บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎี

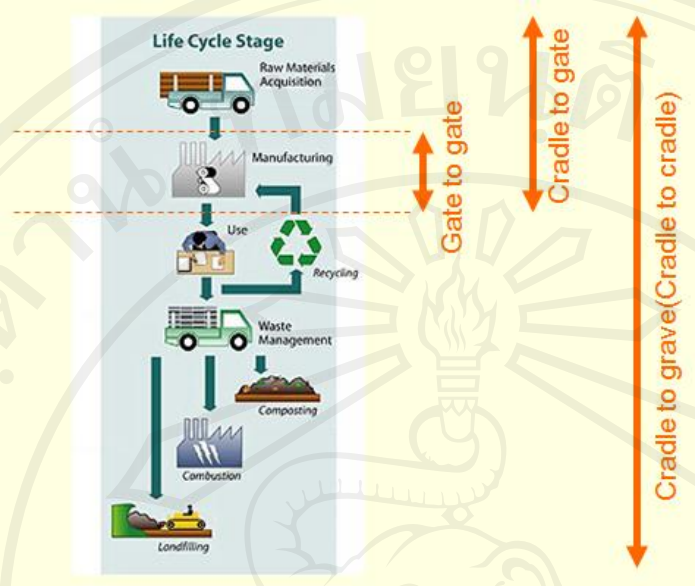
เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการผลิตผลิตภัณฑ์ในการวิจัยนี้ได้แก่ การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA)

การประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ Life Cycle Assessment (LCA) คือ กระบวนการหนึ่งในการประเมินค่าภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือกิจกรรม โดยการจำแนก และการวัดปริมาณของทั้งพลังงาน และวัสดุต่างๆ ที่ใช้ไป รวมถึงของเสียต่างๆ ที่ถูกปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบของพลังงาน และวัสดุที่ได้ใช้ไปนั้น รวมถึงสิ่งที่ได้ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม การจำแนก และการประเมินค่าของโอกาสที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ในการประเมินนี้จะรวมถึงวงจรชีวิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือกิจกรรม ความครอบคลุม การสกัด และกระบวนการของวัตถุดิบ การบรรจุ การขนส่ง และการกระจายสินค้า การใช้ การใช้ซ้ำ การบำรุงรักษา การนำกลับมาใช้ใหม่ และการกำจัดในขั้นสุดท้าย (ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ, 2547)

ซึ่งขอบเขตในการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตได้แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

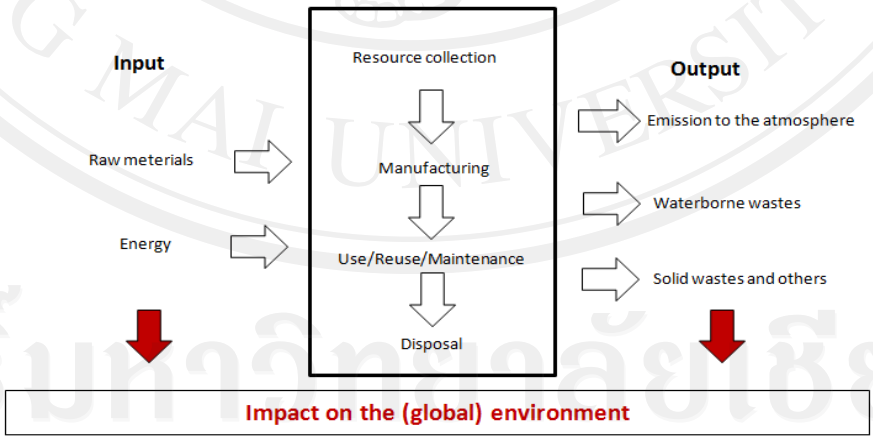
1. Gate to gate เป็นการพิจารณาเฉพาะกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งจากทั้งสายโซ่การผลิต
2. Cradle to gate เป็นการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การสกัดวัตถุดิบจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์มา แต่ไม่รวมขั้นตอนการใช้งานหรือกำจัดซาก
3. Cradle to grave เป็น LCA เต็มรูปแบบคือประเมินผลกระทบตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบนำมาผลิต กระบวนการผลิต การนำไปใช้งาน ตลอดจนการกำจัดซากหลังหมดอายุการใช้งาน
4. Cradle to cradle เป็นรูปแบบพิเศษของ Cradle to grave คือขั้นตอนการกำจัดซากของผลิตภัณฑ์นั้นเป็นกระบวนการรีไซเคิล ซึ่งทำให้ได้สินค้าเดิมออกมา ตามรูปที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.1 ขอบเขตการศึกษาของ LCA
ที่มา หลักการ แนวคิดและขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต ดร. หาญพล พึ่งรัศมี

โดยแนวคิดหลักของการประมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เป็นวิธีการประเมินเชิงปริมาณของการใช้ทรัพยากร ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อโลก และระบบนิเวศของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิต ตามรูป 2.2



รูปที่ 2.2 แนวคิดหลักของการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA)

เมื่อมาพิจารณาถึงกรอบขั้นตอนของการทำ LCA อาจกล่าวได้ว่า มีขั้นตอนหลักๆ 4 ขั้นตอน ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

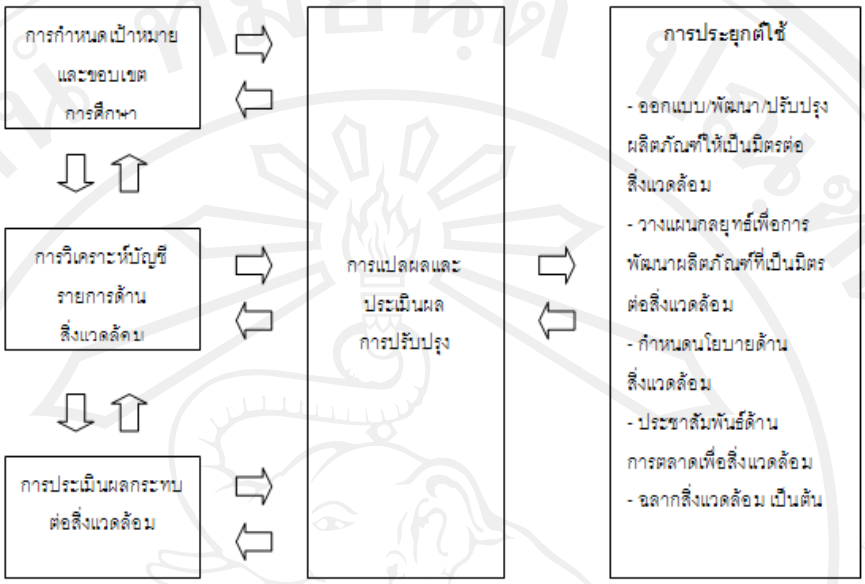
1.การให้นิยามถึงเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope definition) ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย การนิยามถึงเป้าหมายและขอบเขตหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีผลต่อแนวทางและขอบเขตในการศึกษา ซึ่งนับได้ว่าเป็นขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะถ้าการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตขาดความชัดเจน และไม่ครอบคลุมดีพอ จะทำให้การประเมินปัจจัยนำเข้า และปัจจัยนำออกจากระบบระบบนั้นทำได้ไม่สมบูรณ์ และไม่ตรงประเด็น

2.การวิเคราะห์รายการ (Inventory Analysis) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในขั้นการนิยามถึงเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษาในขั้นตอนนี้จะรวมถึงการสร้างผังของระบบผลิตภัณฑ์ การจำแนก และการคำนวณถึงปริมาณของปัจจัยนำเข้า และปัจจัยนำออกจากระบบผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องพิจารณาถึงทรัพยากร และพลังงานที่มีการใช้ไปรวมไปถึงการปล่อยของเสียออกมาในรูปแบบต่างๆ สู่ระบบสิ่งแวดล้อม

3.การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) ในขั้นนี้จะเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ของระบบผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยข้อมูลของทรัพยากรและพลังงาน ที่ใช้ไปในกระบวนการผลิต รวมถึง การปล่อยของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า และปัจจัยนำออกที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์รายการในขั้นที่สองนั่นเอง

4.การแปลผล (Interpretation) ขั้นนี้จะเป็นการนำผลการศึกษามาที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อสรุปผล โดยจะมีการพิจารณาถึงข้อจำกัด และข้อเสนอแนะที่มาจากการประเมินหรือการวิเคราะห์รายการจากนั้นนำสิ่งที่ได้ทั้งหมดมาทำรายงานสรุป ซึ่งเป็นการแปลผลการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา ตามรูป 2.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.3 กรอบการดำเนินงานการประเมินวัฏจักรชีวิต
ที่มา สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตจะมีความ เกี่ยวข้องกับข้อมูลและตัวเลขจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำ โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงาน หรือที่รู้จักกันในชื่อของ LCA Software Tool ตัวอย่างของโปรแกรมที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เช่น SimaPro, GaBi, Umberto, Team, CMLCA และ อื่นๆ ซึ่งการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเข้ามาช่วยในการทำงานนี้จะช่วยให้การจัดการกับข้อมูลในกระบวนการผลิตต่างๆ ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เรามีกับฐานข้อมูลด้านการประเมินวัฏจักรชีวิตอื่นได้ อันจะนำไปสู่การพัฒนาและการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดในกลุ่มสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่นได้ประการหนึ่ง

