,291	2,858	2,894
ประจวบคีรีขันธ์	164,453	161,688	562,384	3,420	3,478
ชุมพร	6,011	5,878	24,387	4,057	4,149
ระนอง	46	46	174	3,783	3,783
สุราษฎร์ธานี	805	793	2,836	3,523	3,576
กระบี่	114	114	390	3,421	3,421
นครศรีธรรมราช	293	293	920	3,140	3,140
พัทลุง	2,426	2,324	7,291	3,005	3,137

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2562

สถานการณ์การผลิตของสับปะรดในประเทศไทย (ตารางที่ 2.8) จากการคาดการณ์จะเห็นว่าเนื้อที่เก็บเกี่ยวทั้งประเทศคาดว่าในปี พ.ศ. 2563 จะสูงขึ้นกว่าปี พ.ศ. 2562 เนื่องจากราคารับซื้อในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 เป็นต้นมาขยับตัวสูงขึ้น เพราะปริมาณของสับปะรดโรงงานออกสู่ตลาดน้อย เนื่องมาจากสถานการณ์ภัยแล้งและร้อนจัดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 เกษตรกรบางรายจึงเริ่มดูแลแปลงหรือไถเหง้าสับปะรดที่แห้งตายเพื่อปลูกใหม่ และบางรายเปลี่ยนไปปลูกพันธุ์บริโภคสดซึ่งขายได้ราคาดีกว่า ประกอบกับสับปะรดโรงงานที่ปลูกใหม่ส่วนใหญ่จะเริ่มให้ผลผลิตในปี พ.ศ. 2564 จึงทำให้เนื้อที่เก็บเกี่ยวในปี พ.ศ. 2563 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับผลผลิตต่อไร่คาดว่าเพิ่มขึ้นถ้ามีปริมาณน้ำฝนเพียงพอและไม่ประสบภัยแล้งเช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2562 ประกอบกับการที่เกษตรกรมีการบำรุงรักษาต้นสับปะรดที่ดีจึงส่งผลให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศมีเกณฑ์ที่ดีขึ้น

ภาคเหนือ เนื้อที่เก็บเกี่ยวคาดว่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้ปีที่แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่สับปะรดจากพื้นที่ที่เคยปลูกข้าวโพด ปลูกลิ้นจี่ และเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตามเนื้อที่เก็บเกี่ยวยังเพิ่มขึ้นไม่มากนัก เนื่องจากบางส่วนปรับเปลี่ยนไปปลูกพันธุ์บริโภคสด และบางพื้นที่จะเริ่มให้ผลได้ในปี พ.ศ. 2564 สำหรับผลผลิตต่อไร่จะมีเกณฑ์เพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาดีจูงใจให้เกษตรกรมีการบำรุงรักษาที่ดี ส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตเพิ่มขึ้น

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื้อที่เก็บเกี่ยวคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้อยู่ในเกณฑ์ดีและเกษตรกรสามารถขายผลผลิตสับปะรดพันธ์ปัตตาเวียเพื่อบริโภคสดได้เพิ่มขึ้น ทำให้ขยายพื้นที่ปลูกสับปะรดจากพื้นที่ปลูกยางพาราที่ถูกโค่นทิ้ง และผลผลิตต่อไร่คาดว่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาดีจูงใจให้เกษตรกรมีการบำรุงรักษาที่ดี ส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตเพิ่มขึ้น

ภาคกลาง เนื้อที่เก็บเกี่ยวคาดว่าเพิ่มขึ้นโดยแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี กาญจนบุรี และเพชรบุรี เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี เกษตรกรจึงรื้อแปลงเดิมและปลูกใหม่ อย่างไรก็ตาม เนื้อที่เก็บเกี่ยวยังเพิ่มไม่มากนัก เนื่องจากบางพื้นที่ปรับเปลี่ยนไปปลูกพันธุ์บริโภคสด และบางส่วนจะเริ่มให้ผลได้ในปี พ.ศ. 2564 สำหรับผลผลิตต่อไร่คาดว่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากราคาดีจูงใจให้เกษตรกรมีการบำรุงรักษาที่ดีและไม่ประสบภัยแล้งเหมือนปี พ.ศ. 2562 ส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตเพิ่มขึ้น

ภาคใต้ เนื้อที่เก็บเกี่ยวคาดว่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้ในปีที่แล้วอยู่ในเกณฑ์ดี จึงจูงใจให้เกษตรกรปลูกแซมในพื้นที่ปลูกยางพาราและปาล์มน้ำมันที่อายุน้อย สำหรับผลผลิตต่อไร่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากปริมาณน้ำฝนที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และเกษตรกรมีการบำรุงรักษาต้นสับปะรดที่ดี

ตารางที่ 2.9 การพยากรณ์การผลิตปี พ.ศ. 2563 ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

ปี พ.ศ.	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2562	486,680	1,681,303	3,455
2563	501,075	1,804,483	3,601
ผลต่าง	14,395	123,180	146
% การเปลี่ยนแปลง	2.96	7.33	4.23

ที่มา: คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพข้อมูลด้านการเกษตร พ.ศ. 2562

ในประเทศไทยมีสับปะรดหลายสายพันธุ์ด้วยกัน เช่น พันธุ์ปัตตาเวีย, พันธุ์อินทรชิตแดง, พันธุ์อินทรชิตขาว, พันธุ์ภูเก็ต, พันธุ์นางแล, สับปะรดศรีราชา, สัปปะรดตราดสีทอง, สับปะรดห้วยมุ่น, สับปะรดภูแลเชียงราย, สับปะรดภูเก็ต, พันธุ์เพชรบุรี 1, พันธุ์เพชรบุรี 2, พันธุ์ภูชวาหรือไซโก้เบอร์ 6 และพันธุ์ MD2 (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี, 2562) โดยสับปะรดสายพันธ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้าในไทย ได้แก่

- พันธุ์ปัตตาเวีย กระจายพันธุ์และตั้งชื่อตามแหล่งปลูกต่างๆ เช่น สับปะรดศรีราชา สับปะรดปราณบุรี สับปะรดกัลกัตตา สับปะรดสามร้อยยอด สับปะรดห้วยมุ่น สับปะรดนางแล สับปะรดน้ำผึ้ง เป็นต้น เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อส่งโรงงานแปรรูปสับปะรดมากกว่าบริโภคผลสด แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศ ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี กาญจนบุรี ชลบุรี ระยอง เชียงราย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก และลำปาง
- พันธุ์ภูเก็ต มีการกระจายพันธุ์และตั้งชื่อตามแหล่งปลูกต่างๆ เช่น ตราดสีทอง ภูแล ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีรสชาติหวานกรอบกลิ่นหอม ทำให้มีการผลิตเพื่อการบริโภคผลสดเป็นหลัก แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศ ได้แก่ ภูเก็ต ตราด ระยอง ชุมพร และเชียงราย
- พันธุ์อินทรชิต เป็นสับปะรดพันธุ์พื้นเมืองของไทย แบ่งเป็น 2 สายพันธุ์ คือ อินทรชิตแดง ผิวใบและผิวผลจะมีสีแดงปนน้ำตาล และอินทรชิตขาว ผิวใบและผิวผลจะมีสีเขียวปนเหลือง แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศ คือ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
- พันธุ์เพชรบุรี มีการพัฒนาสายพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเพชรบุรี เป็นสับปะรดที่มีลักษณะเนื้อผลที่สามารถใช้มือแกะแยกออกจากกันได้จึงมีการตั้งชื่อว่า พันธุ์ฉีกตา แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศ ได้แก่ เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

(สันติ ช่างเจรจา, รุ่งนภา ช่างเจรจา, นิอร โฉมศรี, ยุทธนา เขาสุเมรุ และ ชิติ ศรีตนทิพย์, 2562)

สับปะรดต้องการอากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 23.9-29.4 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,000 - 1,500 มิลลิเมตรต่อปี แต่ต้องตกกระจายสม่ำเสมอตลอดปี และมีความชื้นในอากาศสูง อีกทั้ง สับปะรดสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดที่ระบายน้ำดี แต่ชอบดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินปนลูกรัง ดินทรายชายทะเล และชอบที่ลาดเท เช่น ที่ลาดเชิงเขา สภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดินควรเป็นกรดเล็กน้อย คือ ตั้งแต่ 4.5-5.5 แต่ไม่เกิน 6.0 การเก็บเกี่ยวของสับปะรด สับปะรดจะให้ผลผลิตมาก และจะทำการเก็บเกี่ยวในฤดูตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม และกลางเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม นอกจากนี้ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน และเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม สับปะรดจะให้ผลผลิตน้อย ราคาในตลาดจะสูง (สินีนาฏ แสงจันทร์, 2560)

2.2.2 กระบวนการแปรรูปสับปะรด

กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

อรจิตร แจ่มแสง และประสานแสงเขียว (2559) อธิบายถึงกระบวนในการผลิตสับปะรดกระป๋องว่าจะมีการใช้แรงงานพนักงานควบคู่กับการทำงานของเครื่องจักร โดยมีขั้นตอนการผลิตโดยสังเขป ดังนี้

1. รับสับปะรดเข้าเครื่องแยกขนาดเพื่อทำการคัดขนาดแบ่งตามขนาดต่างๆ ตามเส้นผ่านศูนย์กลางของสับปะรด แล้วนำสับปะรดที่ผ่านการคัดขนาดเข้าสู่กระบวนการล้างผ่านเครื่องฉีดน้ำเพื่อทำความสะอาด ชะล้างฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกต่างๆ ออกจากผล หลังจากนั้นลำเลียงเข้าเครื่องตัดหัว-ท้าย ปอกเปลือก และคว้านแกนออก โดยสับปะรดที่ผ่านขั้นตอนนี้จะเป็นรูปทรงกระบอกตรงกลางกลวง

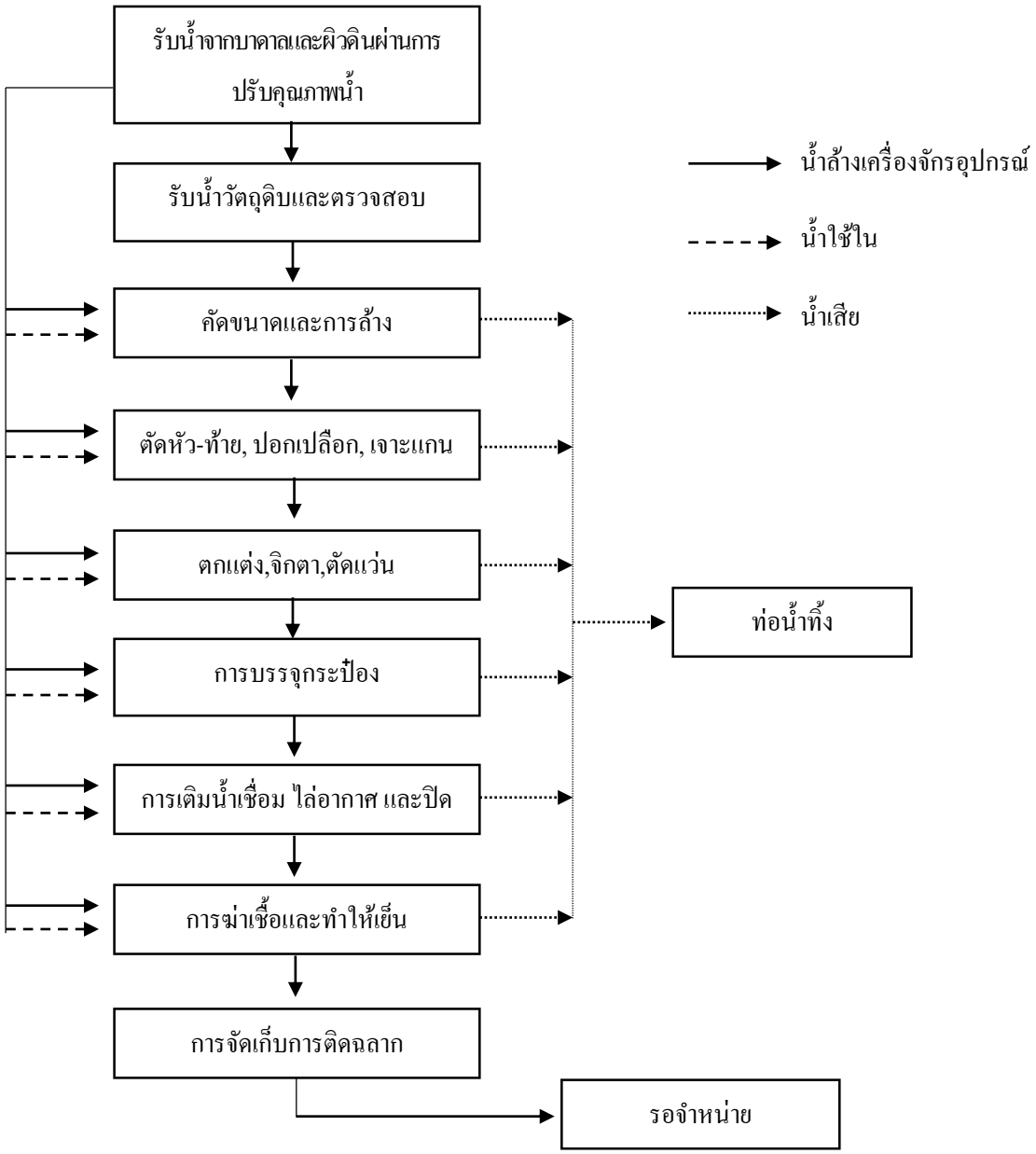
2. สับปะรดที่ได้จะผ่านการล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ก่อนที่จะเคลื่อนไปตามเครื่องลำเลียงเพื่อเข้าสู่กระบวนการตัดแต่งจิกตาตัดแว่น โดยพนักงานตกแต่งตาหรือเปลือกที่ยังติดค้างอยู่ จากนั้นจึงผ่านเข้าเครื่องหั่นสับปะรดเป็นแว่น (สับปะรด 1 ลูก จะหั่นได้ประมาณ 8-10 แว่น) ซึ่งในขั้นตอนนี้ พนักงานจะต้องคัดเลือกแว่นตามสีและขนาดความสมบูรณ์ของแว่น จากนั้นคนงานจะหยิบแว่นสับปะรดบรรจุกระป๋องใส่น้ำเชื่อมพอท่วมชิ้นสับปะรด และชั่งน้ำหนักให้ได้ตามที่ต้องการ