2.2 โปรแกรมที่ใช้ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

โปรแกรม SimaPro ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท PRe' Consultant ของประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นโปรแกรมที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดในการทำ LCA เพราะมีข้อดีคือเป็นโปรแกรมที่มีการเก็บรวบรวมฐานข้อมูลไว้หลากหลายสาขาการผลิตโดยเฉพาะ Eco Invent ที่ครอบคลุมกระบวนการผลิตถึง 4,000 กระบวนการ ซึ่งส่วนใหญ่มาการศึกษา LCA ในยุโรปจากภาคอุตสาหกรรมเช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลวัตถุดิบ พลังงาน การขนส่งและสภาพมลพิษที่เกิดขึ้นจริง และสามารถนำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณศักยภาพในการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปของตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นจำนวนตัวเลขที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ ส่วนการแปลงบัญชีรายการเป็นตัวชี้วัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมนี้แบ่งได้เป็นสองแนวทางคือ (1) Problem Oriented Method เป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมขั้นกลาง (Mid-point Impact) และ(2) Damaged Oriented Method เป็นการประเมินผลกระทบที่ปลายทาง (End-point Impact) ประเมินที่ผู้รับผลกระทบจริง ได้แก่ ผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางด้านระบบนิเวศน์ สุขอนามัย และปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก เช่น การเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) การทำลายชั้นโอโซน (Ozone Depletion) วิธีการประเมินแบบนี้คือ Eco-indicator 99

Eco-indicator 99 เป็นดัชนีชี้วัดเชิงนิเวศน์ที่เป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและแสดงผลในรูปแบบคะแนนเชิงเดี่ยว (Single Score) ซึ่งให้ความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นผลกระทบสิ่งแวดล้อมกับกลุ่มผู้รับผลกระทบจริง โดยไม่ได้แสดงผลกระทบสิ่งแวดล้อมแต่ละประเด็นในรูปแบบปริมาณหรือความเข้มข้นของมลพิษ แต่แสดงค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมในรูปแบบผลกระทบต่อมนุษย์และระบบนิเวศน์ที่ถูกทำลายหรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อม Eco-indicator 99 นั้นเป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับสุขภาพของสิ่งมีชีวิตนั้นเองโดยขั้นตอนการคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อมวิธี Eco-indicator 99 มี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การนำข้อมูลจากบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติพื้นที่ใช้สอย และมลพิษที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ป้อนเข้าสู่โปรแกรมเพื่อทำการคำนวณเพื่อประเมินค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

2. การคำนวณค่าความเสียหาย (Damage Assessment) จะแบ่งออกเป็น 3 หมวดดังนี้

1) หมวดการส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์มีหน่วยเป็น DALY (Disability Adjusted Life Years) เป็นการสูญเสียทางด้านสุขภาพ กล่าวคือคนเราจะมีชีวิตลดน้อยลงกี่ปี ยกตัวอย่างเช่น DALY 1 หน่วยเป็นตัวบ่งชี้การสูญเสียความสมบูรณ์ของชีวิตใน 1 หน่วยปี คือ ช่วงเวลาที่มีชีวิตอยู่กับความทุพพลภาพหรือช่วงเวลาที่สูญเสียไปก่อนวัยอันควร ซึ่งหมวดนี้ก็ได้แบ่งเป็น 6 หัวข้อผลกระทบคือการปลดปล่อยสารก่อมะเร็ง สารอินทรีย์ที่มีผลต่อการหายใจ สารอนินทรีย์ที่มีผลต่อการหายใจ สภาวะการเกิดปรากฏการเรือนกระจก การแผ่รังสีและระดับโอโซน

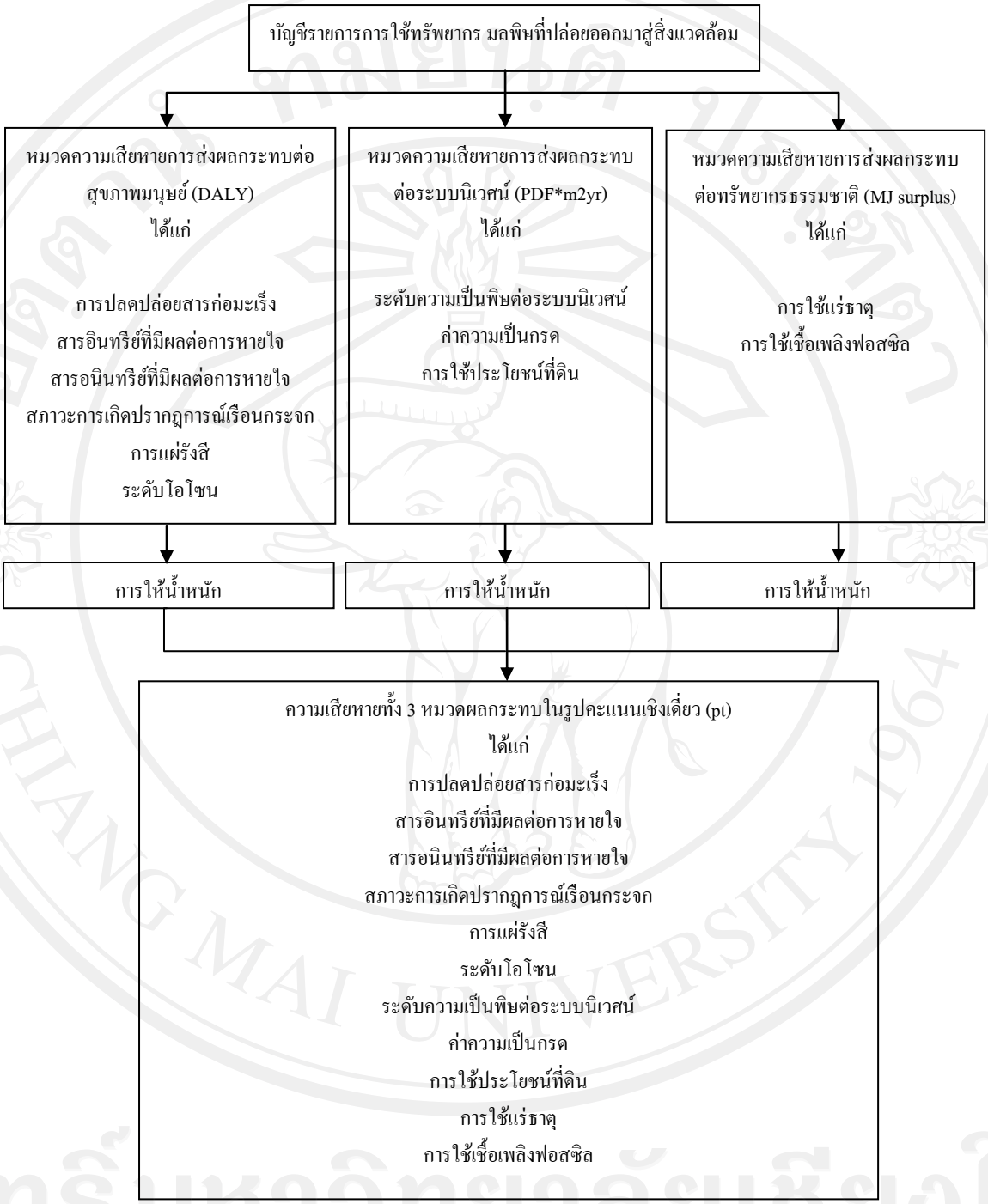
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) หมวดการส่งผลต่อระบบนิเวศน์หน่วยเป็น PDF*m2yr (Potentially of Disappeared Fraction) คือการแสดงออกมาในรูปของสัดส่วนสิ่งมีชีวิตที่หายไปในพื้นที่ที่เนื่องมาจากสิ่งที่เราใส่เข้าไปในสิ่งแวดล้อม (Environmental Loads) แบ่งเป็น 3 หัวข้อคือ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ ความเป็นกรดและการใช้ประโยชน์ของที่ดิน

3) หมวดการส่งผลต่อแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ มีหน่วยเป็น MJ surplus แสดงออกมาถึงความต้องการพลังงาส่วนเกินที่จำเป็นต้องใช้ในการนำแร่ขึ้นมาใช้เทียบกับวัตถุดิบที่เสียไป โดยแบ่งเป็น 2 หัวข้อคือ การใช้แร่ธาตุและการใช้เชื้อเพลิงฟอสเซิล

3. การให้น้ำหนัก (Weighting) จากนั้นเป็นการนำค่าความเสียหายของแต่ละหัวข้อทั้ง 11 หัวข้อทำการให้น้ำหนักออกมาในรูปค่าคะแนนเชิงเดี่ยว (Single score) ซึ่งจะอยู่ในหน่วยเดียวกันคือ points (Pt) เพื่อที่จะเป็นตัวชี้วัดบ่งบอกถึงการจัดลำดับของความสำคัญของปัญหาสามารถนำมาเปรียบเทียบในแต่ละหัวข้อได้ ทำการแสดงแบบจำลองขั้นตอนการคำนวณที่ได้มาซึ่งค่าผลกระทบในแต่ละหมวดการส่งผลกระทบค่าความเสียหายและค่าผลกระทบในรูปคะแนนเชิงเดี่ยวดังรูปที่ 2.4 และแสดงรายการหัวข้อผลกระทบทั้งหมดตามตารางที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.4 แบบจำลองขั้นตอนการคำนวณที่ได้มาซึ่งค่าผลกระทบในรูปค่าความเสียหายและค่าผลกระทบในรูปค่าคะแนนเชิงเดี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SimaPro ด้วยวิธี Eco-indicator 99