3. นำเข้าหม้ออบเพื่อไล่อากาศ แล้วผ่านเข้าเครื่องผนึกฝากระป๋อง และส่งเข้าเครื่องอัตโนมัติสู่กระบวนการสเตอริไรซ์เพื่อฆ่าเชื้อโรค จากนั้นจะต้องทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยการนำสับปะรดที่ผ่านการสเตอริไรซ์ลำเลียงผ่านสายน้ำเย็นนานประมาณ 10 นาที เพื่อป้องกันไม่ให้สี รสชาติ กลิ่น และเนื้อสับปะรดเปลี่ยนไป เมื่อนำออกจากสายน้ำเย็นแล้วปล่อยให้แห้ง ทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง เพื่อปรับสภาพให้คืนตัว และมีคุณภาพคงที่ ในช่วงนี้จะมีการตรวจสอบดูรอยรั่วหรือรอยชำรุดต่างๆ ซึ่งหากพบกระป๋องที่ชำรุดก็สามารถนำไปเปิดเอาเนื้อออก และบรรจุกระป๋องใหม่ได้ สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง คือ ระดับความเป็นกรด-ด่างภายในกระป๋อง ซึ่งจะต้องรักษาระดับค่า pH ให้ต่ำกว่า 4.0 มิฉะนั้นแบคทีเรียบางชนิดอาจไม่ตาย และจะทำให้กระป๋องบวมพองเกิดความเสียหายได้

4. ปิดฉลากตามที่ลูกค้าต้องการจากนั้นบรรจุใส่กล่องลำเลียงเพื่อส่งออกต่อไป เนื่องจากสับปะรดเป็นผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง ดังนั้น กระป๋องที่ใช้สำหรับบรรจุสับปะรดกระป๋องจึงควรเป็นกระป๋องเคลือบดีบุก โดยแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่ใช้จะต้องมีคุณภาพชั้น 1 ซึ่งปลอดภัยในการสัมผัสกับอาหาร โดยมีมาตรฐานตาม มอก. 16 นอกจากนี้ ผิวด้านในควรเคลือบดีบุกไม่น้อยกว่า 11.2 กรัม/ตารางเมตร

ในอุตสาหกรรมอาหารและผลไม้กระป๋องน้ำที่ใช้ในกระบวนการสามารถแบบได้ 2 ส่วน ได้แก่ การใช้น้ำในกระบวนการผลิต และการใช้ในการทำความสะอาด น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะครอบคลุมการล้างสับปะรด หลังการปอกเปลือกในทุกขั้นตอน การล้างกระป๋อง การไล่อากาศ การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ การผสมน้ำเชื่อม ตลอดจนน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ส่วนน้ำที่ใช้ทำความสะอาด

จะรวมถึงการล้างสับปะรดก่อนปอกเปลือก จะมีทั้งการล้างทำความสะอาดพื้นและเครื่องจักร เพื่อรักษาความสะอาดให้เป็นไปตามมาตรฐาน



ภาพประกอบที่ 2.1 กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องที่เกี่ยวกับการใช้น้ำ

2.3 แนวคิดการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

2.3.1 ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องมาจากการที่หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนได้ให้ความใส่ใจในประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้นิยามหรือให้ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไว้ดังนี้

2.3.1.1 องค์กร Carbon Trust แห่งสหราชอาณาจักรได้ให้นิยามของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไว้ 2 ประการ คือ (Carbon Trust, 2007: 4)

1) คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นวิธีการประมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจนกระทั่งการกำจัดผลิตภัณฑ์ (โดยไม่ได้ครอบคลุมการปล่อยมลภาวะ ในช่วงการใช้งานของผลิตภัณฑ์)

2) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง เทคนิคเพื่อใช้ในการบ่งชี้และวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดทุกขั้นตอนกระบวนการของห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) จนได้มาเป็นผลิตภัณฑ์ (Output Product) ตามที่กำหนดไว้ในกรอบการดำเนินการ (Framework)

2.3.1.2 ISA^{UK} Research and Consulting ได้เสนอนิยามของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไว้ว่า เป็นการวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมหรือที่สะสมอยู่ในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Wiedmann and Minx, 2007: 4)

2.3.1.3 Time for Change Organization ได้ให้นิยามของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไว้ว่าเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งโดยปกติแล้วจะแสดงค่าในรูปของปริมาณตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Time for Change, 2011)

2.3.1.4 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ได้กำหนดนิยามของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ไว้ดังนี้

1) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon footprint of product) หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งานและการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคได้ทราบว่าตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาปริมาณเท่าใด นอกจากนี้ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในผลิตภัณฑ์ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้บริโภคทราบข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยให้ผู้บริโภคได้พิจารณาประกอบในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นั้นๆ

2) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon footprint for organization หรือ Corporate carbon footprint) หมายถึง การประเมินปริมาณการปล่อยและดูดกลับของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับโรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ โดยวัดออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 1-2)

จากที่หลายหน่วยงานได้ให้นิยามไว้สามารถให้ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ได้ว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ข้อมูลที่แสดงถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์หรือจากกระบวนการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อมที่สะสมตลอดวัฏจักรชีวิตของสินค้าหรือบริการ (Life Cycle Assessment: LCA) ตั้งแต่ขั้นตอนของการจัดหาวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิตการจำหน่าย การใช้งาน ตลอดจนการกำจัดซาก ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2$ equivalent) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (Product unit) เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้บริโภคในการได้ทราบว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นหรือสินค้าที่ซื้อไปก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในปริมาณเท่าใด รวมทั้งกระตุ้นให้มีการผลิตสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง

โดยการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะต้องพิจารณาในสองส่วนคือ (วริศรา แสงไพโรจน์, 2553)

1) การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Primary Footprint) คือ การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตสินค้าโดยตรง เช่น การใช้พลังงานเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตและการขนส่ง เช่น การขนส่งทางรถบรรทุก ทางเรือ และทางอากาศ

2) การคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อม (Secondary Footprint) คือ การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้สินค้า รวมไปถึงการกำจัดซากหลังการใช้งาน

2.3.2 วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

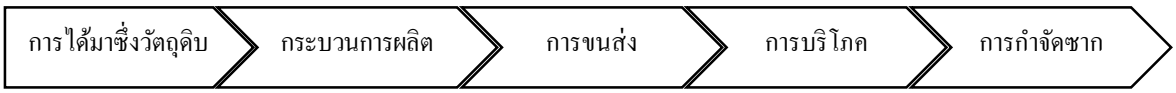
วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ จะมีวิธีการประเมินโดยใช้หลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดเศษซากหลังการใช้งาน ซึ่งบริษัทผู้ผลิตสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการ

ปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ (Cradle to Grave) หรือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิตในโรงงาน (Cradle to Gate) ได้ ทั้งนี้ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สามารถใช้บ่งชี้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่านั้น ซึ่งเป็นประเด็นที่ทั่วโลกให้ความสำคัญลำดับต้นๆ โดยไม่ได้นำผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่นๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) การเกิดฝนกรด (Acidification) ภาวะการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในแหล่งน้ำ (Eutrophication) ความเป็นพิษ (Toxicity) มาประเมินร่วมด้วย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 3)

สำหรับประเทศไทยคณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ได้จัดทำข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) เพื่อให้สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น ทั้งนี้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการกำหนด PCRs ไว้ ก็สามารถนำ PCRs ที่พัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน ISO 14025 มาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 8-9)

2.3.3 รูปแบบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

1) แบบ Business-to-Consumer (B2C) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดทั้งวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ โดยครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบ B2C มีขอบเขตดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.2



ภาพประกอบที่ 2.2 ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แบบ B2C

2) แบบ Business-to-Business (B2B) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต จนถึงหน้าโรงงานพร้อมส่งออกหรือจนถึงสถานะเป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่อง ตามที่กำหนดในข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบ B2B มีขอบเขตดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.3

ภาพประกอบที่ 2.3 ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แบบ B2B

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกทำการตรวจวัดและบันทึกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในขั้นตอนต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Trust, 2010: 12) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

1) การได้มาและการผลิตวัตถุดิบ (Extraction and Production of Raw Materials)
2) การขนส่งวัตถุดิบ (Transportation of Raw Materials)
3) การผลิตหรือการจัดหาบริการ (Production or Service Provision)
4) การกระจายจำหน่ายผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Distribution)
5) การใช้งานผลิตภัณฑ์ (Product Use)
6) การกำจัดผลิตภัณฑ์/การนำกลับมาผลิต (Disposal/Recycling)

ข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วยชื่อผลิตภัณฑ์ ขอบเขตกระบวนการผลิต วัตถุดิบ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ ข้อมูลทั้งหมดต้องได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับใช้วิเคราะห์ และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี หรือตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ที่แสดงฉลากนั้นอยู่ในตลาด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 9)

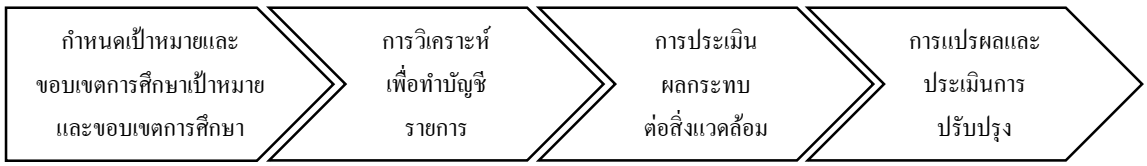
2.3.4 หน่วยการวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ต้องอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น ต่อกิโลกรัม ต่อลิตร ต่อชิ้น เป็นต้น

2.3.5 การชดเชย (Offsetting)

จะต้องไม่นำการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งภาคทางการ (ที่เกิดจากการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน (Joint Implementation: JI) หรือกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) หรือการซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ (Emissions Trading: ET) และภาคสมัครใจ (ที่เกิดจากโครงการตามกลไก CDM/JI แต่ไม่ได้ขอใบรับรองจากหน่วยงานกลางของประเทศที่เป็นเจ้าของโครงการหรือไม่ได้ลงทะเบียนกับคณะกรรมการบริหารโครงการพัฒนากลไกที่สะอาดของ UNFCCC มาคำนวณเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 13)

2.3.6 กรอบแนวคิดการคำนวณ (Methodological Framework)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ควรดำเนินการ 4 ขั้นตอน ตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา การวิเคราะห์บัญชีรายการวัฏจักรชีวิต การประเมินผลกระทบ และการแปลผล โดยต้องวิเคราะห์ตามขั้นตอนวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการจัดการซากหลังจากการใช้งาน ตามหลักการและวิธีการของ LCA ได้มีการกำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 14040 และ 14044 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 13)