หมวด	หัวข้อการส่งผลกระทบ (Damage Category)	ค่าความเสียหาย (หน่วย)	ค่าคะแนนเชิงเดี่ยว (หน่วย)
การส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์	การปลดปล่อยสารก่อมะเร็ง	DALY	Pt
	สารอินทรีย์ที่มีผลต่อการหายใจ	DALY	Pt
	สารอนินทรีย์ที่มีผลต่อการหายใจ	DALY	Pt
	สภาวะการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก	DALY	Pt
	การแผ่รังสี	DALY	Pt
	ระดับโอโซน	DALY	Pt
การส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์	ระดับความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์	PDF*m^2yr	Pt
	ค่าความเป็นกรด	PDF*m^2yr	Pt
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	PDF*m^2yr	Pt
การส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้แร่ธาตุ	MJ surplus	Pt
	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	MJ surplus	Pt

2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นพบว่ามีผู้ศึกษาได้นำเทคนิคการประเมินวัฏจักรตลอดชีวิตผลิตภัณฑ์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีทั้งการทำการปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์แยกออกเป็นการปรับปรุงการออกแบบกระบวนการผลิตหรือเปลี่ยนแปลงการใช้วัตถุดิบและการปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการนำไปรีไซเคิล

กฤษกร เจียมจำรัสศิลป (2548) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสีผงชนิดโพลีเอสเตอร์-อีพอกซี ซึ่งเป็นสีผงชนิดที่มีการใช้งานมากในประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นเคมีภัณฑ์พื้นฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคของการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งจะทำให้ได้ทราบค่าเชิงปริมาณและแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ตลอดวัฏจักรชีวิตของสีผง เช่น การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก การลดลงของชั้นโอโซน และภาวะความเป็นกรด เป็นต้น ขอบเขตการศึกษาของวัฏจักรชีวิตของสีผงครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต การขนส่ง การใช้งาน และการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำจัด ผลจากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยใช้โปรแกรม SimaPro 5.1 วิธี Eco-Indicator 95 พบว่า ตลอดวัฏจักรชีวิตของสีผง ขั้นตอนการเคลือบสีผงกับชิ้นงานก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด (86.1 %) เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากถึง 58.1 ลิตรต่อการเคลือบสีผง 1 กิโลกรัม รองลงมาคือขั้นตอนการขนส่ง (6.4 %) และขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ (6.3 %) ตามลำดับ และ จันทิมา ริ้วลายเงิน (2550) ก็ได้ปรับปรุงโดยการเลี่ยนแปลงการใช้วัตถุดิบจากศึกษาน้ำมันดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ที่ผลิตจากเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2 พบว่าในขั้นตอนการนำไบโอดีเซลไปใช้ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 82.40 รองลงมา คือ การผลิต คิดเป็นร้อยละ 17.45 ส่วนการจัดหาวัตถุดิบเกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.15ซึ่งในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบนี้ จะกล่าวถึงองค์ประกอบ ชนิด และน้ำหนักของเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2 พบว่าการใช้เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ให้ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสูงสุด เพราะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเหล็กกล้าไร้สนิม องค์ประกอบหลักมาจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ ที่มีปริมาณสำรองน้อย ดังนั้น หากต้องการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอาจจะต้องหาวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กกล้าไร้สนิม และไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เพื่อลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ส่วนในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว นอกจากจะได้ไบโอดีเซลแล้ว ยังได้กลีเซอรีนออกมาพร้อมด้วย (By-product) กลีเซอรีนที่ได้ออกมา ถ้าไม่นำกลับไปใช้ประโยชน์ ย่อมให้ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่จากการวิจัยถ้านำกลีเซอรีนที่ได้นำกลับไปใช้ประโยชน์ เช่น เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ จะสามารถลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลงได้ร้อยละ 36.99% และในขั้นตอนของการนำไบโอดีเซลไปใช้งานประเภทผลกระทบที่เกิดสูงสุด คือ ปัญหาอากาศเสีย แต่การใช้ไบโอดีเซลสามารถลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซล โครงการวิจัยนี้เสนอแนวทางการนำไปปรับปรุงระบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2 ให้มีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ ลดของเสีย และมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนและเป็นรูปธรรม

การประเมินวัฏจักรชีวิตยังสามารถช่วยปรับปรุงกระบวนการโดยทำการออกแบบและเปรียบเทียบกระบวนการผลิตโดย วีณา ชุติมานิตสกุล และคณะ (2551) ทำการศึกษาเปรียบเทียบมาเลอิกแอนไฮไดรด์จากการใช้นอร์มอล-บิวเทนนอร์มอล-เพนเทน และโพรเพน เป็นสารตั้งต้น ที่อัตราการผลิต 2,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยการสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรม Hysys แล้วทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้ดรรชนีสิ่งแวดล้อม Eco-indicator 99 ในโปรแกรม SimaPro 7.0 โดยแบ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็น 3 ผลกระทบหลัก คือ ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ ระบบนิเวศน์ และการลดลงของทรัพยากร ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าในทางเลือกการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตผ่านนอร์ มอล-บิวเทนมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมน้อยที่สุด และทางเลือกการผลิตผ่านนอร์มอล-เพนเทนมีผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมโดยรวมมากที่สุด โดยมีผลกระทบในกลุ่มการใช้ทรัพยากรสูงสุดในทั้ง 3 กรณี และได้มีการขยายผลศึกษาเรื่องปรับปรุงขั้นตอนการผลิต ศรายุทธ เอื้อเฟื้อกลาง และคณะ (2552) ได้ทำศึกษาเรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการบรรจุก๊าซอาร์กอนอุตสาหกรรมขนาด 7 ลบ.ม. ซึ่งจะทำให้ทราบค่าเชิงปริมาณและแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆของกระบวนการบรรจุก๊าซอาร์กอน เช่น ด้านการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก สภาวะความเป็นกรดและสภาวะน้ำเปลี่ยนสี เป็นต้น ขอบเขตของการศึกษาของผู้วิจัยคือตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมการบรรจุก๊าซอาร์กอน การบรรจุก๊าซอาร์กอนในการขนส่งท่อก๊าซอาร์กอน และขั้นตอนการทดสอบคุณภาพท่อก๊าซอาร์กอน จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าถ้าต้องการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการบรรจุก๊าซอาร์กอน ควรทำการปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนการขนส่งท่อก๊าซอาร์กอนเป็นอันดับแรก โดยวิธีการต่างๆ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด อาจมีด้วยกันหลายวิธี เช่น มีระบบการจัดการด้านการขนส่งที่เหมาะสมกับน้ำหนักบรรทุก ขับรถด้วยความเร็วที่เหมาะสม หรืออาจแก้ไขที่เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับรถขนส่ง ขนาดรถขนส่ง ใช้เชื้อเพลิงที่มีมลพิษลดลง และท้ายที่สุดคือการบำรุงรักษาสภาพรถขนส่งให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีการต่างๆ เหล่านี้อาจช่วยผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากขั้นตอนการขนส่งนี้ได้ไม่มากก็น้อย ขั้นตอนอื่นๆ ก็เช่นเดียวกัน ควรทำการปรับปรุงแก้ไข เช่น ในขั้นตอนการเตรียมการบรรจุและการบรรจุก๊าซ ควรมีการวางแผนการบรรจุให้เต็มราวบรรจุเพื่อลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิต และในส่วนการจัดเก็บก๊าซอาร์กอนเหลวควรจัดเก็บให้เพียงพอสำหรับการบรรจุก๊าซเท่านั้น เนื่องจากมีการขยายตัวตลอดเวลาถ้าเก็บก๊าซที่ปริมาณไม่มากเกินไป ก็จะทำให้ลดการสูญเสียจากการปล่อยทิ้งของ Safety Relief Value ได้