ภาพประกอบที่ 2.4 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2546)

2.3.6.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and scope definition)

1) การกำหนดเป้าหมาย เป็นขั้นตอนแรกของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต้องมีการกำหนดเป้าหมายอย่างชัดเจนครอบคลุมและมีจุดมุ่งหมาย มีเหตุผลของการศึกษาและสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ การกำหนดเป้าหมายถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เนื่องจากหากเป้าหมายขาดความชัดเจนจะทำให้เกิดความสับสนและอาจสรุปผลผิดพลาดได้

2) การกำหนดขอบเขต ต้องกำหนดขอบเขตของระบบ (System boundary) ซึ่งหมายถึง ขอบเขตระหว่างผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมหรือระบบผลิตภัณฑ์อื่น โดยที่ระบบผลิตภัณฑ์คือหน่วยที่รวบรวมวัสดุและพลังงานที่มีการเชื่อมโยงกันเป็นหน่วยงาน (Unit process) ต่างๆ ที่ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง โดยที่สามารถแบ่งขั้นตอนของทรัพยากรวัตถุดิบหรือพลังงานจากสิ่งแวดล้อมที่เข้าสู่ระบบก่อนถูกเปลี่ยนแปลงในกระบวนการต่างๆ การกำหนดขอบเขตเป็นการกำหนดกรอบสิ่งที่ต้องการประเมินและเก็บรวบรวมสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ขอบเขตสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบว่ามีขอบเขตใหม่ที่มีความเหมาะสมกับการศึกษามากกว่า ทั้งนี้ควรกำหนดขอบเขตให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานและจุดประสงค์ให้มากที่สุด นอกจากนี้กิจกรรมบางอย่างไม่ถูกจัดให้อยู่ในขอบเขต ได้แก่ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 22-23)

- พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่างๆ และ/หรือ สำหรับการเตรียมกระบวนการ (เช่น การเก็บผลไม้ด้วยมือ)

- การเดินทางไป-กลับของลูกค้า ณ จุดขายปลีก
- การเดินทางของพนักงานทั้งไปและกลับจากที่ทำงาน
- การวิจัยพัฒนาและการควบคุมคุณภาพ
- การบริการขนส่งโดยใช้สัตว์

3) หน่วยการทำงานของระบบ (Functional unit) ใช้เป็นหน่วยพื้นฐานสำหรับสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบ มีความสำคัญในการใช้เปรียบเทียบผลของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ เมื่อต้องการใช้เปรียบเทียบระหว่างระบบที่ต่างกัน ซึ่งถือเป็นพื้นฐานของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพราะหน่วยวัดผลงานของระบบจะเป็นตัวเปรียบเทียบหรือตัววัดระหว่างผลิตภัณฑ์

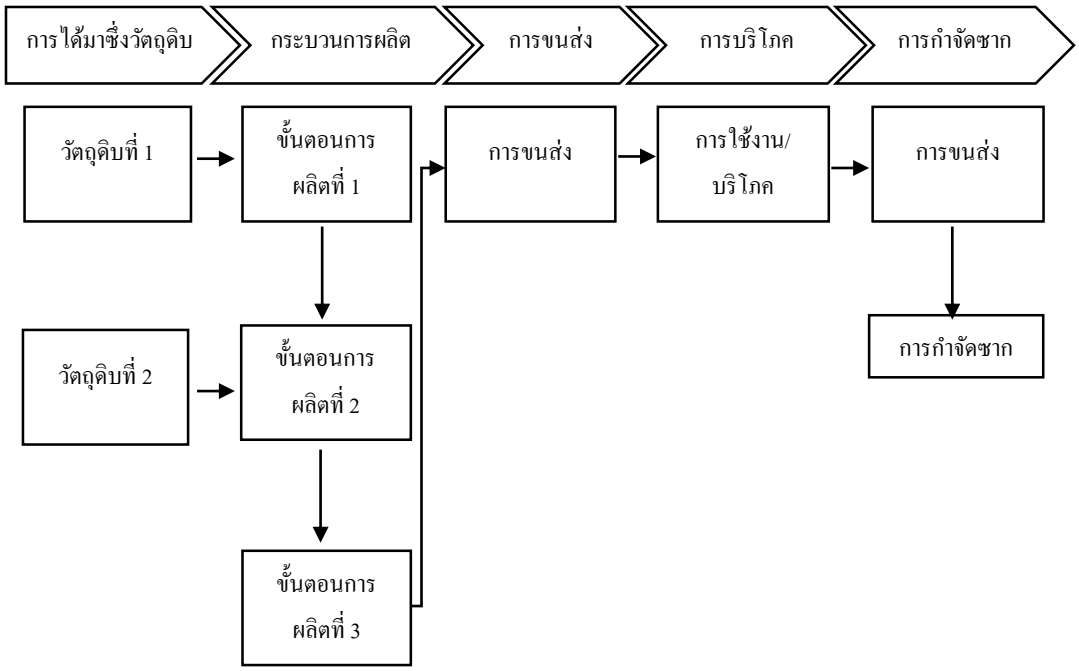
2.3.6.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory analysis) ต้องทำการเก็บข้อมูล แจกแจงสารขาเข้าและสารขาออกตามกระบวนการ โดยแหล่งที่มาของข้อมูล ได้แก่

1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกิจกรรมการผลิตในโรงงานหรือองค์กรหรือข้อมูลที่องค์กรมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล ข้อมูลปฐมภูมิ มักรวบรวมจากการตรวจวัดโดยตรง (Direct measurement) จากระบบการบันทึกข้อมูลการผลิต ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบ พลังงานที่ใช้ ปริมาณผลิตภัณฑ์และข้อมูลการจัดจำหน่าย ได้แก่ ชนิดยานพาหนะชนิดเชื้อเพลิง ปริมาณการขนส่ง ระยะทางที่ขนส่ง

2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลอื่นนอกเหนือจากข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลที่โรงงานหรือองค์กรไม่มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงสามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสม โดยเรียงลำดับความน่าเชื่อถือ ดังนี้

- ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทยซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed publications)
- ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA software, ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขต และคำนวณเพื่อหาปริมาณสารขาเข้า (Inputs) และสารขาออก (Outputs) ของระบบผลิตภัณฑ์ (Product system) โดยที่ข้อมูลบัญชีรายการในขั้นตอนนี้อาศัยจากฐานข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.5



ภาพประกอบที่ 2.5 แผนผังการผลิตอย่างง่าย

- การได้มาซึ่งวัตถุดิบ เก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่การสกัดวัตถุดิบออกจากธรรมชาติ จนได้เป็นวัตถุดิบ และพลังงานในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ซึ่งจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประเภท และปริมาณของวัตถุดิบ สารเคมี และพลังงานทั้งหมดที่ใช้ รวมถึงภาชนะบรรจุสินค้า การขนส่งวัตถุดิบ

- การผลิต เป็นขั้นตอนตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาผลิตหรือประกอบในโรงงาน จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประเภท ชนิด และปริมาณของวัตถุดิบ สารเคมี พลังงานในกระบวนการผลิต และระบบสนับสนุนการผลิตทั้งหมด รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตทั้งหมด

- การกระจายสินค้า ขั้นตอนนี้จะเริ่มตั้งแต่การขนส่งสินค้าจากหน้าโรงงานไปยังจุดจำหน่าย ซึ่งจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง การจัดจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ สำหรับกรณีที่ไม่ทราบปริมาณเชื้อเพลิงให้ใช้ข้อมูลประเภทยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ขนาดบรรทุก สัดส่วนการบรรทุก ระยะทางของการขนส่งเพื่อจัดจำหน่ายสินค้า

- การใช้งาน เป็นขั้นตอนการบริโภคจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพลังงานที่ใช้การในบริโภคทั้งหมด ลักษณะการใช้งาน ควรใช้งานตามแบบแผนที่เกิดขึ้นจริงในตลาดที่ศึกษาหากไม่สามารถหาข้อมูลได้ ลักษณะการใช้งานต้องกำหนดจากข้อมูลด้านเทคนิคที่ตีพิมพ์แล้วโดยสามารถกำหนดสมมุติฐานการบริโภคตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตได้

- การกำจัดซาก ขั้นตอนการจัดการของเสียเริ่มตั้งแต่การขนส่งของเสีย เก็บข้อมูลประเภทยานพาหนะปริมาณของเสีย ระยะทางการขนส่งไปยังสถานที่กำจัดและวิธีการกำจัดอย่างหมาะสม

2.3.6.3 การประเมินผลกระทบ (Impact assessment) เป็นการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลการใช้วัตถุดิบ สารเคมีและพลังงาน การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์จะถูกนำไปคำนวณเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการ

แนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อ้างอิงการคำนวณตามหนังสือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยคณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (2554) ซึ่งวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามสมการด้านล่าง ได้อาศัยข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ Emission factor (EF) และข้อมูลบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตสับปะรดกระป๋องมาใช้ในการคำนวณ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดต้องอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นผลรวมค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของทุกๆ กระบวนการผลิตทั้งภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม

$$CFP = \sum A_i \times EF_i$$

โดย CFP คือ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (หน่วยผลิตภัณฑ์/กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

A_i คือ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน หรือสารเคมีที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม i (หน่วยผลิตภัณฑ์/กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

EF_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ในแต่ละกิจกรรม i (หน่วยผลิตภัณฑ์/กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

2.3.6.4 การแปลผล (Interpretation) ขั้นตอนการแปลผลต่อจากขั้นตอนการประเมิน ผลกระทบจะทำให้ทราบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด และทราบถึงแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยสามารถบ่งชี้ลงไปได้ถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.3.7 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ (Material contribution) และค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องคำนวณเฉพาะวัตถุดิบ สารขาเข้าและ

พลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยคิดทุกช่วงวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ ในขอบเขตการศึกษา ทั้งนี้ ต้องมีข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับข้อมูลที่ขาดซึ่งต้องมีสัดส่วนไม่เกินร้อยละ 5 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทั้งระบบผลิตภัณฑ์ ให้สามารถตัด (cut off) ข้อมูลดังกล่าวออกได้ และเมื่อตัดออกออกแล้วให้ทำการเพิ่มสัดส่วน (scale up) ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารขาออกรวมทุกรายการโดยใช้ฐานเท่ากับร้อยละ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 23)

กรณีที่ไม่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาออกบางชนิดในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารขาเข้าหรือสารขาออกใด ให้พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภท คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออก ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาคำนวณแทน สำหรับวัตถุดิบหรือสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหรือหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้คำนวณได้ ให้นำค่าการปล่อยก๊าซสูงสุด (Highest emission factor) ของวัสดุหรือสารขาออกในช่วงวัฏจักรชีวิตนั้นๆ มาคำนวณแทนการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องคำนวณเฉพาะวัตถุดิบ สารขาเข้า และพลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยคิดทุกช่วงวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษา ทั้งนี้ ต้องมีข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 23)

2.3.8 ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล

2.3.8.1 ข้อกำหนดด้านคุณภาพข้อมูล ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรคำนึงถึงประเด็นต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ประเด็นที่ควรพิจารณาในการนำข้อมูลมาประกอบการประเมินก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูล	รายละเอียดที่ควรพิจารณา
เวลา (time relate coverage)	อายุของข้อมูลและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้งปี
ภูมิศาสตร์ (geographical coverage)	พื้นที่เชิงภูมิศาสตร์ของแหล่งที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการศึกษา (เช่น การเก็บตัวอย่างข้อมูลยางพาราที่จังหวัดนครศรีธรรมราชทางตอนใต้ของประเทศไทย เป็นต้น)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ข้อมูล	รายละเอียดที่ควรพิจารณา
เทคโนโลยี (technology coverage)	เทคโนโลยีที่ใช้ผลิตข้อมูลที่ศึกษาอาจเป็นเทคโนโลยีเฉพาะทาง หรือมีการใช้เทคโนโลยีหลายชนิด
ความเที่ยง (precision)	ให้ความสำคัญกับความแปรปรวนทางสถิติของฐานข้อมูล ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฐานข้อมูล (ถ้ามี)
ความครบถ้วน (completeness)	ดูความสมบูรณ์ของสารขาเข้าและขาออกของกระบวนการผลิตและแปลงตีค่าออกมาเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจะสามารถได้มาจากการวัดจริง หรือจากการประมาณค่า
ความเป็นตัวแทนของข้อมูล (representativeness)	พิจารณาจากเวลาภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่าฐานข้อมูลแสดงถึงลักษณะที่แท้จริงของข้อมูลหรือไม่ ตัวอย่างเช่น (ข้อมูลการปลูกข้าวหอมมะลิที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีปริมาณการปลูกที่สูงและ ภาคอื่นมีกำลังการผลิตที่น้อยกว่ามาก หรือข้อมูลการปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้สามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีการผลิตที่สูงมาก เป็นต้น
ความสม่ำเสมอ (Consistency)	เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ โดยพิจารณาจากการได้มาซึ่งฐานข้อมูลว่าสอดคล้องกัน ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลการย้อมผ้าระหว่างสีเข้มและสีอ่อน ขอบเขตการทำงานและข้อบังคับของการเก็บข้อมูลเหมือนกันหรือไม่
ความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility)	ในกรณีที่บุคคลอื่นมีความประสงค์ที่จะทำการวัดซ้ำด้วยวิธีการเดิม ค่าที่ได้ออกมาควรจะสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่
แหล่งที่มาของข้อมูล (Source of the Data)	สามารถอธิบายที่มาและความน่าเชื่อของข้อมูล ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ พิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ฐานข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เช่น การปันส่วน (Allocation) การตัดออก (Cut-Off Rule) สมมุติฐาน
ความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainty of the Information)	พิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ฐานข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เช่น การปันส่วน) Allocation) การตัดออก)Cut-Off Rule) สมมุติฐาน

ที่มา: องค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 24-25.

2.3.8.2 การเลือกใช้ข้อมูลในการประเมินการจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิสำหรับนำมาใช้ประเมินให้รวบรวมข้อมูลโดยตรงจากทุกกระบวนการย่อยในระบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในการควบคุมขององค์กร ตัวอย่างเช่น ปริมาณการใช้พลังงาน การใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง เป็นต้น ในกรณีของก๊าซเรือนกระจกที่มีแหล่งปล่อยจากกระบวนการผลิตช่วงต้นน้ำ (Upstream) ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตได้ จึงสามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมและกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรง

ขององค์กร ให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ (องค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 26) โดยเรียงลำดับดังที่กล่าวในข้อ 2.3.6.2

2.3.8.3 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีของน้ำมันและเชื้อเพลิง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 26) ประกอบด้วย ปริมาณพลังงานที่ใช้และค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซจากปริมาณน้ำมันและเชื้อเพลิงที่ใส่เข้าไป เช่น กิโลกรัมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมเชื้อเพลิง เป็นต้น

2.3.8.4 การผลิตไฟฟ้าและความร้อน ณ สถานที่นั้น (On-site) ในกรณีที่มีการผลิตและ ใช้กระแสไฟฟ้า และ/หรือความร้อน ณ สถานที่นั้น ให้มีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนด้วย รวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream emission) ทั้งหมด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 27)

2.3.8.5 การผลิตไฟฟ้าและความร้อนนอกสถานที่ (Off-site) ในกรณีที่มีการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนนอกสถานที่ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้คำนวณ (องค์การบริหาร จัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 27) ควรประกอบด้วย

- กรณีของไฟฟ้าและความร้อนที่ถูกส่งมาจากแหล่งเพียงแหล่งเดียว (ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบส่งพลังงานที่ใหญ่กว่า) ให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับแหล่งนั้นๆ

- กรณีของไฟฟ้าและความร้อนที่ถูกส่งมาจากระบบพลังงานที่ที่ใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เจาะจงกับผลิตภัณฑ์นั้นมากที่สุด (เช่น ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่ใช้ไฟฟ้านั้น)

2.3.9 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

ในการคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 27-28) ควรใช้วิธีการดังนี้

2.3.9.1 ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณเข้ากับ Emission Factor ของประเภทวัสดุ พลังงานหรือกระบวนการนั้นๆ และบันทึกในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

2.3.9.2 แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการนำไปคูณกับค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

2.3.9.3 ผลกระทบของการเก็บกักก๊าซผลิตภัณฑ์ให้คำนวณเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 10 ปีเท่านั้น โดยให้แยกการรายงานผลไม่รวมอยู่ในค่าคาร์บอนฟุตพ

ริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ต้องแสดงในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าและลบด้วยค่าที่ได้จากการคำนวณในข้อ 2.3.9.2

2.3.9.4 ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดต้องอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย โดย

- การประเมินแบบ Cradle-to-Grave: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต (รวมช่วงการใช้งาน) โดยให้ระบุแยกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงใช้งานด้วย ซึ่งควรระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือสมมุติฐานที่กำหนดขึ้นรวมถึงการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้บริโภคด้วย เช่น การจัดการของเสียหลังจากการใช้งานที่เหมาะสม เป็นต้น

- การประเมินแบบ Cradle-to-Gate: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณการปล่อยก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต ทั้งนี้ ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการประเมินแบบ Cradle-to-Gate นี้ไม่ควรเปิดเผยแก่ผู้บริโภคโดยตรง แต่เป็นข้อมูลที่ให้กับองค์กรหรือผู้ผลิตรายอื่นที่อยู่ภายใต้ห่วงโซ่อุปทานเดียวกัน ทั้งนี้ ต้องมีการระบุช่วงวัฏจักรชีวิตที่ทำการประเมินไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้ผลิตรายอื่นสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

- การประเมินแบบอื่นๆ ให้แสดงผลได้ขอบเขตแบบ Cradle-to-Gate และ Cradle-to-Grave เท่านั้น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินนอกเหนือขอบเขตดังกล่าวสามารถระบุเป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับผู้ใช้ข้อมูล

2.3.10 การแสดงผลเป็นการแสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์ควรแสดงด้วยตัวเลข 3 ตัว (Three significant number) เช่น 3.15 Kg, 152 g เป็นต้น ในกรณีที่มีตัวเลขทศนิยม การปัดเศษตัวเลขดังกล่าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 929-2533 ทั้งนี้ การประเมินแบบองค์กรธุรกิจสู่องค์กรธุรกิจ (Business to Business: B2B) ซึ่งวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ไม่สามารถแสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์โดยตรงแต่สามารถแสดงไว้ในแหล่งอื่นๆ เช่น เว็บไซต์หรือเอกสารเผยแพร่ของบริษัทเป็นต้น (องค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554: 29)

2.4 การจัดการและการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก

2.4.1 การเกิดก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก ค้นพบโดยโจเซฟ ฟูเรียร์ เมื่อ พ.ศ. 2367 และได้รับการตรวจสอบเชิงปริมาณโดยสวานเตอาร์รีเนียส ในปี พ.ศ. 2439 กระบวนการเกิดขึ้นโดยการดูดซับและการปลดปล่อยรังสีอินฟราเรดโดยก๊าซเรือนกระจกเป็นตัวทำให้บรรยากาศและผิวโลกร้อนขึ้น

การเกิดผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก ดังกล่าวไม่เป็นที่ถกเถียงกันแต่อย่างใด เพราะโดยธรรมชาติก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นนั้นจะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ที่ 33 องศาเซลเซียสอยู่แล้ว ซึ่งถ้าไม่มีก๊าซเรือนกระจกมนุษย์ก็จะอยู่อาศัยไม่ได้ ประเด็นปัญหาจึงอยู่ที่ว่าความรุนแรงของปรากฏการณ์เรือนกระจกจะเปลี่ยนไปอย่างไรเมื่อกิจกรรมของมนุษย์ไปเพิ่มความเข้มของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ (https://www.baanjomyut.com)

โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของพลังงานแสง พลังงานบางส่วนก็จะสะท้อนกลับออกไปนอกโลก ในสภาพของพลังงานความร้อน และพลังงานความร้อนนี้จะถูกก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศตามธรรมชาติในปริมาณที่ไม่มากนักดูดกลืนเอาไว้บางส่วน พลังงานความร้อนที่ก๊าซเรือนกระจกดูดกลืนเอาไว้นี้จะทำให้โลกมีความอบอุ่น และทำให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในโลกนี้ได้ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และก๊าซโอโซน(O_3) นอกจากนี้ ยังมีก๊าซที่ผลิตขึ้นมาใช้ในทางอุตสาหกรรมและการพัฒนาเศรษฐกิจที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbons - CFC) ไฮโดรคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Hydrochlorofluorocarbons - HCFCS) ไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbons - HFCS) และเพอร์ฟลูโอริเนตคาร์บอน (Perfluorinatedcarbons - PFCS)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศได้โดยกระบวนการต่างๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงและการตัดไม้ทำลายป่า แต่ในขณะเดียวกันต้นไม้และป่าไม้ก็ช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนสภาพให้เป็นชีวมวลหรือมวลชีวภาพ (Biomass) คือสารอินทรีย์ทั่วไปจากธรรมชาติที่จะสะสมพลังงานเก็บไว้ในตัวเอง และสามารถนำพลังงานที่เก็บสะสมเอาไว้มาใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างของสารอินทรีย์เหล่านั้น เช่น เศษหญ้า เศษไม้ เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรหรือจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม เช่น ขี้เลื่อย ฟาง แกลบ ชานอ้อย เป็นต้นซึ่งกระบวนการสะสมคาร์บอนหรือการกักเก็บ (Carbon Sequestration) ถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนแหล่งการเกิดก๊าซมีเทนจะมาจากการบำบัดน้ำเสีย การกลบฝังขยะ ตลอดจนพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งนอกเหนือจากกระบวนการทางธรรมชาติแล้ว การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนยังทำให้เกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ซึ่งถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศได้อีกด้วย

ก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ มีอายุและการแผ่รังสีความร้อน (Radiative Effect) ที่แตกต่างกัน เรียกว่า ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potentials - GWPs) นิยามของ GWPs คือ ความสามารถของก๊าซเรือนกระจกใดๆ ในการทำให้เกิดความอบอุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำหนักเท่ากัน เช่น เมื่อพิจารณาในช่วงอายุหนึ่งร้อยปีพบว่าก๊าซมีเทน

และก๊าซไนตรัสออกไซด์มีค่า GWPs เท่ากับ 210 และ 310 ตามลำดับ หมายความว่า ก๊าซมีเทนจำนวนหนึ่งตัน มีศักยภาพในการกักเก็บและแผ่รังสีความร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 21 ตัน และก๊าซไนตรัสออกไซด์จำนวนหนึ่งตันมีศักยภาพในการกักเก็บและแผ่รังสีความร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 310 ตัน ส่วนก๊าซอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ของมนุษย์ เช่น สารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอนนั้น มีศักยภาพสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 100 ถึง 1,000 เท่า ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2533 ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ สารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน และไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศในแต่ละปีปริมาณ 26,000, 300, 6, 0.9 และ 0.1 ล้านตัน ตามลำดับแต่เมื่อพิจารณาตามค่า GWPs แล้วพบว่า สัดส่วนของการทำให้โลกร้อนขึ้นของก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ สารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอนไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอน ดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 55, 15, 6 และ 4 ตามลำดับ

2.4.2 การจัดการสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก

สถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกจากยุทธศาสตร์การจัดการคุณภาพอากาศ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จำแนกก๊าซเรือนกระจกที่เชื่อว่าเป็นสาเหตุของโลกร้อน โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจากการเผาไหม้ในหลายรูปแบบ เช่น การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ การหุงต้ม การเผาป่า การทำปศุสัตว์ การเลี้ยงสัตว์ การทำฟาร์ม

2) ก๊าซมีเทน (CH_4) เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ เช่น การทำนาข้าวและปศุสัตว์ การเผาไหม้ของซากพืชซากสัตว์ การเผาไหม้ของถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติ

3) กลุ่มของสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) เกิดจากกระบวนการทางโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้า แผงวงจรไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ วงจรคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ อุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกเป็นกระบวนการผลิต เช่น ในอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติก

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 7 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และ ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่ง

ใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟมแต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออล การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้นส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นด้วย อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) หรือภาวะโลกร้อนที่แตกต่างกันอีกด้วย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2556) โดยองค์กร Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC (2007) ได้กำหนดค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเวลาที่กำหนด อาทิ 20, 100, 500 ปี ทั้งนี้ โดยทั่วไปจะใช้ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกที่ระยะเวลา 100 ปี แสดงได้ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (GWP)

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	5 - 200	1
มีเทน (CH_4)	12	25
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	114	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	1.4 - 270	124 - 14,800
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	1,000 - 50,000	7,390 - 12,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)	3,200	22,800
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3)	740	17,200

ที่มา: IPCC Forth Assessment Report – Climate Change 2007

จากข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายสาขา ระหว่างปี พ.ศ. 2543 - 2555 ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) ระบุว่า ในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 350.68 $MtCO_2e$ (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยภาคพลังงาน (Energy) เป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเท่ากับ 256.44 $MtCO_2e$ (73.13%) รองลงมา คือภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture Forestry and Other Land Use: AFOLU) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Processes and Product Use: IPPU) และภาคการจัดการของเสีย (Waste) โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 55.71 $MtCO_2e$ (15.89%) 33.50 $MtCO_2e$ (9.55%) และ 5.03 $MtCO_2e$ (1.43%)

ตามลำดับ สำหรับภาคเกษตรป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) มีส่วนของการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกรวมอยู่ด้วยซึ่งเป็นการกักเก็บที่เกิดจากการสะสมของปริมาณชีวมวล (Biomass) ในพื้นที่ป่าและพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นในภาคเกษตร เช่น ปาล์มน้ำมัน ยางพารา และสวนผลไม้ เป็นต้น ทำให้มีการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ.2012) รวมทั้งสิ้น 122.95 $MtCO_2e$ ซึ่งเมื่อหักลบกับปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกของภาคนี้จำนวน 55.71 $MtCO_2e$ แล้ว ทำให้ภาคภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) เป็นภาคที่มีการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 67.25 $MtCO_2e$ ดังนั้น ปี พ.ศ.2555 (ค.ศ. 2012) ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเท่ากับ 227.73 $MtCO_2e$

แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายสาขา ปี พ.ศ. 2543 - 2555 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย รวมทั้งส่วนที่เกิดจากแหล่งปล่อย และส่วนการดูดกลับ (Removal) มีค่าการปล่อยสุทธิอยู่ระหว่าง 169.81 - 227.73 $MtCO_2e$ และเมื่อคิดเฉพาะปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยไม่รวมปริมาณการกักเก็บในภาค AFOLU แล้ว ในช่วง 12 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่าง 257.63 - 350.68 $MtCO_2e$ สำหรับภาคที่มีการปล่อยหลักยังคงเป็นภาคพลังงาน รองลงมาคือภาค AFOLU ภาค IPPU และภาคการจัดการของเสีย ตามลำดับการพัฒนาของประเทศส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 12 ปี ดังกล่าว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 5.53 ต่อปี อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาหักลบกับปริมาณการดูดกลับในภาค AFOLU แล้วทำให้แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงเหลือร้อยละ 4.00 ต่อปี ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ที่มีการดำเนินงานเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย ประกอบกับการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจะเห็นได้ว่าภาค AFOLU เป็นภาคที่มีความสำคัญอย่างมากในการเพิ่มการดูดกลับและช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของประเทศ

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว

2.5.1 ความหมายของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว

Niramol & Thodsapol (2007) ให้ความหมายว่า การจัดการโซ่อุปทานแบบกรีน หรือกรีนซัพพลายเชน หมายถึง กระบวนการในการผลิตสินค้าหรือบริการ โดยอาศัยปัจจัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สรรค์สร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นวัตถุดิบอีกครั้ง เพื่อลดปริมาณของเสียและขยะ ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ธุรกิจในด้านการลดต้นทุนต่างๆ ควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีทรัพยากรที่เพียงพอไว้ใช้ในวันข้างหน้า

Wang 1999: อ้างถึงโดยนิลวรรณ และทศพล (2548) ให้ความหมายถึงการจัดการห่วงโซ่อุปทานเชิงสิ่งแวดล้อม (Green Supply Chain Management) ว่าหมายถึงการจัดการที่มีประสิทธิผลในการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ ตลอดจนวงจรผลิตภัณฑ์

ชุมพล มณฑาทิพย์กุล (2550) อธิบายว่า การจัดการห่วงโซ่อุปทานเชิงสิ่งแวดล้อม (Green Supply Chain Management) คือการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีการคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วยตลอดห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำจนถึงผู้บริโภค และรวมถึงการนำซากกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) หรือฝังกลบด้วย ทั้งนี้ เป็นไปตามหลักปรัชญา “โลกคืนสู่โลก (Earth to the Earth)”

กาญจนา กาญจนสุนทร (2551) ให้ความหมายว่า การจัดการกรีนซัพพลายเชน (GSCM) หมายถึง การออกแบบและวางแผนวิธีดำเนินธุรกิจที่สามารถช่วยลดปัญหาสภาวะโลกร้อน (Global Warming) อันเป็นสาเหตุของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง (Climate Change) โดยพิจารณาถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ทั้งในส่วนของการซื้อหาวัตถุดิบ การคัดเลือกรูปแบบของสินค้าหรือบริการ การผลิตด้วยเทคโนโลยีสะอาด การเคลื่อนย้ายจัดเก็บ และการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน ตลอดจนขั้นตอนการกำจัดของเสีย ด้วยการนำสินค้ากลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อีกครั้ง หรือการฝังกลบ ซึ่งจะส่งเสริมและเอื้อประโยชน์ให้แก่ธุรกิจ ทั้งในส่วนของการสร้างภาพลักษณ์องค์กรที่ดี รวมถึงสังคมให้การยอมรับ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกินจำเป็นต่างๆ ลง อันเป็นความได้เปรียบทางการแข่งขันและมุ่งสู่ธุรกิจที่มีความมั่นคงยั่งยืนในอนาคต (Sustainability)

การจัดการห่วงโซ่อุปทานเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นการนำเงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการจัดซื้อขององค์กร และการรักษาความสัมพันธ์ระยะยาวกับซัพพลายเออร์ ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Gilbert, 2001) ในการรวมความคิดด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับการจัดการซัพพลายเชนรวมไปถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ การแยกและการคัดเลือกวัตถุดิบ กระบวนการในการผลิต การขนส่งให้กับผู้บริโภคและการจัดการสินค้าที่หมดอายุการใช้งาน รวมถึงการจัดส่งวัตถุดิบชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบและกระบวนการจากผู้ส่งมอบวัตถุดิบ ผู้ผลิต จนถึงผู้บริโภค ตลอดจนการรับสินค้า โดยทุกกระบวนการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงอายุสินค้า (Zsidisin and Siferd, 2001)

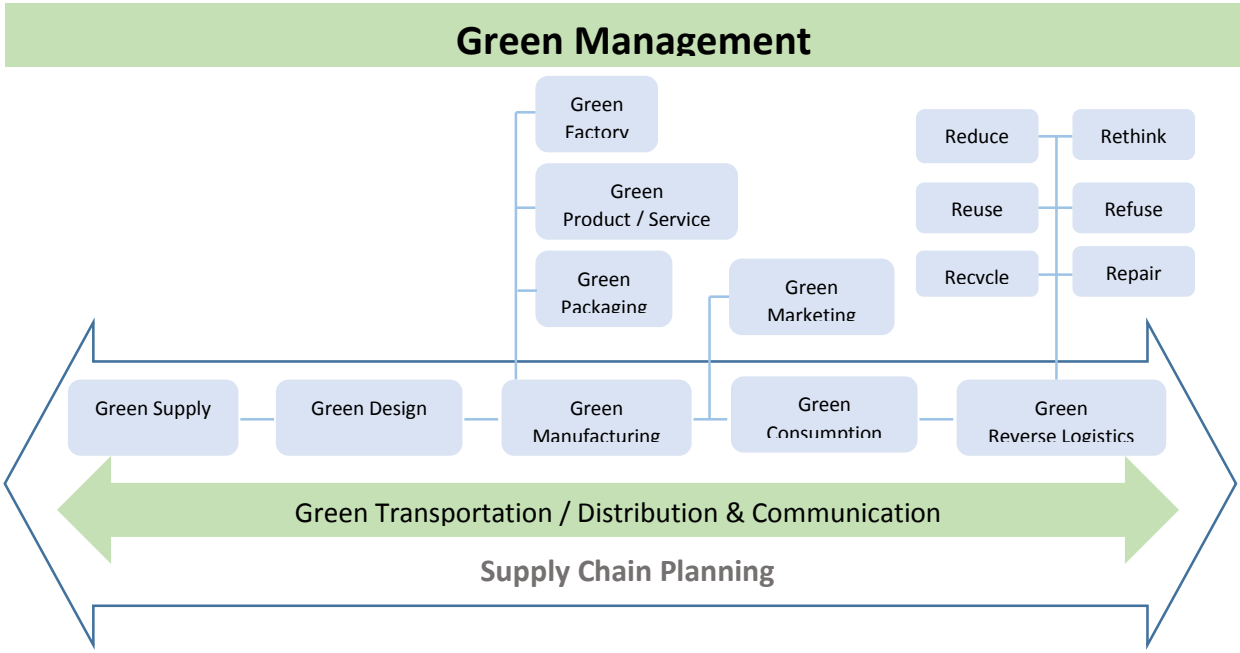
การบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Logistics and Supply Chain Management: G-LSCM) เป็นการบริหารจัดการที่เน้นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ เพื่อควบคุม จัดการ และปรับปรุงประสิทธิภาพ ตั้งแต่การจัดการวัตถุดิบ การออกแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต กระบวนการขนส่งทั้งภายในและภายนอกองค์กร และการจัดการ

ตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทุกกิจกรรมตลอดโซ่อุปทานและในขณะเดียวกัน ต้องบรรลุวัตถุประสงค์สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพทุกกระบวนการตลอดโซ่อุปทาน การลดต้นทุนโลจิสติกส์ และความสามารถในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างทันเวลา มีคุณภาพ และเชื่อถือได้ เพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาจเปรียบเทียบหลักการทำ G-LSCM ง่ายๆ กับการใช้ชีวิตประจำวัน กล่าวคือ ถ้าบ้านที่เราอาศัยอยู่สะอาด สะดวก และประหยัด แต่ล้อมรอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิต ถนนหนทางที่จะไปโรงเรียน ที่ทำงาน หรือสถานพยาบาล ไม่สะดวก และสถานที่เหล่านั้นไม่สะอาด ไม่มีคุณภาพ ในการให้บริการ เราก็ไม่สามารถมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้ในสภาพแวดล้อมเช่นนั้น เครือข่ายความร่วมมือของทุกหน่วย (Entity) ในสภาพแวดล้อมร่วมกัน จึงเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาปรับปรุงสังคมของตนเองให้น่าอยู่ สะอาด ปลอดภัย และสามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในสังคมนั้นๆ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (จุฑารัตน์ อาชวรัตน์ถาวร, 2558)

การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานสีเขียว (Green Supply Chain Management: GSCLM) คือ การบริหารจัดการโลจิสติกส์ในมิติที่เกี่ยวข้องกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมโลจิสติกส์ตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่แหล่งที่มาและกระบวนการจัดหาวัตถุดิบ การออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ กระบวนการผลิต กระบวนการขนส่งทั้งภายในและภายนอกองค์กร การบริโภค รวมถึงการจัดการตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์และปัจจัยการผลิตอื่นๆ และยังคงต้องบรรลุวัตถุประสงค์สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมโลจิสติกส์ตลอดโซ่อุปทาน การลดต้นทุนโลจิสติกส์ และความสามารถในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างทันเวลา มีคุณภาพและเชื่อถือได้ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2558)

จากความหมายต่างๆ ข้างต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว สามารถสรุปได้ว่า การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green Supply Chain Management) หมายถึง การบริหารจัดการโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากการดำเนินกิจกรรมโลจิสติกส์ตลอดทั้งโซ่อุปทาน ตั้งแต่ขั้นตอนกระบวนการจัดหาวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การบริการ การขนส่ง การบริโภค รวมไปถึงการจัดการตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle) และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมโลจิสติกส์ตลอด โซ่อุปทาน และช่วยในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ เพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการ ดังนั้น การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน เนื่องจากช่วยในการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานให้มีประสิทธิภาพและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ในโซ่อุปทานสามารถใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ โดยแสดงผลออกมาในรูปแบบของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ทำให้สามารถบ่งชี้และกำหนดได้ว่าขั้นตอนหรือกิจกรรมใดในโซ่อุปทานที่ก่อให้เกิดความสูญเสียที่ไม่จำเป็น เพื่อจะได้นำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขให้เกิดประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียต่างๆ และให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด



ภาพประกอบที่ 2.6 แนวคิดการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว
(สุเทพ นิ่มสาย, ณัฐพล รังสฤษฏ์วรการ และสหรัตถ์ อารีราษฎร์, 2562)

2.5.2 องค์ประกอบของโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว

องค์ประกอบของโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว ประกอบด้วย

2.5.2.1 การออกแบบสีเขียว (Green Design) คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศหรือการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงอายุผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การคัดเลือกชนิดของวัตถุดิบ การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน การใช้งาน และการนำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

2.5.2.2 การจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว (Green Procurement/Green Supply) คือ กระบวนการได้มาของวัตถุดิบ รวมไปถึงการผลิตวัตถุดิบ การจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบ การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน และการจัดเก็บวัตถุดิบ โดยในการจัดจ้างจะใช้วิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการคัดเลือกผู้ผลิตและผู้จำหน่ายวัตถุดิบที่มีกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.5.2.3 การผลิตสีเขียว (Green Manufacturing) คือ กระบวนการผลิตสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสังคมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนการผลิต การใช้ทรัพยากร ตลอดจนการขนย้ายวัสดุและสินค้าระหว่างกระบวนการผลิต โดยเลือกใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) และใช้หลักการ 3R คือ Reduce คือการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิต Reuse คือการนำของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนำกลับมาใช้ใหม่ และ Recycle คือการนำของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตไปทำการแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง

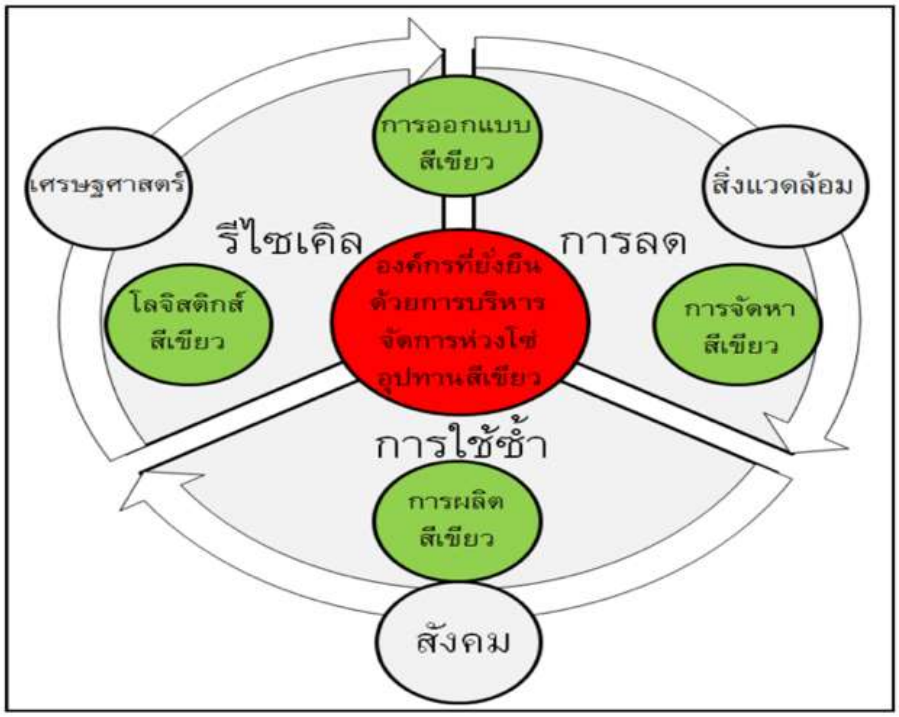
2.5.2.4 การตลาดสีเขียว (Green Marketing) คือ การบริหารจัดการด้านการตลาดที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยในการส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กรและช่วยในการสร้างความประทับใจให้แก่ลูกค้าได้ อีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงเข้ากับการบริหารงานขององค์กรที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility: CSR)

2.5.2.5 การบริโภคสีเขียว (Green Consumption) คือ กระบวนการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การใช้งานผลิตภัณฑ์อย่างถูกวิธี คุ้มค่า และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการลดปริมาณการบริโภคทรัพยากรต่างๆ ที่เกินความจำเป็น

2.5.2.6 โลจิสติกส์ย้อนกลับสีเขียว (Green Reverse Logistics) คือ กระบวนการจัดการวัสดุและสินค้าย้อนกลับ ซึ่งรวมถึงขั้นตอนในการจัดการซากผลิตภัณฑ์และของเสียที่เกิดขึ้นตลอดโซ่อุปทาน โดยการนำกลับมาผ่านกระบวนการให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ด้วยวิธีการ 6R คือ Reduce เป็นการลดปริมาณการใช้วัตถุดิบที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า Reuse เป็นการนำวัตถุดิบที่ยังสามารถใช้งานได้กลับมาใช้งานซ้ำอีกครั้ง เพื่อลดการนำของใหม่มาใช้ Recycle คือการนำวัตถุดิบมาแปรรูป เพื่อผลิตเป็นสินค้าชนิดใหม่ Repair เป็นการซ่อมแซมหรือแก้ไขวัตถุดิบหรือวัสดุที่มีความผิดพลาด เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง Rethink เป็นการคิดใหม่ คือการเปลี่ยนแนวคิดจากเดิมที่เคยก่อให้เกิดปัญหาหรือของเสีย และ Refuse เป็นการหลีกเลี่ยง และการปฏิเสธที่จะไม่ใช้วัตถุดิบที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของการผลิต การขนส่ง และการรีไซเคิล

2.5.2.7 การขนส่งสีเขียว (Green Transportation/Distribution) คือ การเลือกใช้เทคโนโลยีการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และพลังงานสะอาดเพื่อพัฒนาการบริหารจัดการพาหนะ

2.5.2.8 การสื่อสารสีเขียว (Green Communication) เป็นช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างส่วนต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันในโซ่อุปทาน โดยคำนึงถึงการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพประกอบที่ 2.7 โมเดลการบริหารงานห่วงโซ่อุปทานสีเขียวอย่างยั่งยืน โดยนพรุจ ธรรมจิโรจ (Sustainability Green Supply Chain Management model: SGSCM by Nopparoot Thammajirote)

2.5.3 แนวคิดของการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green Supply Chain Logistics Management Scorecard)

การประเมินศักยภาพการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้องค์กรทราบถึงระดับศักยภาพขององค์กรในการจัดการเพื่อความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลการประเมินที่ได้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์หาแนวทาง รวมถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานขององค์กร เพื่อมุ่งสู่การเป็นองค์กรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและพัฒนาไปสู่โซ่อุปทานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไป โดยกิจกรรมในโซ่อุปทานที่

จะถูกนำมาวิเคราะห์และประเมินศักยภาพของการดำเนินงานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม คือ กิจกรรมที่ส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่ง SCOR Model กำหนดกระบวนการมาตรฐานในการจัดการโซ่อุปทานไว้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ (Source) การผลิต (Make) การส่งมอบ (Delivery) และการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า (Return) โดยรายละเอียดของแต่ละกิจกรรม มีดังนี้

ตารางที่ 2.12 องค์ประกอบของกระบวนการในโซ่อุปทานที่ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและลักษณะของผลกระทบ

กระบวนการ (Process Category)	**องค์ประกอบของกระบวนการ (Process Element)**	**ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม**
การวางแผน (Plan)	การวางแผนและออกแบบผลิตภัณฑ์	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ อันเป็นผลมาจากนโยบายและการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่ไม่มีการคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
	การวางแผนและการสื่อสารแผนการผลิต	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรในกระบวนการวางแผนและการสื่อสารแผนการผลิตภายในองค์กร เช่น การใช้กระดาษ หรือการใช้ไฟฟ้าในเครื่องคอมพิวเตอร์
	การวางแผนวัตถุดิบหลัก งานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการขาดประสิทธิภาพในกระบวนการวางแผนสินค้าคงคลังสำหรับวัตถุดิบหลัก งานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสินค้าคงคลังมากเกินความต้องการใช้ มีการหมดอายุการใช้งานหรือเสื่อมสภาพ
การจัดซื้อจัดหา (Source)	การสั่งซื้อ และการสื่อสารคำสั่งซื้อ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรในกระบวนการสั่งซื้อและการสื่อสารคำสั่งซื้อกับผู้ส่งมอบ เช่น การใช้กระดาษ หรือการใช้ไฟฟ้าในเครื่องคอมพิวเตอร์
	การเลือกแหล่งวัตถุดิบ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพและไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อันเป็นผลมาจากนโยบายการจัดซื้อ และกระบวนการเลือกแหล่งวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.12 (ต่อ)

กระบวนการ (Process Category)	องค์ประกอบของกระบวนการ (Process Element)	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
การจัดซื้อจัดหา (Source)	การขนส่งวัตถุดิบ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะขนส่ง และกระบวนการขนส่งวัตถุดิบ ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และกระบวนการจัดการขนส่งที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนขาดความร่วมมือกับผู้ส่งมอบ ในการจัดการขนส่งวัตถุดิบให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
	การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบ ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และกระบวนการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนขาดความร่วมมือกับผู้ส่งมอบ ในการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
การผลิต (Make)	การจัดการคลังวัตถุดิบ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้ทรัพยากรภายในคลังวัตถุดิบได้แก่ อุปกรณ์สำหรับการจัดเก็บ (Storage Equipment) อุปกรณ์สำหรับการขนย้าย (Material Handling Equipment) และระบบสารสนเทศ (Information System) ที่ไม่เหมาะสม เป็นอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีการใช้งานที่ไม่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งผลให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบภายในคลังสินค้า
	การขนย้ายในกระบวนการผลิต	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ขนย้าย หรือพาหนะขนย้ายในกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม เป็นอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการใช้งานที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.12 (ต่อ)

กระบวนการ (Process Category)	องค์ประกอบของกระบวนการ (Process Element)	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
การผลิต (Make)	การแปรรูป	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการแปรรูป ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และการจัดการกระบวนการการผลิต ได้แก่ การเลือกใช้เครื่องจักร อุปกรณ์และปัจจัยการผลิตต่างๆ รวมทั้งการจัดการกระบวนการผลิตและกากของเสียจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ไม่มีประสิทธิภาพและไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
การส่งมอบ (Deliver)	การจัดการคลังสินค้า	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้ทรัพยากรภายในคลังสินค้าสำเร็จรูป ได้แก่ อุปกรณ์สำหรับการจัดเก็บ (Storage Equipment) อุปกรณ์สำหรับการขนย้าย (Material Handling Equipment) และระบบสารสนเทศ (Information System) ที่ไม่เหมาะสม เป็นอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีการใช้งานที่ไม่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งผลให้เกิดการสูญเสียของสินค้าภายในคลังสินค้า
	การรับคำสั่งซื้อสินค้าและสื่อสารเรื่องการส่งมอบ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรในกระบวนการรับคำสั่งซื้อสินค้าและสื่อสารเรื่องการส่งมอบกับลูกค้า เช่น การใช้กระดาษ หรือการใช้ไฟฟ้าในเครื่องคอมพิวเตอร์
	การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้า	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้า ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และกระบวนการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนขาดความร่วมมือกับลูกค้าในการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2.12 (ต่อ)

กระบวนการ (Process Category)	องค์ประกอบของกระบวนการ (Process Element)	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
การส่งมอบ (Deliver)	การขนส่งสินค้า	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะขนส่ง และกระบวนการขนส่งสินค้า ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และกระบวนการจัดการขนส่งที่ไม่เหมาะสม และไม่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนขาดความร่วมมือกับลูกค้าในการจัดการขนส่งสินค้าให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
การส่งคืน (Return)	การสื่อสารในกระบวนการส่งคืนวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรในกระบวนการสื่อสารเพื่อการส่งคืนวัตถุดิบ และ/หรือบรรจุภัณฑ์ให้ผู้ส่งมอบ และการรับคืนสินค้าสำเร็จรูป และ/หรือบรรจุภัณฑ์จากลูกค้า เช่น การใช้กระดาษ หรือการใช้ไฟฟ้าในเครื่องคอมพิวเตอร์
	การขนส่งวัตถุดิบ และ/หรือบรรจุภัณฑ์คืนผู้ส่งมอบ	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะขนส่ง และกระบวนการขนส่งวัตถุดิบการตกหล่น ฟุ้งกระจาย และ/หรือการรั่วไหลของวัตถุดิบระหว่างกระบวนการขนส่งกลับ ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และกระบวนการจัดการขนส่งที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนขาดความร่วมมือกับผู้ส่งมอบในการจัดการขนส่งวัตถุดิบให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
	การขนส่งเพื่อรับคืนสินค้าและ/หรือบรรจุภัณฑ์จากลูกค้า	ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะขนส่ง และกระบวนการขนส่งสินค้าการตกหล่นฟุ้งกระจาย และ/หรือการรั่วไหลของสินค้าระหว่างกระบวนการขนส่งกลับซึ่งเป็นผลมาจากนโยบาย และกระบวนการจัดการขนส่งที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนขาดความร่วมมือกับลูกค้าในการจัดการขนส่งสินค้าให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ที่มา: กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557: 14-17

กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้พัฒนาแบบประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green Supply Chain Logistics Management Scorecard) ขึ้นเพื่อใช้ประเมินศักยภาพการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวขององค์กร ดังตารางที่ 2.13 โดยแบ่งระดับคะแนนตามประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง องค์กรมีประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมในระดับน้อย

ระดับคะแนน 2 หมายถึง องค์กรมีประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมในระดับค่อนข้างน้อย

ระดับคะแนน 3 หมายถึง องค์กรมีประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 4 หมายถึง องค์กรมีประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมในระดับมาก

ระดับคะแนน 5 หมายถึง องค์กรมีประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 2.13 แบบประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว)Green Supply Chain Logistics Management Scorecard)

หัวข้อ	กิจกรรม	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย
1	**กระบวนการวางแผน**		
1.1	การวางแผนและออกแบบผลิตภัณฑ์		
1.2	การวางแผนและการสื่อสารแผนการผลิต		
1.3	การวางแผนวัตถุดิบ งานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง		
2	**กระบวนการจัดซื้อจัดหา**		
2.1	การสั่งซื้อ และการสื่อสารคำสั่งซื้อ		
2.2	การเลือกแหล่งวัตถุดิบ		
2.3	การขนส่งวัตถุดิบ		
2.4	การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบ		

ตารางที่ 2.13 (ต่อ)

หัวข้อ	กิจกรรม	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย
3	**กระบวนการผลิต**		
3.1	การจัดการคลังวัตถุดิบ		
3.2	การขนย้ายในกระบวนการผลิต		
3.3	การแปรรูป		
4	**กระบวนการส่งมอบ**		
4.1	การจัดการคลังสินค้า		
4.2	การรับคำสั่งซื้อสินค้าและสื่อสารเรื่องการส่งมอบ		
4.3	การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้า		
4.4	การขนส่งสินค้า		
5	**กระบวนการส่งคืน**		
5.1	การสื่อสารในกระบวนการส่งคืนวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป		
5.2	การขนส่งวัตถุดิบ และ/หรือบรรจุภัณฑ์คืนผู้ส่งมอบ		
5.3	การขนส่งเพื่อรับคืนสินค้า และ/หรือบรรจุภัณฑ์จากลูกค้า		

ที่มา: กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557: 18-19.

2.5.4 แนวทางการปฏิบัติที่ดีเลิศสำหรับการบริหารจัดการแบบโซ่อุปทานสีเขียว (Green Supply Chain Best Practice)

สำหรับโซ่อุปทานที่จัดเป็นต้นแบบหรือแบบแผนของการปฏิบัติที่ดีเลิศตามแนวทางของโซ่อุปทานสีเขียว มีดังนี้ (สุวรรณี อัศวกุลชัย, 2551)

1) มีการเชื่อมโยงเป้าหมายทางด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับเป้าหมายทางด้านธุรกิจสำหรับทุกๆ องค์กรภายในโซ่อุปทาน เพื่อให้ทุกๆ องค์กรมีเป้าหมายเดียวกันหรือสอดคล้องกัน

2) มีการประเมินโซ่อุปทานในลักษณะของระบบของวงจรชีวิตวงจรหนึ่งตั้งแต่เป็นวัตถุดิบไปจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

3) ใช้หลักการวิเคราะห์โซ่อุปทานโดยคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างสรรค์นวัตกรรม

4) มุ่งเน้นที่การลดตั้งแต่แหล่ง หมายถึง การลดปริมาณวัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้ไปจนถึงการลดของเสียที่เกิดขึ้น

ภาพประกอบที่ 2.8 แนวทางปฏิบัติที่ดีเลิศสำหรับการบริหารแบบ Green Supply Chain (สุวรรณี อัศวกุลชัย, 2551)

โดยจะเห็นว่าการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของแนวทางการบริหารจัดการที่ดีเลิศตามการบริหารจัดการแบบ Green Supply Chain Best Practice ซึ่งจะสามารถช่วยในการกำหนดทิศทางให้บริษัทมีการบริหารจัดการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไป

2.5.5 แนวทางการบริหารจัดการโซ่อุปทานสีเขียวในประเทศไทย

การบริหารจัดการโซ่อุปทานสีเขียวในประเทศไทยเกิดจากกระแสทางการค้าเนื่องจากประเทศคู่ค้ามีการสร้างกฎเกณฑ์ ข้อบังคับ ไม่ว่าจะเป็นกฎหมาย หรือมาตรการต่างๆ ที่ไม่ใช่กฎหมาย อีกทั้งประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมมักถูกหยิบยกมาเป็นประเด็นเร่งด่วน จึงทำให้การบริหารจัดการโซ่อุปทานสีเขียวในประเทศไทยมีความตื่นตัวมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันภาคธุรกิจอุตสาหกรรมของประเทศไทยได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลทั้งในด้านการพัฒนาบุคลากรและการเข้าให้คำปรึกษาในสถานประกอบการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับและพัฒนาระบบโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวของประเทศไทย

การพัฒนาสู่การเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry: GI) ริเริ่มโดยกระทรวงอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 โดยมีแนวคิดจากการอยู่ร่วมกันอย่างผาสุกระหว่างการประกอบการอุตสาหกรรม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของการประกอบการภาคอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการพัฒนาไปสู่เศรษฐกิจสีเขียวได้อีกด้วย ซึ่ง

การพัฒนาสู่การเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว แบ่งระดับขั้นตอนการพัฒนาออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.9

ภาพประกอบที่ 2.9 ระดับการพัฒนา 5 ขั้น สู่อุตสาหกรรมสีเขียว (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2558)

ระดับที่ 1 ความมุ่งมั่นสีเขียว (Green Commitment) คือ การแสดงความมุ่งมั่นในรูปแบบของนโยบาย เป้าหมาย และแผนงานที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการสื่อสารภายในองค์กรให้ทราบโดยทั่วกัน

ระดับที่ 2 ปฏิบัติการสีเขียว (Green Activity) คือ การดำเนินกิจกรรมตามนโยบาย เป้าหมาย และแผนงานที่กำหนดเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรมและสำเร็จตามความมุ่งมั่นที่ตั้งไว้

ระดับที่ 3 ระบบสีเขียว (Green System) คือ การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ มีการติดตาม ประเมินผล และทบทวนเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หรือการได้รางวัลด้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นที่ยอมรับหรือได้รับการรับรองมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมต่างๆ

ระดับที่ 4 วัฒนะธรรมสีเขียว (Green Culture) คือ การที่ทุกคนในองค์กรมีจิตสำนึกร่วมกันในการสงวนและรักษาไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมที่ดีและให้ความร่วมมือร่วมใจในทุกด้านของการประกอบกิจการให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและดำเนินการต่างๆ จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมองค์กร

ระดับที่ 5 เครือข่ายสีเขียว (Green Network) คือ การขยายขอบเขตการเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว จากภายในองค์กรสู่ภายนอกตลอดโซ่อุปทาน โดยสนับสนุนให้คู่ค้าและพันธมิตรทางธุรกิจเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว

สำหรับประเทศไทยมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2564 ซึ่งได้น้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาประเทศ เพื่อช่วยให้สังคมไทยสามารถยืดหยัดอยู่ได้อย่างมั่นคงและมีการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม ส่งผลให้การพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืน และในการจัดทำแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 ได้จัดทำบนพื้นฐานของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ซึ่งเป็นแผนแม่บทหลักของการพัฒนาประเทศ และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) รวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 ตลอดจนประเด็นการปฏิรูปประเทศ ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2564 ประกอบด้วย 5 ส่วน (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2564) ได้แก่

ส่วนที่ 1 ภาพรวมการพัฒนาในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12

ส่วนที่ 2 การประเมินสภาพแวดล้อมการพัฒนาประเทศ

- สถานการณ์และแนวโน้มภายนอก
- สถานการณ์และแนวโน้มภายใน

ส่วนที่ 3 วัตถุประสงค์และเป้าหมายการพัฒนาในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12

ส่วนที่ 4 ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ

ยุทธศาสตร์ที่ 1: การเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์

ยุทธศาสตร์ที่ 2: การสร้างความเป็นธรรมและลดความเหลื่อมล้ำในสังคม

ยุทธศาสตร์ที่ 3: การสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน

ยุทธศาสตร์ที่ 4: การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ยุทธศาสตร์ที่ 5: การเสริมสร้างความมั่งคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 : การบริหารจัดการในภาครัฐ การป้องกันการทุจริตประพฤติมิชอบและธรรมาภิบาลในสังคมไทย

ยุทธศาสตร์ที่ 7 : การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์

ยุทธศาสตร์ที่ 8 : การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม

ยุทธศาสตร์ที่ 9 : การพัฒนาภาคเมือง และพื้นที่เศรษฐกิจ

ยุทธศาสตร์ที่ 10 : ความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อการพัฒนา

ส่วนที่ 5 การขับเคลื่อนและติดตามประเมินผลแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12

จะเห็นว่าในยุทธศาสตร์ที่ 4: การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ถือเป็นหนึ่งในแนวทางสำคัญที่สอดคล้องกับวาระ พ.ศ. 2573 ของเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสหประชาชาติ และเพื่อให้เป็นส่วนหนึ่งของวาระดังกล่าว สภานิติบัญญัติแห่งชาติของไทยได้มีการพัฒนายุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) ซึ่งมีการใช้โดยกระทรวงที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งใช้ในการพัฒนากรอบนโยบายเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนมากขึ้น ตัวอย่างเช่น แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2564) นโยบายนี้มียุทธศาสตร์ คือ ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 - 2564 ประกอบด้วย ๔ ยุทธศาสตร์สำคัญ (แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2564) คือ

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและเป็นธรรม

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ได้รับการป้องกัน บำบัด และฟื้นฟู

ยุทธศาสตร์ที่ 3 เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

ยุทธศาสตร์ที่ 4 สร้างศักยภาพเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยธรรมชาติและส่งเสริมความร่วมมือกับต่างประเทศ

นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีนโยบายในการสร้างสังคมที่น่าอยู่ที่มีระบบเศรษฐกิจที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสร้างสังคมคาร์บอนต่ำได้

2.5.6 แนวทางการบริหารจัดการโซ่อุปทานสีเขียวในต่างประเทศ

ปัจจุบันการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวกำลังอยู่ในความสนใจของหลายๆ ประเทศทั้งภาครัฐและเอกชน เห็นได้จากการนำแนวคิดการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวมาประยุกต์ในการบริหารจัดการองค์กรเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพ และพบว่าประเทศต่างๆ มีแนวคิดการบริหารจัดการโซ่อุปทานสีเขียวที่แตกต่างกันออกไป อาทิเช่น ประเทศจีนใช้กลยุทธ์การผลักดันองค์กรและบริษัทต่างๆ ให้ตระหนักถึงประเด็นการลดผลการทบ

ต่อสิ่งแวดล้อม และการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งแตกต่างจากประเทศญี่ปุ่นที่มุ่งผลักดันให้ผู้บริโภคเกิดความตระหนักและนิยมบริโภคสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีทัศนคติที่ดีต่อการเป็นองค์กรสีเขียว (กองโลจิสติกส์กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2558)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นพรุจ ธรรมจิโรจ และคณะ (2555) ได้ศึกษาการปรับปรุงการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ต้องพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมในธุรกิจการให้บริการการบรรจุ การจัดเก็บในคลังสินค้าและการขนส่งผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกด้วยการจัดการห่วงโซ่อุปทานสีเขียวเพื่อความยั่งยืนขององค์กร ซึ่งการวิจัยประกอบด้วยการออกแบบสีเขียว การจัดหาสีเขียว การผลิตสีเขียว และโลจิสติกส์สีเขียวโดยดำเนินการ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเริ่มต้น การวางแผน การสร้างประเมินลำดับทางเลือกสีเขียวการดำเนินการทางเลือกสีเขียว การติดตามและทบทวน และความยั่งยืนสีเขียว ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยคือสามารถลดความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์เป็นมูลค่า 46,923,543 บาท/ปี ลดความสูญเสียพลังงานไฟฟ้า 76 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/ปี ลดการสูญเสียพลังงานก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ 1,123,200 กก./ปี ลดการสูญเสียพลังงานก๊าซปิโตรเลียมเหลวสำหรับรถยก 33,814 กกปี / ลดการสูญเสียพลังงานเชื้อเพลิงดีเซลสำหรับรถยนต์1,156,272 ลิตรปี ลดการปลดปล่อยก๊าซ/ คาร์บอนไดออกไซด์5,888 ตัน/ปี และไม่เกิดข้อร้องเรียนจากสังคมโดยรวม

ประพิธาร์ ธนารักษ์ และคณะ (2557) ได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และพลังงานของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดิน การเตรียมท่อนพันธุ์ การเพาะปลูก และการเก็บเกี่ยว โดยทำการศึกษาพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 105 ไร่ ณ ตำบลดงประคำ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 38.23 $kgCO_2eq$/ตันผลผลิต หรือ 0.04 $kgCO_2eq$/kg โดยขั้นตอนการเพาะปลูกมีการก๊าซปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด 20.68 $kgCO_2eq$/ตันผลผลิต รองลงมาคือขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การเตรียมดิน และการเตรียมท่อนพันธุ์ 9.98 $kgCO_2eq$/ตันผลผลิต 4.02 $kgCO_2eq$/ตันผลผลิต และ 3.55 $kgCO_2eq$/ตันผลผลิต ตามลำดับ และมีการใช้พลังงานทั้งหมด 202.66 MJ/ตันผลผลิต ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวใช้พลังงานมากที่สุด 119.30 MJ และขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์ใช้พลังงานน้อยที่สุด 22.14 MJ

พงศ์เทพ สุวรรณวารี และคณะ (2557) ได้ทำการประเมินวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นของการผลิตน้ำตาลทรายขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย กรณีศึกษา: จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ โดยทำการประเมินปริมาณวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นตลอดห่วงโซ่การผลิตน้ำตาลทรายขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทยในรูปแบบธุรกิจสู่ธุรกิจ โดยเริ่มตั้งแต่การปลูกอ้อย การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน จนกระทั่งผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาว โดยอาศัยหลักการประเมินของวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มาเป็นแนวทางในการประเมินโดยมีพื้นที่ศึกษาจำนวน 4 จังหวัด คือจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ ในปี พ.ศ. 2555 และผลการศึกษาพบว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นของผลิตภัณฑ์น้ำตาลทรายขาวในจังหวัดสุรินทร์ เท่ากับ 3,373 ลิตร/กิโลกรัม รองลงมาคือจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ และบุรีรัมย์ โดยมีค่าเท่ากับ 3,762, 3,577 และ 3360 ลิตร/กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในภาคเกษตรกรรมมีการใช้น้ำในปริมาณที่สูงกว่าภาคอุตสาหกรรม ส่วนค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นของการผลิตในภาพรวมทั้งจังหวัดนั้น พบว่าจังหวัดนครราชสีมามีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 2.54 พันล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี รองลงมาคือชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ โดยมีค่าเท่ากับ 1.56 ,0.78 และ 0.50 พันล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี ตามลำดับ โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีค่าเท่ากันทั้งสิ้น 5.38 พันล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้กำหนดให้จังหวัดนครราชสีมาเป็นพื้นที่ตัวอย่างศึกษาเนื่องจากมีข้อมูลครบถ้วน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.3429 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/กิโลกรัม โดยในภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วนในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าภาคเกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบภาพรวม ทั้งจังหวัดพบว่า จังหวัดนครราชสีมามีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงที่สุดเท่ากับ 231 ล้าน กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี รองลงมาคือ ชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ โดยมีค่าเท่ากับ 149, 71 และ 51 ล้าน กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี ตามล าดับ ส่วนผลรวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีค่าทั้งสิ้นเท่ากับ 502 ล้าน กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี

จิราภรณ์ บุญมาก และมณฑิรา ยุติธรรม) 2558) ได้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการปลูกสับปะรด กรณีศึกษา อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี และเสนอแนะแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการปลูกสับปะรด โดยทำการศึกษาตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบการเพาะปลูกจนกระทั่งได้เป็นผลผลิตสับปะรดสด ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตสับปะรดสด1ตันปล่อยก๊าซเรือนกระจก 98.45 $kgCO_2e/ton$ เมื่อพิจารณาแต่ละขั้นตอนพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 63.1 $kgCO_2e/ton$ คิดเป็นร้อยละ 64.1 รองลงมา ได้แก่ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 27.8 $kgCO_2e/ton$ คิดเป็นร้อยละ 28.3 และการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 $kgCO_2e/ton$ คิดเป็นร้อยละ 5.7 ของการปล่อยก๊าซเรือน

กระจกทั้งหมด ดังนั้น การเสนอแนะแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการปลูกสับปะรดจึงควรมุ่งเน้นในกิจกรรมการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรเป็นสำคัญ

ธารทิพย์ เศรษฐชาญวิทย์ (2558) ได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง เพื่อกำหนดนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และเสนอนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังที่ยั่งยืน วิธีการศึกษาในเรื่องนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยส่วนที่ 1 การสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ผู้บริหาร นักวิชาการ นักวิจัย ของสถาบันการศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ภาพรวมของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และจัดทำข้อสรุปและเสนอแนะนโยบายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังที่จะเป็นประโยชน์ต่อภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 2 เก็บข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ขนาดกำลังการผลิต 200-400 ตันแป้ง/วัน จำนวน 3 โรงงาน โดยประยุกต์หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อมาคำนวณวิเคราะห์หาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของโรงงานแป้งมันสำปะหลังแต่ละโรงงาน ส่วนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยผ่านนโยบายและมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ ได้แก่ มาตรการสนับสนุนการรับซื้อไฟฟ้าในแบบ Feed in Tariffs และมาตรการส่งเสริมการลงทุนด้านพลังงานทดแทนของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) และส่วนที่ 4 การนำผลที่ได้ทั้ง 3 ส่วนมาจัดทำแนวทางเพื่อกำหนดนโยบาย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อมและจัดทำยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังเพื่อการผลิตและส่งออกที่ยั่งยืน ผลการศึกษาพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังที่สำรวจมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์อยู่ระหว่าง 130.949-572.346 $kgCO_2eq$ ต่อ 1 ตันแป้ง (เฉลี่ย 281.258 $kgCO_2eq$ ต่อ 1 ตันแป้ง) คิดเป็นทั้งอุตสาหกรรม 847.121 ล้านตัน CO_2eq ในปี 2557 โดยส่วนใหญ่มาจาก 1) การใช้กระแสไฟฟ้าในกระบวนการผลิต 2) การใช้ความร้อนในการอบแป้ง และ 3) น้ำเสียจากระบบบำบัดและระบบผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 16.277 ลูกบาศก์เมตร/1 ตันแป้ง ประกอบด้วยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีฟ้า (Blue Water Footprint) ระหว่าง 1.73-14.98 ลูกบาศก์เมตร/1 ตันแป้ง และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (Grey Water Footprint) ระหว่าง 11.12-29.78 ลูกบาศก์เมตร/ตันแป้งตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินเบื้องต้นของการลงทุนติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพระบบ Anaerobic Fixed Film: AFF 4 กรณี ทั้งการลงทุนเองโดยผู้ประกอบการและการลงทุนผ่านมาตรการสนับสนุนของรัฐบาล (อัตรารับซื้อไฟฟ้าแบบ

FiT ของกระทรวงพลังงานและ/หรือการส่งเสริมการลงทุนด้านพลังงานทดแทนของสำหนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน) ที่ระยะเวลาชำระเงินกู้ 7 ปี นั้นมีความคุ้มค่าอย่างยิ่ง โดยมีอัตราผลตอบแทน การลงทุนระหว่าง 24.16-59.60% สามารถคืนทุนในระยะเวลาสั้น 1.678-4.139 ปี เพื่อให้ประเทศไทยเป็นผู้นำโลกในการผลิต ส่งออก และสร้างมูลค่าเพิ่มแก่มันสำปะหลังที่ยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ควรมีการกำหนดนโยบายและแผนที่ยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังได้แก่ 1) ยุทธศาสตร์การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังที่ยั่งยืน 2) ยุทธศาสตร์การพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง 3) ยุทธศาสตร์การผลิตและดำเนินการอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 4) ยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าของแป้งมันสำปะหลัง และ 5) ยุทธศาสตร์การจัดตั้งศูนย์กลางการซื้อขายและศูนย์สารสนเทศแป้งมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์

ขนิษฐา มีวาสนา และพิรัชฎา มุสิกะพงศ์ (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตยางพาราแผ่นในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ โดยเป็นการประเมินค่าวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดห่วงโซ่ของการผลิตยางพาราแผ่น เปรียบเทียบระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย การประเมินเริ่มตั้งแต่การปลูกยางพารา การขนส่งน้ำยางพาราเข้าสู่โรงงาน และกระบวนการผลิตยางพาราแผ่น โดยพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ และหนองคาย ส่วนพื้นที่ศึกษาในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาคือ ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้งหมดของการผลิตยางพาราแผ่น ในหน่วย 1 ตัน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17,970 ลบ.ม. แบ่งออกเป็นประเภทกรีน เท่ากับ 8,174 ลบ.ม. ประเภทบลูเท่ากับ 6,975 ลบ.ม และประเภทเกรย์เท่ากับ 2,821 ลบ.ม. ตามลำดับ โดยเมื่อศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้งหมดในภาคการเพาะปลูก ในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อ 1 ตันน้ำยางพารา (มีสัดส่วนของเนื้อยางแห้งที่ร้อยละ 35) พบว่า จังหวัดกาฬสินธุ์มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6,682 ลบ.ม. รองลงมาคือ นครราชสีมา (6,454 ลบ.ม.) บุรีรัมย์ (5,120 ลบ.ม.) และหนองคาย (4,884 ลบ.ม.) ตามลำดับ ส่วนในภาคใต้ จังหวัดสงขลา พบว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้งหมดของการผลิตยางพาราแผ่นในหน่วย 1 ตัน มีค่าเท่ากับ 11,417 ลบ.ม. แบ่งออกเป็นประเภทกรีนเท่ากับ 8,631 ลบ.ม. ประเภทบลูเท่ากับ 858 ลบ.ม. และประเภทเกรย์เท่ากับ 1,928 ลบ.ม. และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในภาคการเพาะปลูกในหน่วย 1 ตันน้ำยางพารา พบว่ามีค่าเท่ากับ 3,801 ลบ.ม. เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้งหมดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ พบว่าภาคใต้มีค่ามีค่าน้อยกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ในภาคใต้ยังพบว่ามีการใช้น้ำประเภทบลูน้อยกว่ามาก ซึ่งจะมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่า เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายจากการสูบน้ำหรือการนำน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตที่น้อยกว่า และผลการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตยางพารา

แผ่น ในหน่วย 1 กิโลกรัม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.471171 $kgCO_2e$ โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในภาคการเพาะปลูกและการขนส่ง ในหน่วย 1 กิโลกรัม น้ำยางพารา มีค่าเท่ากับ 0.14052 และ 0.001007 $kgCO_2e$ ตามลำดับ ส่วนภาคใต้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตยางพาราแผ่น ในหน่วย 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 0.460841 $kgCO_2e$ โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในภาคการเพาะปลูกและการขนส่ง ในหน่วย 1 กก. น้ำยางพารา มีค่าเท่ากับ 0.09906 และ 0.001007 $kgCO_2e$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทั้งสองภาคพบว่า ภาคใต้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์น้อยกว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และยังพบว่าทั้งสองภาคมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในส่วนการปลูกยางพาราโดยเกิดในส่วนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากที่สุด หากเกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกได้ และมีการใช้ปุ๋ยชนิดอื่นเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ก็จะช่วยลดภาระการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำในการผลิตลงได้

นลินรัตน์ จันทร์น้อย (2559) ได้ศึกษาการจัดการห่วงโซ่อุปทานเชิงสิ่งแวดล้อมกับประสิทธิผลของการดำเนินงาน และความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการห่วงโซ่อุปทานเชิงสิ่งแวดล้อมและประสิทธิผลของการดำเนินงานผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูป ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือผู้ประกอบการจำนวน 200 ราย โดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Panel data ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 และผลการศึกษาพบว่าผลประกอบการมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิผลในการดำเนินงานทั้งการลดต้นทุนและการเพิ่มผลผลิต บุคลากรหรือจำนวนการจ้างงานมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิผลการดำเนินงานในการเพิ่มผลผลิต การจัดการโลจิสติกส์เชิงสิ่งแวดล้อม (green logistics) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับประสิทธิผลการดำเนินงานในการเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่าผู้ประกอบการที่ใช้การจัดการโลจิสติกส์เชิงสิ่งแวดล้อมสามารถลดต้นทุนการดำเนินงานได้