การเลือกชนิดของเชื้อเพลิงที่สะอาดเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า ธีณนันทา ฤทธิ์มณี และคณะ (2551) ได้ศึกษาถึงการประเมินวัฏจักรชีวิตในการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม ซึ่งในการสร้างโรงไฟฟ้าที่สร้างใหม่นั้น ควรคัดเลือกชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า จึงเป็นสิ่งแรกที่ควรจะนำมาพิจารณา โดยเชื้อเพลิงที่ใช้ควรจะเป็นเชื้อเพลิงสะอาด หรือมีเทคโนโลยีในการจัดการด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ดี ผู้ศึกษาจึงได้นำหลักการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA) มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์ของการแลกเปลี่ยนเข้าสู่ระบบและออกจากระบบ ซึ่งพิจารณาตั้งแต่การนำวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การจำหน่าย การนำมาใช้งาน และการกำจัดหรือนำมาใช้ใหม่เมื่อหมดอายุ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตด้วยวิธี Numerical Eco-load Total Standardization (NETS) ซึ่งสามารถแปลงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมออกมาเป็นตัวเลขอยู่ในหน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของ [NETS] และการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับวิเคราะห์ LCA โดยเฉพาะเปรียบเทียบกัน ซึ่งสามารถตรวจสอบถึงกระบวนการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ทำให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้จากการนำวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตมาใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมนั้นทั้งสองวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้น ให้ผลออกมาในทางเดียวกัน คือผลกระทบเรื่อง Fossil Fuel Depletion มากที่สุด รองมาคือ Natural Resource Depletion ดังนั้น โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมจึงน่าจะเป็นรูปแบบการใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่เป็นตัวอย่างของพลังงานสะอาด โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากก๊าซธรรมชาติเกิดการเผาไหม้ได้ค่อนข้างสมบูรณ์ ทำให้สารพิษต่างๆออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ในส่วนของอุตสาหกรรมประเภทอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก็ได้มีการศึกษาการประเมินโดย อรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาเพื่อการเสนอแนวทางในการประเมินการออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศน์เศรษฐกิจ (Eco-Product Design) ที่ระดับแนวคิด ด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์อย่างง่าย (Simplify LCA) ของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (SimaPro Software Version 7.0) บนพื้นฐานการคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Impact Assessment, LCIA) ด้วยวิธีการ Eco-indicator 99 เพื่อให้ทราบว่าชิ้นส่วนใดและกระบวนการใดที่มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดและมีโอกาสที่จะทำการปรับปรุงประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมได้มากน้อยเพียงใด การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์อย่างง่าย (Simplify LCA หรือ Streamlined LCA) ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะมุ่งเน้นหลักการพิจารณาเป้าหมายและขอบเขตไปยังจุดที่สนใจ (Goal & Scope) ให้ตรงความต้องการแล้วจึงทำการตัดทอนส่วนอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบในการศึกษาออกไปให้ได้มากที่สุด ซึ่งวิธีการนี้ปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าสามารถนำมาใช้ช่วยในการแก้ปัญหาของข้อด้อยจากวิธีการ LCA แบบ Full Scale โดยเฉพาะประเด็นทางด้านเวลา, จำนวนข้อมูล และค่าใช้จ่ายต่างๆได้เป็นอย่างดีวิธีการหนึ่ง ซึ่งผลการวิจัยพบว่าก่อนทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ดังกล่าวมีชิ้นส่วนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากและสามารถปรับปรุงได้คือ ชิ้นส่วนคอร์โช้ค (Core Choke) ที่ผลิตจากเหล็ก (Iron Powder) การพันขดลวดหม้อแปลง (Wire) และกระบวนการชุบวานิช (Varnish Process) โดยหลังการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ดังกล่าวด้วยการเปลี่ยนชนิดขดลวดทำหม้อ แปลงด้วยการนำทองแดงชนิดนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) มาใช้แทนการใช้ทองแดงใหม่ และการ Chamfer Core Choke ลงจากเนื้อวัสดุเดิมประมาณ10% เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น ด้วยแนวคิดจาก Patent Search Mapping

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รวมถึงการออกแบบปรับปรุงกระบวนการชุบวานิชให้มีการใช้สารวานิชน้อยลงโดยการออกแบบการทดลอง พบว่าการปรับปรุงดังกล่าวทั้งหมดจะมีโอกาสทำให้ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมด้านที่สนใจ คือ Fossil Fuel ลดลงได้ประมาณ 40%, Carcinogen ลดลงได้ประมาณ 32.3% และผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ Respiratory Inorganic ลดลงได้ประมาณ 20.85 % และ เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล (2545) ศึกษาการเปลี่ยนสารทำความเย็นของตู้เย็นได้นำฐานข้อมูลด้านผลกระทบในการผลิตกระแสไฟฟ้าไปใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้วิธี NETS และโปรแกรม SiamPro เพื่อหาผลกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนสารทำความเย็นจาก R12 เป็น R13a พบว่าตู้เย็นพาณิชย์ CRB120 ที่ใช้สารทำความเย็น R12 มีค่า EER เท่ากับ 8.57 Btu/h/W จะมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมรวมเท่ากับ 43.78 [NETS] และ 11.4 PE_T และตู้เย็นพาณิชย์ CRB120 ที่ใช้ R134a เป็นสารทำความเย็นมีค่า EER เท่ากับ 5.58 Btu/h/W จะมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมรวมเท่ากับ 56.40 [NETS] และ 16.6 PE_T สรุปได้ว่าถ้าเปลี่ยนสารทำความเย็นมาเป็น R134a แล้ว ทำให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมสูงกว่า R12 ที่ใช้อยู่เดิม เนื่องจาก R134a จะมีอัตราการใช้ไฟฟ้ามากกว่า ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่า คือ การลดลงของเชื้อเพลิงฟอสซิล และปัญหาของภาวะกรดในบรรยากาศ

นอกจากการปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการออกแบบกระบวนการผลิตและการเปลี่ยนแปลงการใช้วัตถุดิบแล้ว ยังงพบว่ามีผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงผลิตผลิตภัณฑ์โดยการนำผลิตภัณฑ์ไปรีไซเคิล โดยประเภทอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พบว่า พงษ์วิภา เหล่าสมบูรณ์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ และเครื่องรับโทรทัศน์ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงใช้งานมากที่สุด ซึ่งจะมีผลกระทบน้อยหรือมากขึ้นกับแหล่งเชื้อเพลิงที่นำมาทำพลังงานไฟฟ้าและเทคโนโลยีในการผลิตกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ สัดส่วนของการนำซากผลิตภัณฑ์กลับไปรีไซเคิลจะมีความสัมพันธ์กับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ถ้ามีการส่งเสริมให้มีการนำซากเครื่องปรับอากาศ และเครื่องรับโทรทัศน์กลับไปรีไซเคิลมากขึ้น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ก็จะน้อยลงด้วย ผลการศึกษา LCA ดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตหรือนำผลที่ได้รับไปปรับกระบวนการผลิต เพิ่มทางเลือกในการผลิตและการออกแบบ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการใช้ทรัพยากรที่ลดลง ถึงแม้ว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับบริษัทแม่จากประเทศต่างๆ เช่น ญี่ปุ่น หรือเกาหลี แต่ก็ยังมีผู้ผลิตไทยจำนวนมากที่ทำการผลิตชิ้นส่วน และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์ป้อนให้กับโรงงานประกอบ ผู้ผลิตเหล่านี้อาจได้รับการร้องขอให้มีการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลง และ อรพรรณ บุญพร้อม (2552) ได้ทำการศึกษาถึงการประเมินผลกระทบวัฏจักรชีวิตในระบบการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จัดการหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้แล้ว ประเมินผลกระทบวัฏจักรชีวิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดการแบบรีไซเคิลสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะด้าน Ecotoxicity ได้มากถึง 1011 เท่า เนื่องจากการนำเศษแก้วที่มีปริมาณมากนำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งเป็นการลดการใช้ปูนซีเมนต์ เพื่อการนำมาทำเป็นก้อนแข็ง และการฝังกลบลงได้ จึงเป็นการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และในการปรเมินผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติกลามิเนตปาริชาติ ทวยมาตย์ (2553) ได้ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของขยะบรรจุภัณฑ์ประเภทลามิเนตหรือกล่องบรรจุเครื่องดื่ม เช่น กล่อง นม หรือน้ำผลไม้ ทำการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างการรีไซเคิลและการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเลือกใช้วิธีการของศูนย์ศึกษาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแห่งมหาวิทยาลัยไลเดน (CML, 1992) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPRO 7.0 เวอร์ชั่น 2.03 ช่วยในการประมวลผลข้อมูลปฐมภูมิ สำรวจและรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามเพื่อหาจำนวนขยะบรรจุภัณฑ์ประเภทลามิเนต หรือกล่องบรรจุเครื่องดื่มหน่วยเป็นกิโลกรัม ที่เกิดขึ้นและทิ้งในแต่ละวันต่อหนึ่งครอบครัว ในด้านข้อมูลการใช้พลังงาน และวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตสารมลพิษที่ปล่อยสู่บรรยากาศ และเศษวัสดุหรือของเสียประเภทของแข็งที่เกิดขึ้น ได้เก็บรวบรวมโดยการบันทึกการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตต่อวัน จากพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง ได้แก่ โรงงานรีไซเคิลกรีนบอร์ด สถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช และบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลพนมสารคาม ข้อมูลทั่วไป เช่น ข้อมูลมลพิษที่เกิดจากการขนส่งได้มาจากฐานข้อมูลของโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 7.0 เวอร์ชั่น 2.03 สำหรับเทคโนโลยีด้านการรีไซเคิลและการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คาดว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ภายในระยะอีก 5 ปี จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลด้านการใช้พลังงาน เป็นจำนวน 274 เมกะจูลต่อตันขยะบรรจุภัณฑ์ลามิเนต ในขณะที่การรีไซเคิลกรีนบอร์ดใช้พลังงานเป็น จำนวน 312 เมกะจูลต่อตันขยะบรรจุภัณฑ์ลามิเนต การใช้พลังงานทางอ้อมอันเนื่องมาจากการขนส่งจากศูนย์รวบรวมไปยังโรงงานรีไซเคิลหรือบ่อฝังกลบ ซึ่งรวบไว้ในขอบเขตการศึกษาในครั้งนี้ เป็นสาเหตุหลักในการสูญเสียพลังงาน ผลของการเปรียบเทียบทั้งสองวิธี ได้แก่ การกำจัดขยะบรรจุภัณฑ์ประเภทลามิเนตโดยวิธีการรีไซเคิลและ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล แสดงให้เห็นว่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันมากนักในทุกๆ ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved