

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐาน ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลพื้นฐานยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติเป็นวัสดุสารพัดประโยชน์ที่เราใช้อยู่ทั่วไป ยางธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอุปกรณ์ต่างๆ ตั้งแต่เครื่องจักรอุตสาหกรรมภายในโรงงาน ใช้เป็นส่วนประกอบในยานยนต์ต่างๆ รวมไปถึงการผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่มีใช้ในชีวิตประจำวันทั่วไป เช่น ถังมือ ยางรัดของ ไปจนถึงยางล้อรถ ด้วยคุณสมบัติพิเศษของยางคือ ความยืดหยุ่น สามารถกันน้ำได้และสามารถเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ เป็นต้น

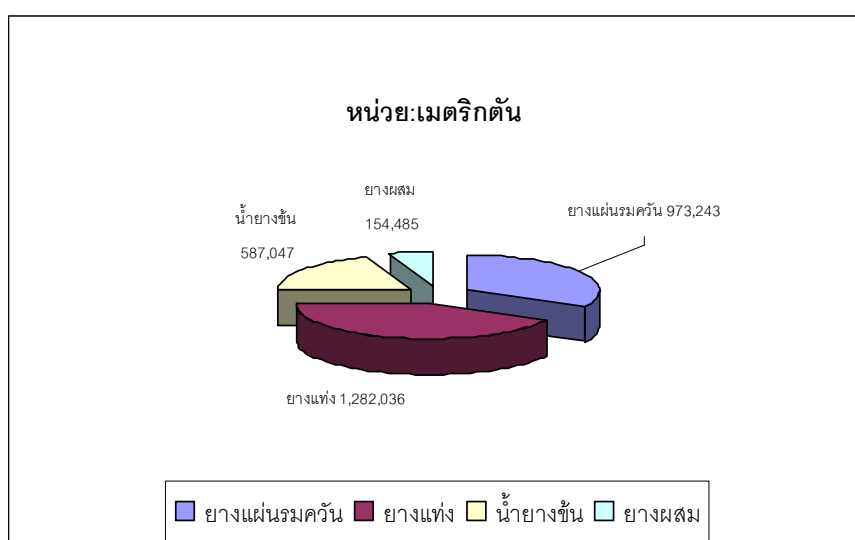
2.1.1 อุตสาหกรรมยางธรรมชาติในประเทศไทย

ยางพาราหรือยางธรรมชาติมีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ โดยเริ่มมีการปลูกมาตั้งแต่สมัยก่อนปี พ.ศ. 2443 (ค.ศ. 1900) และมีศูนย์กลางการซื้อขายอยู่ที่เมืองท่าชื่อพารา (Para) จึงเรียกกางธรรมชาติพันธุ์ Hevea Brasiliensis ว่า Para Rubber ตั้งแต่นั้นมา แหล่งปลูกยางพาราที่สำคัญอยู่บริเวณแหลมมลายู เนื่องจากมีสภาพดินฟ้าอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสม ทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นที่นิยมปลูกยางพารากันอย่างแพร่หลายนับแต่ปี พ.ศ. 2425 (ค.ศ. 1882) เป็นต้นมา ยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยมานานนับร้อยปี ยางพาราดั้งเดิมของไทยได้ปลูกขึ้นที่ อ.กันตัง จ. ตรัง ในปี พ.ศ. 2442 โดยพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี๊ ณ ระนอง) ได้นำเข้ามาจากประเทศมาเลเซียและส่งเสริมให้ปลูกกันทั่วไปโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคใต้ อุตสาหกรรมยางพารานับเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศ ทั้งในด้านการจ้างงานและการส่งออก โดยในด้านการจ้างงาน อุตสาหกรรมนี้มีการจ้างงานถึง 85,828 คน จากจำนวนโรงงานทั้งสิ้น 1,708 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550) จำนวนเงินลงทุน 254,794 ล้านบาท ส่วนในด้านการส่งออก ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกยางธรรมชาติหรือยางแปรรูปพื้นฐานรายใหญ่ที่สุดในโลก ผลผลิตที่ได้มากกว่าร้อยละ 90 จะทำการส่งออก ที่เหลือไม่ถึงร้อยละ 10 จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่เป็นอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ ยางยานพาหนะ ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น ผลิตภัณฑ์รองเท้า และผลิตภัณฑ์ยางอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยพบว่าอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางนี้จะเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตเพื่อการส่งออกประมาณร้อยละ 80 ของการผลิต ยกเว้น

ยางรถยนต์ที่ผลิตเพื่อใช้ในประเทศถึงร้อยละ 80 สำหรับการส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยาง ในปี 2551 นั้นมีปริมาณการส่งออก 2,832,072 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวมทั้งสิ้นประมาณ 223,628.3 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร, 2551) จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมนี้ทำรายได้ให้กับประเทศได้ปีละจำนวนมาก และอัตราการขยายตัวของการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2552 เนื้อที่ปลูกยางพาราของไทยมีทั้งสิ้น 17.410 ล้านไร่ คิดเป็นเนื้อที่กรีดยางได้ 11.51 ล้านไร่ และมีผลผลิต 3.116 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2551 ร้อยละ 4.13, 1.23 และ 0.28 ตามลำดับคิดเป็น 1 ใน 3 ของการผลิตยางพาราในโลก เนื้อที่ปลูก เนื้อที่กรีดยางได้ และผลผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคายางพารามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นเหตุจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมาถึงปัจจุบัน มีต้นยางพาราที่ปลูกใหม่ได้ทยอยเปิดกรีดเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2551 ที่ผ่านมา ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) พื้นที่ปลูกยางส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคใต้ ส่วนที่เหลือกระจายอยู่ในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่เป็นแหล่งเพาะปลูกยางที่สำคัญได้แก่ สุราษฎร์ธานี สงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง และยะลา ซึ่งผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยจะมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครพ และน้ำยางข้น ข้อมูลปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติประเภทต่าง ๆ แสดงไว้ในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1

แสดงสัดส่วนการผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย



ที่มา: สถาบันวิจัยยาง, 2551

2.1.2 โครงสร้างของอุตสาหกรรมยางธรรมชาติ

อุตสาหกรรมยางพาราของไทย จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ อุตสาหกรรมยางแปรรูปพื้นฐาน และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง โดยรายละเอียดของอุตสาหกรรมยางทั้ง 2 ประเภทอาจแยกกล่าวได้ดังต่อไปนี้

2.1.2.1. อุตสาหกรรมยางแปรรูปพื้นฐาน

เป็นการแปรรูปน้ำยางสดที่ได้จากต้นยางพาราไปเป็นผลิตภัณฑ์ยางขั้นต้นหรือยางดิบ เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางต่างๆ ดังแสดงตามภาพที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ยางขั้นต้นนี้จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1) ยางแห้งชนิดต่างๆ

อาจแบ่งได้ 3 ประเภทตามลักษณะของกรรมวิธีการผลิตได้แก่

1.1) ยางแบบธรรมชาติ ผลิตโดยวิธีพื้นบ้าน ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งแห้งและยางเครพ

1.2) ยางแบบระบุคุณภาพมาตรฐาน ผลิตโดยมีเงื่อนไขการระบุคุณภาพ มาตรฐานตามสากล (Technically Specification Process) ได้แก่ ยางแท่งมาตรฐาน (Standard Block Rubber)

1.3) ยางแบบอื่นๆ ที่มีวิธีการผลิตเฉพาะตัว เพื่อให้ได้ผลผลิตเหมาะสมกับงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะหรือเพื่อวัตถุประสงค์จะปรับปรุงสมบัติบางประการของยางธรรมชาติ ได้แก่ ยางที่มีความหนืดคงที่ (Viscosity Stabilized Rubber, CV) เป็นต้น

2) น้ำยางข้น (Concentrated Latex)

โดยการทำให้น้ำยางสดมีความเข้มข้นสูงขึ้น อยู่ในระดับที่เหมาะสมในทางอุตสาหกรรม แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

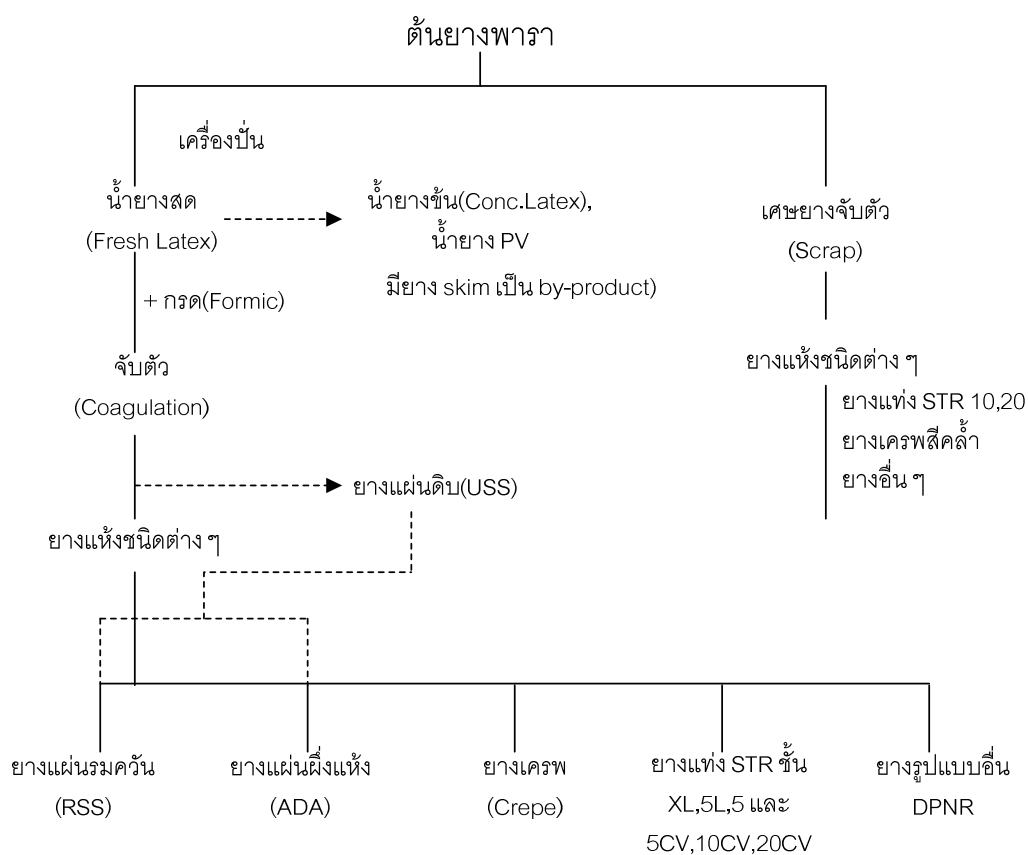
2.1) น้ำยางข้นธรรมชาติที่ไม่ผ่านการทำปฏิกิริยากับสารเคมีหรือวิธีการใด ๆ เพื่อให้โมเลกุลยางเปลี่ยนไป

2.2) น้ำยางคงรูป (Vulcanized Latex) หรือ น้ำยางพรีวัลคาไนซ์ (Prevulcanised Latex) เป็นน้ำยางข้นที่ได้ผ่านการทำปฏิกิริยาด้วยสารเคมีหรือการฉายรังสีให้โมเลกุลยางเปลี่ยนแปลง

เนื่องจากประเทศไทยมีการผลิตและส่งออกยางแปรรูปขั้นต้นเป็นหลัก ดังนั้น
อุตสาหกรรมยางส่วนใหญ่จึงเป็นอุตสาหกรรมการแปรรูปพื้นฐาน โรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มนี้
ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง และกระจายอยู่ในภาคใต้และภาคตะวันออก

ภาพที่ 2.2

ผังการแปรรูปขั้นต้นจากผลผลิตของต้นยางพาราของประเทศไทย



USS = Unsmoked Sheet

RSS = Ribbed Smoked Sheet

ADS = Air Dried Sheet

STR = Standard Thai Rubber

PV =Prevulcanised

ที่มา: “ยางธรรมชาติ การผลิตและการใช้งาน” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2549.

2.2 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางจะนำยางแปรรูปขั้นต้น ทั้งในรูปของยางแท่งชนิดต่างๆ และน้ำยางข้นมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ยางในประเทศไทยนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

2.2.1 ชิ้นส่วนยางที่ใช้ในรถยนต์และรถจักรยานยนต์

2.2.2 ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น

2.2.3 ผลิตภัณฑ์จากยางแท่งอื่นๆ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยางที่ใช้ในรถยนต์และรถจักรยานยนต์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ชิ้นส่วนที่เป็นยางรถยนต์และรถจักรยานยนต์ และชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งได้แก่ ยางรองแท่นเครื่อง ประเก็น ท่อยาง และสายพาน ในอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์และยางรถจักรยานยนต์จะมีการใช้ยางธรรมชาติมากที่สุด กล่าวคือประมาณครึ่งหนึ่งของยางธรรมชาติที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมจะถูกนำมาใช้ในการผลิตยางรถยนต์และยางรถจักรยานยนต์ โรงงานผลิตยางรถยนต์มีจำนวนไม่มากนักและมีขนาดใหญ่ ขณะที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนประกอบยางจะมีจำนวนมาก มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น จะมีผลิตภัณฑ์อยู่หลายประเภท ได้แก่ ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย หัวนมยาง ยางยืด ลูกโป่ง กาวน้ำยาง ตึกต้ายาง ฟองน้ำรองพรม ที่นอนยาง และดอกไม้ประดิษฐ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก ได้แก่ ถุงมือยาง และถุงยางอนามัย ผลิตภัณฑ์จากยางแท่งอื่นๆ (ยางแท่ง ยางเคพ และยางแผ่น) ได้แก่ ยางรัดของ รองเท้าและพื้นรองเท้า ลูกบอลยาง กระเบื้องยาง แผ่นยางรองพื้น แม่พิมพ์ยาง สายพานยาง ยางแผ่นบุถังและท่อ ท่อยาง สายยาง เป็นต้น (สำนักงานเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

2.3 กระบวนการผลิตยางแปรรูปพื้นฐาน

อุตสาหกรรมยางแปรรูปพื้นฐาน จะนำเอาน้ำยางสดที่กรีตได้จากต้นยางพารามาแปรรูปให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางอื่นๆ โดยทำให้เป็นยางแท่งชนิดต่างๆ (ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางแผ่นผึ่งแห้ง และยางเคพ) ในที่นี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะกระบวนการผลิตยางแปรรูปของน้ำยางข้น (Concentrated Latex) อันเป็นส่วนที่ทำการศึกษาวิจัยเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

กระบวนการผลิตน้ำยางข้น (Concentrated Latex)

2.3.1 ข้อมูลพื้นฐาน

น้ำยางสด (Fresh or field latex) ที่ได้จากต้นยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวหรือสีครีม ในทางเคมีจัดเป็นสารแขวนลอย มีความหนาแน่น 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความเป็นกรด-เบส (ค่า pH) ประมาณ 6.5- 7.0 มีความหนืด (viscosity) ไม่แน่นอน มีส่วนประกอบของสารอื่นที่ไม่ใช่ยาง (non rubber constituents) ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ของยาง อายุของยาง วิธีการกรีดยางและฤดูกาล สามารถแสดงส่วนประกอบของน้ำยางสดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

แสดงส่วนประกอบของน้ำยางสด

ส่วนประกอบ	% โดยน้ำหนัก
สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด(Total Solid Content; TSC)	36
เนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content; DRC)	33
สารโปรตีน	1-1.5
สารเรซิน	1-2.5
เถ้า	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำ....ในปริมาณที่รวมกับสารอื่น ๆ แล้วเป็น	100

ที่มา: “ยางธรรมชาติ:การผลิตและการใช้งาน” โดย วราภรณ์ ขจรไชยกูล, 2549, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) น. 37-38.

2.3.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำยางข้น

วิธีการผลิตน้ำยางข้นมีด้วยกัน 4 วิธี คือ (1) การให้ความร้อนเพื่อให้ส่วนที่เป็นน้ำระเหย (2) การเติมสาร Creaming Agents (3) วิธีการแยกด้วยไฟฟ้า และ (4) วิธีการปั่นแยก ในที่นี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการผลิตน้ำยางข้นโดยวิธีการปั่นแยกโดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.3.2.1 การจัดหาและรับซื้อน้ำยางสดจากเกษตรกร

ปกติโรงงานจะมีจุดรับซื้อน้ำยางสดจากเกษตรกรหรือตัวแทนที่รวบรวมน้ำยางมาจำหน่ายให้แก่โรงงาน เริ่มจากโรงงานจะรับซื้อน้ำยางสดที่มีการเติมแอมโมเนียตามลำพังหรือร่วมกับสารช่วย เช่น Tetramethyl Thiuram Disulphide (TMTD) กับ Zinc Oxide (ZnO) เพื่อรักษาสภาพมาแล้ว จากนั้นเมื่อน้ำยางสดมาส่งยังโรงงาน น้ำยางสดจะถูกถ่ายจากถังหรือรถแท้งก์ ผ่านตะแกรงกรองลงสู่รางรับน้ำยางสดเพื่อไปเก็บรวบรวมในบ่อรับน้ำยางสด โรงงานจะทำการตรวจสอบหาปริมาณเนื้อยางแห้ง (dry rubber content: DRC) เพื่อกำหนดเงินที่จะจ่ายให้กับชาวสวน ปริมาณแอมโมเนีย กำหนดปริมาณแอมโมเนียต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.35% และตรวจสอบปริมาณกรดไขมันระเหยได้ (Volatile Fatty Acid: VFA) ต้องน้อยกว่า 0.05 % จากนั้นทำการเติมปริมาณแอมโมเนียให้อยู่ประมาณ 0.6-0.65 % เพื่อรักษาสภาพน้ำยางสดไว้

2.3.2.2 การเตรียมน้ำยางสดก่อนเข้าการปั่นแยก

น้ำยางสดก่อนเข้าการปั่นแยก จะทำการทดสอบหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid content: TSC) ปริมาณเนื้อยางแห้ง (dry rubber content: DRC) ปริมาณแมกนีเซียม (magnesium: Mg) และ จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid) เติม Diammonium hydrogen phosphate (DAHP) เพื่อตกตะกอนแมกนีเซียมทิ้งไว้ 8 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากแมกนีเซียมจะทำให้น้ำยางสูญเสียความเสถียรเชิงกล จึงต้องทำการตกตะกอนแมกนีเซียมให้มีปริมาณน้อยกว่า 100 ppm ในปริมาณของแข็งทั้งหมดก่อนนำไปปั่น ตะกอนของ magnesium ammonium phosphate ที่ถูกแยกออกในลักษณะตะกอนหรือสลัดจ์ (sludge) จะถูกเรียกว่า “ซีแบ้ง” ก่อนการปั่น ปริมาณ DRC ก่อนเข้าเครื่องปั่นแยกควรมีประมาณ 28% ถ้า % DRC สูงจะทำการเติมน้ำสะอาดเพื่อเจือจางลง ในกรณีที่ค่า VFA สูงจะทำการเติม TZ ไปเพิ่ม บ่อที่มีปริมาณ VFA สูงจะถูกนำไปผลิตก่อน

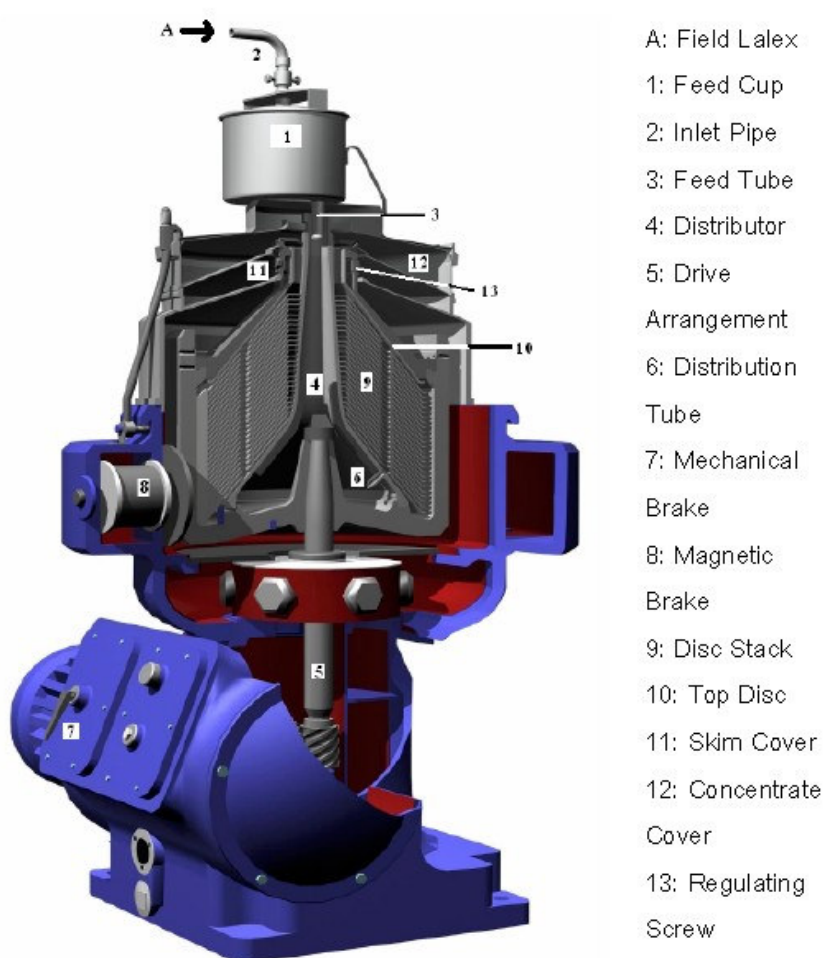
2.3.2.3 การปั่นแยกน้ำยางข้น

เครื่องปั่นแยกน้ำยางมีผลิตจำหน่ายด้วยกันหลายบริษัท โดยหลักการคือ น้ำยางจะไหลด้วยแรงโน้มถ่วงไปยังจุดกลางของถังปั่นแยก และแรงเหวี่ยงของเครื่องซึ่งหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 7,200 – 7,500 รอบต่อนาที จะทำให้น้ำยางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำลอยอยู่ด้านบนและน้ำส่วนใสที่เรียกว่า “หางน้ำยาง” ซึ่งมีปริมาณเนื้อยางปนมาบ้าง จะแยกออกไปอีกส่วนหนึ่ง น้ำยางข้นจะไหลลงสู่ถังเก็บ ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งเป็นรูปตัดของถังปั่นแยก ภายในเป็นสแตนเลสรูปทรงกรวยซ้อนๆ กัน น้ำยางข้นที่ได้จากเครื่องปั่นจะมีเนื้อยางประมาณ 60% ทำการปั่นประมาณ 2.5 ชั่วโมงแล้วทำการหยุดเพื่อล้างเครื่องหนึ่งครั้ง

เพื่อล้างซี่แบ่งและยางหัวโบริลที่ติดอยู่กับเครื่องออก โดยทั่วไปการผลิตน้ำยางข้นจะทำการผลิตให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการหรือตามคุณสมบัติที่มีกำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.980-2533 มาตรฐานน้ำยางข้นธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ภาพที่ 2.3

ภาพตัดขวางลักษณะภายในถังปั่นแยก



ที่มา: Alfa Laval. Latex 2000 Separator Product Data Leaflet.2006, อ้างถึงใน
 สมชาย ชูโณม, 2550.

ตารางที่ 2.2
มาตรฐานน้ำยางข้นตาม มอก.980-2533

สมบัติ	ขีดจำกัด	
	HA	LA
ปริมาณของแข็งทั้งหมด ^{1/} % (มวล/มวล),ต่ำสุด	61.5	61.5
ปริมาณเนื้อยางแห้ง,% (มวล/มวล),ต่ำสุด	60.0	60.0
ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่เนื้อยาง ^{2/} % (มวล/มวล),สูงสุด	1.8	1.8
ความเป็นต่าง(ในรูปแอมโมเนีย),% (มวล/มวล),ของน้ำยาง	0.60(ต่ำสุด)	0.29(สูงสุด)
เวลาความคงตัวต่อเครื่องกล ^{3/} วินาที,ต่ำสุด	650	650
ปริมาณของยางจับตัว% (มวล/มวล),สูงสุด	0.05	0.05
ปริมาณธาตุทองแดง,มก/กก.ปริมาณของแข็งทั้งหมด,สูงสุด	8	8
ปริมาณแมงกานีส,มก/กก.ปริมาณของแข็งทั้งหมด,สูงสุด	8	8
ปริมาณตะกอน,% (มวล/มวล),สูงสุด	0.10	0.10
จำนวนกรดไขมันระเหยได้(VFA No.)	ตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ผลิตกับผู้ซื้อ แต่ต้องไม่เกิน 0.15	
จำนวนโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ^{4/} (KOH No.)	ตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ผลิตกับผู้ซื้อ แต่ต้องไม่เกิน 1.0	
การตรวจสีด้วยสายตา	ไม่เป็นสีฟ้าหรือสีเทา	
การตรวจกลิ่นภายหลังการทำให้เป็นกลางโดยกรดบอริก	ไม่มีกลิ่นบูดเน่า	

หมายเหตุ^{1/} ปริมาณของแข็งทั้งหมดเลือกได้ตามที่ต้องการ

^{2/} ผลต่างระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดกับปริมาณเนื้อยางแห้ง

^{3/} เวลาความคงตัวต่อเครื่องกลต่ำสุดอาจเป็นค่าที่สูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ได้

^{4/} ถ้าน้ำยางประกอบด้วยกรดบอริก จำนวนโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์อาจเกินค่าที่กำหนดไว้โดยปริมาณที่เกินไปนั้นมีสมมูลย์เท่ากับกรดบอริก ซึ่งทดสอบหาได้โดยวิธีของ ISO 1802

ที่มา : “หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ), 2550, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, น ก13 – ก 14.

2.3.2.4 การจับเก็บน้ำยางเพื่อรอส่ง

น้ำยางชั้นที่ผลิตได้จะถูกเก็บรวบรวมไว้ในแท็งค์รอจัดส่งให้แก่ลูกค้า น้ำยางชั้นจะถูกเติมสารเคมีเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างได้แก่ แอมโมเนีย และ TZ กรณีที่น้ำยางชั้นที่ได้มีความเข้มข้นเกินไป เวลาเก็บจะทำการผสมน้ำสะอาดลงไปเพื่อเจือจาง ภายในถังจะติดตั้งอุปกรณ์สำหรับกวนน้ำยางภายในถัง เพื่อป้องกันการปัญหาเกิดคริมขึ้นที่บริเวณผิวหน้า โรงงานจะทำการกวนทุกวันตอนเช้าก่อนทำการเก็บตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง ทำการตรวจเช็คคุณภาพหาปริมาณ TSC, DRC, NH_3 , VFA ในเบื้องต้นปริมาณ VFA ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.03% โรงงานจะทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำยางทุกวันเป็นประจำ ก่อนถึงกำหนดการส่งน้ำยางให้ลูกค้า 7-10 วัน จะทำการปรับคุณภาพของน้ำยางให้เหมาะสมตามความต้องการของลูกค้า ก่อนทำการส่งน้ำยางให้แก่ลูกค้าจะทำการตรวจสอบหาปริมาณ TSC, DRC, NH_3 , VFA, Mg, pH, KOH, และ MST ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า กรณีที่ค่าความเสถียรเชิงกล (Mechanical Stability Time: MST) มีค่าต่ำจะทำการเติมกรดลอริกลงไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำยาง

2.3.3 ขั้นตอนการผลิตยางสกิมบล็อก

หางน้ำยางที่ออกจากเครื่องปั่นแยกจะถูกนำไปทำยางคุณภาพต่ำที่เรียกว่า “ยาง สกิม” โดยผ่านการไล่แอมโมเนียก่อน โดยวิธีที่นิยมใช้คือ การใช้รางระเหยแอมโมเนีย ปล่อยให้หางน้ำยางไหลไปตามรางยาวๆ ให้อากาศพัดผ่าน แล้วจึงไหลลงสู่บ่อพัก มีอากาศเป็นตัวพัดผ่านช่วยไล่ก๊าซแอมโมเนีย ขั้นตอนการผลิตยางสกิมบล็อกประกอบไปด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.3.1 การจับตะกอน

หางน้ำยางที่ออกจากเครื่องปั่นแยก เมื่อผ่านการไล่ปริมาณแอมโมเนียโดยการปล่อยผ่านรางยาวๆ ไหลลงสู่บ่อพัก ทำการตะกอนเนื้อยางที่เหลืออยู่ด้วยการเติมกรดซัลฟูริก 98% แล้วจึงปั่นกวนหางน้ำยางด้วยใบพัดกวน ทิ้งไว้ให้น้ำเยื่อเยื่อจับตัวแยกออกจากน้ำซีรัม เมื่อเนื้อเยื่อสกิมจับตัวดีแล้ว จึงนำก้อนยางออกจากบ่อจับยาง

2.3.3.2 การรีดและการตัด

ยางก้อนที่นำออกจากบ่อจับยาง จะทำการล้างกรดออกจากก้อนยาง โดยผ่านลงในรางน้ำ แล้วทำการรีดเป็นแผ่น และทำการตัดเป็นชิ้นฝอยด้วยเครื่องตัดย่อย

2.3.3.3 การอบและอัดบล็อก

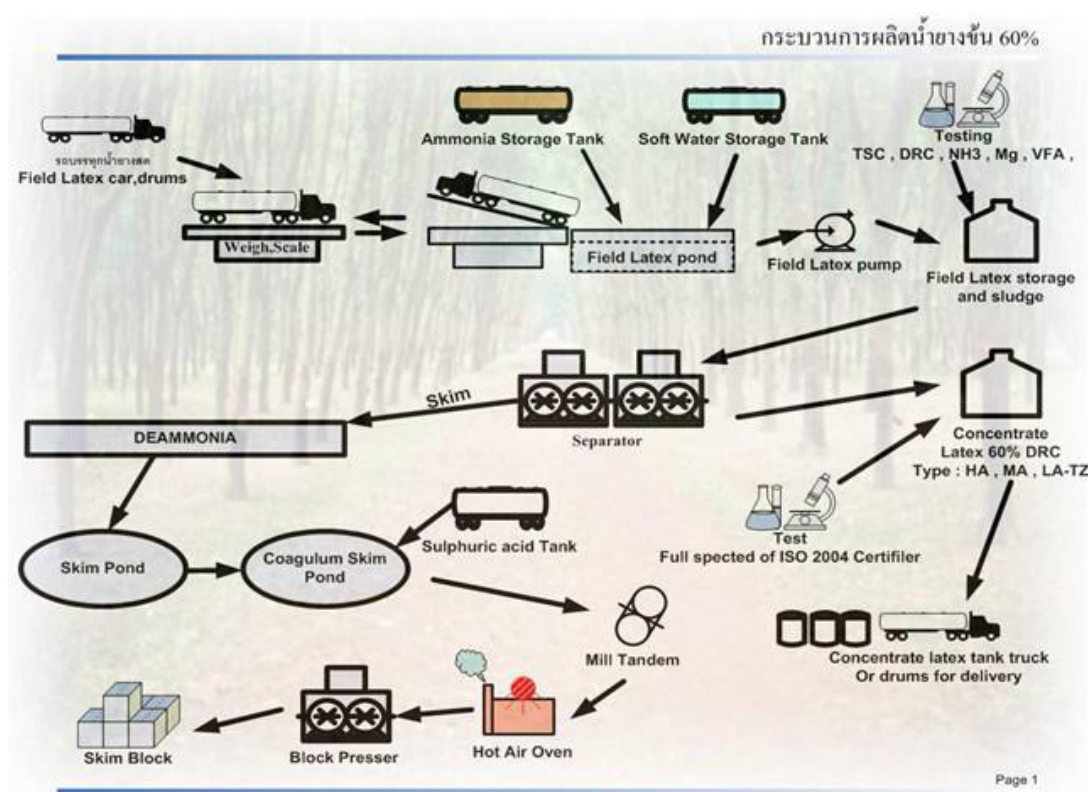
ยางที่ถูกตัดย่อยแล้ว จะนำไปเข้าเตาอบโดยใช้ตู้อบแบบอุโมงค์ อุณหภูมิในห้องอบตั้งไว้ประมาณ 120 องศาเซลเซียส เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นน้ำมันดีเซล จากนั้นนำไป

อัดเป็นยาง สกิมบล็อกด้วยเครื่องอัดแม่พิมพ์ โดยใส่ยางลงไปแม่พิมพ์แล้วอัดด้วยแรงดันไฮโดรลิก เพลตด้านบนและด้านล่างที่กดลงบนแม่พิมพ์ที่มีฮีตเตอร์ฝังอยู่

ขั้นตอนการผลิตน้ำยางข้นและยางสกิมบล็อกสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.4

ภาพที่ 2.4

กระบวนการผลิตน้ำยางข้นและยางสกิมบล็อก



ที่มา: <http://www.nyplantation.com>, 2006. อ้างถึงใน สมชาย ชูโณม, 2550.

2.4 ทฤษฎีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

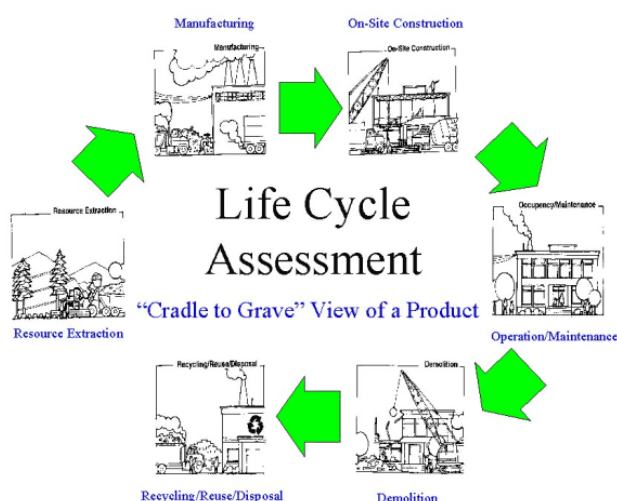
2.4.1 ความหมายของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

สมาคมพิษวิทยาและเคมีทางสิ่งแวดล้อม (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC ในปี 2000) อันเป็นหน่วยงานความร่วมมือที่ไม่แสวงหากำไร ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ หน่วยงานเอกชนและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั่วโลก ที่ร่วมมือกัน

ศึกษา วิเคราะห์การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยมีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ประเทศเบลเยียม ได้ให้คำจำกัดความของการประเมินวัฏจักรชีวิตไว้ว่า คือ กระบวนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (cradle to grave) โดยไม่คำนึงถึงหลักเศรษฐศาสตร์และสังคมศาสตร์มากนัก การประเมินจะรวมถึงกระบวนการผลิตกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องในลักษณะวัตถุดิบและพลังงาน ของผลิตภัณฑ์อย่างละเอียด ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการต่างๆ ในการผลิต การบรรจุ การคัดแยก การบำรุงรักษา และการนำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด โดยยึดหลักของระบบนิเวศวิทยา สุขอนามัยและการนำทรัพยากรสิ้นเปลืองมาใช้เป็นหลัก The United Nations Environment Program (UNEP, 1999) ได้ให้คำจำกัดความของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ไว้ว่า กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ (หรือการบริการ) ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การบรรจุหีบห่อ การขนส่ง การใช้ การนำกลับมาใช้ใหม่ และการจัดการของเสียของผลิตภัณฑ์หลังจากการใช้งาน มีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นการพิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (cradle to grave) เพื่อหาวิธีการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (ภาพที่ 2.5)

ภาพที่ 2.5

ขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์



ที่มา: <http://www.concrete.net.au/LCA/images/lca/lca.gif>. (เมื่อ 28 มกราคม 2552)

การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ถูกรับรองอยู่ในอนุกรมมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14000 โดยมีกรอบการดำเนินงานตามอนุกรมมาตรฐาน 14040 ดังในรูปที่ 2.6 และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ LCA มีดังนี้

- ISO 14040: 2006 Life cycle assessment – Principles and framework เป็นมาตรฐานที่กล่าวถึงหลักการ นิยามศัพท์ และกรอบการดำเนินงานการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ การกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต การวิเคราะห์และจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ (LCI) การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (LCIA) และ การแปลผลข้อมูลที่ได้จากการทำ LCI และ LCIA

- ISO 14044: 2006 – Life cycle assessment – Requirements and guidelines เป็นข้อกำหนดและแนวทางในการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ กำหนดขึ้นสำหรับการเตรียมการ การดำเนินการ และการทบทวนข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวงจรชีวิต นอกจากนั้น มาตรฐานนี้ยังให้แนวทางการประเมินผลกระทบตลอดช่วงวงจรชีวิต และการตีความผลการประเมิน รวมทั้งคุณภาพและลักษณะของข้อมูลต่างๆที่ได้มีการจัดเก็บรวบรวมด้วย

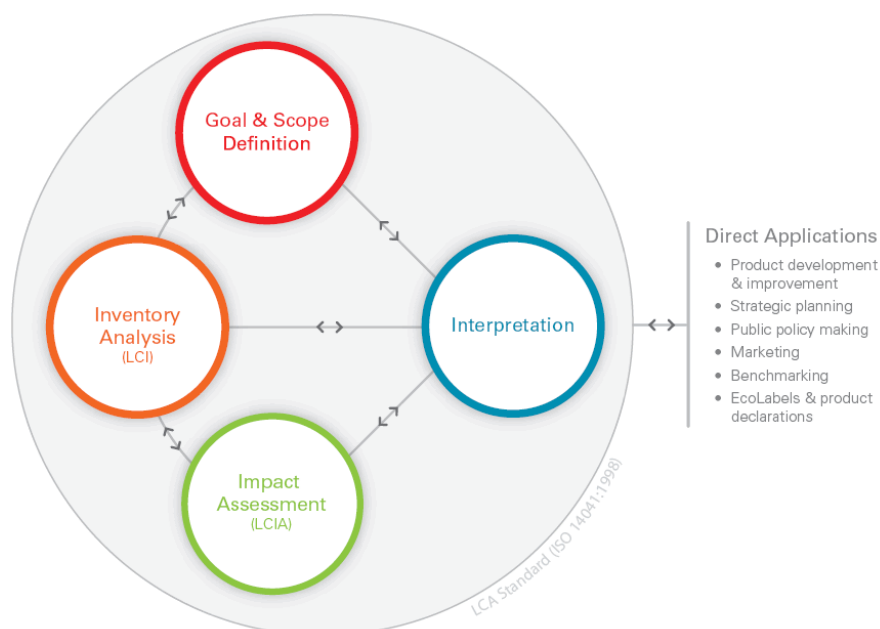
- ISO 14047: 2003 - Life Cycle Assessment – Illustrative examples on how to apply ISO 14042 – Life cycle impact assessment เป็นรายงานวิชาการแสดงตัวอย่างของการประยุกต์ใช้อนุกรมมาตรฐาน ISO 14042 สำหรับวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

- ISO 14048: 2002 Life Cycle Assessment – LCA Data Documentation Format เป็นรายงานวิชาการแสดงตัวอย่างรูปแบบเอกสารของข้อมูลด้าน LCA

- ISO 14049: 2000 Life Cycle Assessment – Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis เป็นรายงานวิชาการแสดงตัวอย่างของการประยุกต์ใช้อนุกรมมาตรฐาน ISO 14041 สำหรับจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 2.6

กรอบการดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน 14040



ที่มา: <http://www.med.govt.nz/upload/64527/f3-large.gif> (เมื่อ 28 มกราคม 2552)

2.4.2 หลักการการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

2.4.2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope Definition)

การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์เป็นขั้นตอนแรกในการศึกษาเพื่อประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาว่าควรใช้การวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อมแบบใดเข้ามาช่วย และในขั้นตอนดังกล่าว เราต้องประเมินว่าการวิเคราะห์ใดสามารถนำมาใช้ได้ การกำหนดขอบเขตการศึกษามีความสัมพันธ์กับเป้าหมายการศึกษา โดยมีรายละเอียดการกำหนดดังนี้

1) การกำหนดเป้าหมาย (Goal Definition)

การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ เป็นขั้นตอนแรกของการทำประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึงเหตุผลในการศึกษา เพื่อให้ผู้ใช้ผลการศึกษานำผลการประเมินไปใช้ได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ผลการวิเคราะห์อาจผิดพลาดได้ถ้าการใช้งานไม่ได้ถูกกำหนดไว้อย่างเหมาะสม เป้าหมายเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษารายละเอียดและการสรุปผลเพราะทำให้สามารถแจกแจงความสำคัญของส่วนต่าง ๆ ของเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง การกำหนดเป้าหมายและ

วัตถุประสงค์ต้องครอบคลุมปัญหาเหล่านี้ได้แก่ การนำผลการวิเคราะห์การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ไปใช้ทำอะไร การเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นเมื่อมีการนำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์มาพิจารณา

2) การกำหนดขอบเขต (Scope Definition)

การกำหนดขอบเขต คือ การบ่งชี้และกำหนดสิ่งที่ต้องการประเมิน กำหนดการรวบรวมสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมาย ซึ่งประกอบไปด้วย การกำหนดสิ่งที่เราต้องการศึกษา รวมถึงการกำหนดหน้าที่หรือสิ่งที่ผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ การออกแบบระบบอ้างอิงหรือผลิตภัณฑ์อ้างอิงเพื่อแสดงวัตถุประสงค์ของการศึกษา การออกแบบตัวแปรการประเมินทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและการบ่งชี้กระบวนการผลิตที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อมในระบบผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับเป้าหมาย ซึ่งการกำหนดขอบเขตประกอบไปด้วย ขอบเขตระบบ (System boundary) หมายถึง ขอบเขตระหว่างระบบผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมหรือระบบผลิตภัณฑ์อื่น โดยที่ระบบผลิตภัณฑ์หมายรวมเอาหน่วยที่รวบรวมวัตถุดิบและพลังงานที่มีการเชื่อมโยงกันที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันหรือหลายอย่าง โดยที่สามารถแสดงปริมาณของทรัพยากรวัตถุดิบหรือพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ หน้าที่และหน่วยการทำงานของระบบ (Function and Functional unit) ซึ่งระบบอาจมีหน้าที่หลายอย่าง และหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นที่อาจถูกเลือกมาเพื่อทำการศึกษา โดยขึ้นอยู่กับเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา ดังนั้นในการกำหนดขอบเขตของการศึกษา จึงต้องระบุหน้าที่ของระบบที่ทำการศึกษาให้ชัดเจน และหน่วยการทำงาน (Functional Unit) ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับสารขาเข้าและออกจากระบบ มีความสำคัญในการใช้เปรียบเทียบผลของ LCA โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ต่างกัน ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานของ LCA ที่สามารถวัดผลความแตกต่างของระบบได้

2.4.2.2 การจัดทำบัญชีรายการ (Data Inventory)

การจัดทำบัญชีรายการ หมายถึง การเก็บรวบรวมและคำนวณข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการต่างๆ ที่ถูกกำหนดไว้ตามเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา เพื่อหาปริมาณสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) ของระบบของผลิตภัณฑ์ซึ่งหมายถึง รวมถึงการใช้ทรัพยากร การปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ อากาศ ดิน และน้ำ การเก็บข้อมูลควรอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน โดยข้อมูลควรประกอบด้วย รายละเอียดของกระบวนการผลิต ผังการไหลของกระบวนการผลิตและคุณลักษณะของข้อมูล เช่น คุณภาพของข้อมูล ข้อจำกัด และที่มาของข้อมูล เป็นต้น

2.4.2.3 การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ Life Cycle Impact Assessment (LCIA) คือการนำข้อมูลจากขั้นตอนในการทำบัญชีรายการ (Inventory) มาทำการแปลงค่าและแยกตามชนิดของผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมมีขั้นตอนย่อย 7 ขั้นตอนดังนี้

1) การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(Selection)

การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในแต่ละกระบวนการแต่ละช่วงในวัฏจักรชีวิต ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันได้แก่ ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ การใช้พลังงาน การขนส่ง การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสีย การใช้งานผลิตภัณฑ์ รวมถึงการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยอาศัยความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกลไกด้านสิ่งแวดล้อม และกระบวนการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเริ่มตั้งแต่จุดกำเนิดของปัญหาอันเนื่องมาจากกิจกรรมในวัฏจักรชีวิต จนถึงการแพร่กระจายมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม

2) การจัดแบ่งหรือจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการ (Classification)

การจัดแบ่งหรือจำแนกข้อมูลในบัญชีรายการ คือ การจำแนกข้อมูลสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) ในบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถจำแนกเป็นกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมชั้นกลาง (Mid Point Impact) หรือชั้นปลายทาง (End Point Impact) โดยดูจากความสัมพันธ์ของสารขาเข้า และสารขาออกที่เป็นสาเหตุของกลุ่มผลกระทบ สารบางตัวอาจเป็นสาเหตุของกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมมากกว่าหนึ่งประเภทได้ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สามารถก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนและเกิดฝนกรด การจำแนกสารดังกล่าวให้อยู่ในกลุ่มใด ต้องพิจารณาว่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นผลกระทบโดยตรงจากสารมลพิษ หรือเป็นผลกระทบต่อเนื่องจากผลกระทบอีกประเภทหนึ่ง ในกรณีที่ผลกระทบต่อเนื่องไม่ควรจำแนกซ้ำ

3) การแปลงข้อมูลเป็นค่าความสามารถก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(Characterization)

การแปลงข้อมูลให้เป็นค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ การแปลงข้อมูลเชิงปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกในกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมเดียวกันให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รูปตัวชี้วัดตามมาตรฐานที่ได้จากการเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสาร

ดังกล่าวกับสารอ้างอิงพื้นฐาน เรียกว่า “Characterization factors” โดยคำนวณจากแบบจำลองที่อธิบายกลไกทางฟิสิกส์-เคมีและวิถีทางของสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม เช่น SO_2 ปล่อย 2H^+ ในขณะที่ HCl ปล่อย 1H^+ ดังนั้นแฟกเตอร์เทียบเท่าสำหรับ $\text{SO}_2 = 2$ และ $\text{HCl} = 1$

4) การเทียบค่าความสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(Normalization)

การเทียบค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อม หมายถึง การเทียบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษากับขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้น ในระดับประเทศ ภูมิภาค หรือระดับโลก ขั้นตอนนี้ทำให้สามารถเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาในภาพรวม

5) การจัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Grouping)

การจัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ การจัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยของมนุษย์ (Human Health impacts) การทำลายคุณภาพของระบบนิเวศน์ (Ecosystem impacts) การลดลงของปริมาณทรัพยากรธรรมชาติและแหล่งพลังงาน (Depletion of resource stock) หรืออาจแบ่งเป็นผลกระทบระดับท้องถิ่น เช่น การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหาร และผลกระทบระดับโลก เช่น ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน เพื่อให้ทราบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละหมวดหมู่ในภาพรวม เป็นต้น

6) การให้น้ำหนักความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(Weighting)

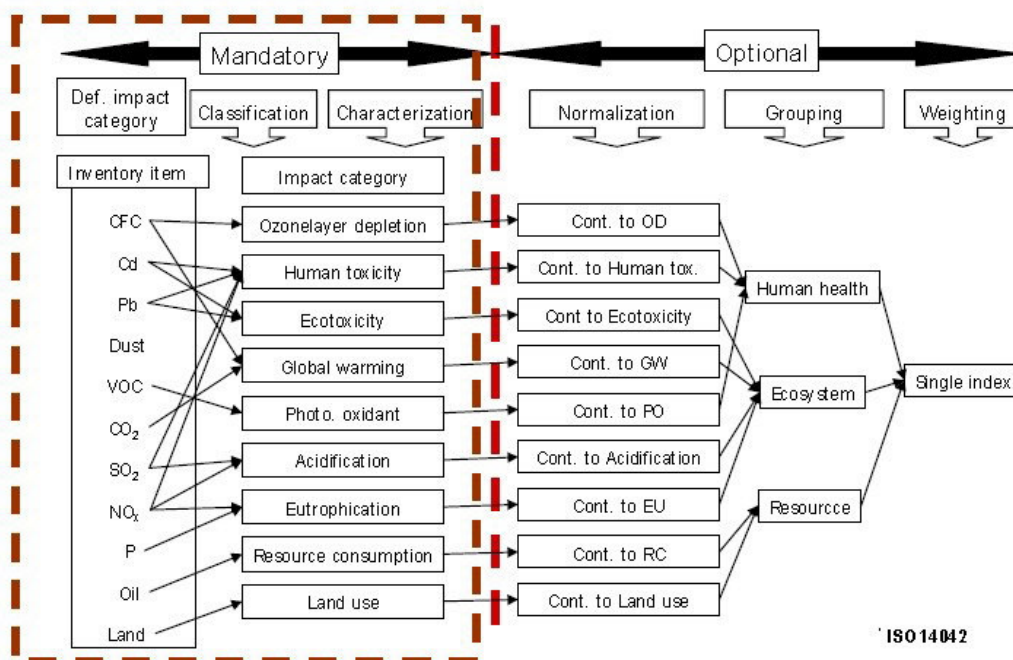
การให้น้ำหนักความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ การเปรียบเทียบความสำคัญของผลกระทบสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภท เรียกว่า “Weighting Factor” โดยเกณฑ์ในการกำหนดลำดับความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อาจเป็นการเปรียบเทียบเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ ใช้หลักเกณฑ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ผู้วิจัยจะนำมาพิจารณา เช่น ขนาดและความรุนแรงของผลกระทบสิ่งแวดล้อม ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เฉพาะประเภทที่ต้องการปรับปรุงแก้ไข การแปลงค่าความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมเป็นค่าเงินเพื่อวิเคราะห์ในทางเศรษฐศาสตร์ การใช้หลักเกณฑ์เชิงสังคม เป็นต้น สาเหตุของการเลือกวิธีการให้น้ำหนัก เนื่องจากสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วหรือทำให้ผู้บริโภคเห็นได้ชัดว่าผลิตภัณฑ์ใดดีกว่ากันหรือนำไปใช้กับฉลากสิ่งแวดล้อมแบบที่ 3

7) การวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล (Data Quality Analysis)

การวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล คือ การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก่อนที่จะนำผลดังกล่าวไปใช้ต่อไป ปัจจัยที่นำมาพิจารณาเกี่ยวกับคุณภาพข้อมูล ได้แก่ ความเหมาะสมและสอดคล้องของข้อมูลที่ใช้ และข้อมูลที่ต้องการตามที่กำหนดไว้ในเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา โดยดูจากแหล่งที่มาของข้อมูล ช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ความถูกต้องของวิธีการวัดและการคำนวณ การเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของข้อมูลที่ขาดหายไปตัวอย่างเทคนิคในการวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของข้อมูล (Sensitivity Analysis) เพื่อจำแนกข้อมูล วิธีปันส่วน (Allocation) วิธีคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นต้น ดังแสดงขั้นตอน LCA อธิบายตามมาตรฐาน ISO 14040 และวิธีการเบื้องต้นของการทำ Classification และ Characterization ในภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7

ขั้นตอน LCA อธิบายตามมาตรฐาน ISO 14040 และวิธีการเบื้องต้นของการทำ Classification และ Characterization



ที่มา: Norihiro Itsobo, AIST, Japan, 2003. อ้างถึงใน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550, น 1-16

2.4.2.4. การตีความและแปลผลการศึกษา (Interpretation)

เป็นการนำผลจากการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการด้าน สิ่งแวดล้อม (LCI) และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCIA) มารวมกันเข้าเพื่อให้ได้ข้อสรุป และข้อเสนอแนะตามเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาที่ระบุไว้ การแปลผลอาจเป็นการทำซ้ำ กลับไปกลับมาเพื่อพิจารณาบททวนจากข้อมูล และอาจต้องเปลี่ยนแปลงขอบเขตการศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริง การแปลผลของการศึกษาควรคำนึงถึงความอ่อนไหว และความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์ด้วย

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสีย ในแต่ละกระบวนการที่ได้มาจากระดับขั้นตอนการวิเคราะห์จากบัญชีรายการ ซึ่งการประเมินผลกระทบของการศึกษานี้ทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมขั้นปลายทาง (End Point Impact) ในปัจจุบันได้มีหลายหน่วยงานได้จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อม ซึ่งในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม SimaPro 7.1 ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Pre'Consultant ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยวิธีที่เลือกใช้คือวิธี Eco-indicator 99

ขั้นตอนการหาค่าการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี Eco-indicator 99 แบ่งกลุ่มผลกระทบได้ 11 ประเภทย่อยหรือรวมเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่มผลกระทบตามลักษณะเป้าหมายดังต่อไปนี้

กลุ่มผลกระทบต่อสุขภาพ (The damage category Human Health)

เป็นตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นภายใต้ความคิดที่ว่า มนุษย์ต้องได้รับผลกระทบที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ ทั้งจากขั้นตอนการผลิตและจากขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์นั้นๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคตโดยคำนวณผลกระทบในรูปของจำนวนปีที่สูญเสียไปหรือ Disability Adjusted Life Year, DALYs ดังแสดงได้ตามสมการที่ (2-1)

$$\text{การสูญเสียปีสุขภาวะ (DALY)} = \text{ปีที่สูญเสียไปเพราะตายก่อนวัยอันควร} + \text{ปีที่สูญเสียไปเพราะเจ็บป่วยหรือพิการ} \quad (2-1)$$

โดยตัวชี้วัดในกลุ่มนี้ประกอบไปด้วย

- 1) สารก่อมะเร็ง (Carcinogenic) ที่เกิดจากการรับมลพิษจากน้ำ อากาศ และดิน
- 2) สารอินทรีย์ที่มีผลต่อระบบหายใจ (Respiration of organic substance) ได้แก่ สารกลุ่มไฮโดรคาร์บอนต่างๆ สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC)
- 3) สารอนินทรีย์ที่มีผลต่อระบบหายใจ (Respiration of inorganic substance) ได้แก่ ฝุ่นละออง (PM_{10} และ $PM_{2.5}$), TSP, สารกลุ่มไนโตรเจนไดออกไซด์, SO_3 , O_3 , CO และในบางครั้งรวมถึง NO_x , SO_x และ NH_3
- 4) อุณหภูมิของโลกที่เปลี่ยนแปลงไป (Climate change) ซึ่งเกิดขึ้นจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ก๊าซมีเทนและไนโตรเจนไดออกไซด์
- 5) การลดลงของชั้นโอโซน (Ozone depletion) สาเหตุของการลดน้อยลงของชั้นโอโซนเนื่องมาจากการถูกทำลายโดยสารเคมีหลัก คือ สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอนหรือสาร CFCs
- 6) การแผ่รังสี (Radiation)

โดยหนึ่งหน่วย DALY หมายถึง การที่อายุคนหนึ่งคนสั้นลง 1 ปีหรือคนหนึ่งคนสูญเสียความสามารถลงไป 0.25 ส่วนในช่วงเวลา 4 ปี

กลุ่มผลกระทบต่อการคงอยู่ของสิ่งแวดล้อม (The damage category

Ecosystem Quality)

ดัชนีชี้วัดนี้พัฒนาภายใต้แนวคิดที่ว่า สิ่งมีชีวิตควรจะไม่ได้รับผลกระทบทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงปริมาณและการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ แสดงผลในรูปของสัดส่วนในการสูญหายไปของสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ ต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา ($PDF/m^2/year$) การคำนวณ Potentially Disappeared Fraction (PDF) สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (2-2)

$$PDF = \frac{S_{reference} - S_{use}}{S_{use}} \quad (2-2)$$

$$S_{reference} = \text{พื้นที่อ้างอิง}$$

$$S_{use} = \text{พื้นที่ทำการศึกษา}$$

และ Ecosystem Quality สามารถคำนวณได้จากสมการ (2-3)

$$EQ = PDF * area * time = \frac{S_{reference} - S_{use}}{S_{use}} * A * t \quad (2-3)$$

โดยดัชนีชี้วัดในกลุ่มนี้ประกอบด้วย

7) ปัญหาภาวะความเป็นกรดในดินและแหล่งน้ำ (Acidification) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการปล่อยมลพิษจากรถยนต์และโรงงานต่างๆ ออกสู่อากาศ สารพิษเหล่านั้นจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของก้อนเมฆและก่อให้เกิดฝนกรด/การเพิ่มขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำ (Eutrophication) เนื่องจากการปลดปล่อยสารอาหารของพืชลงสู่แหล่งน้ำเกินสภาพสมดุล ส่งผลให้พืชน้ำเจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้เกิดการเสียสมดุลของแหล่งน้ำ

8) ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ (Ecotoxicity)

หนึ่งหน่วย PDF หมายถึง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดตายไปบนพื้นที่ 10 ตารางเมตรในระยะเวลา 1 ปี หรือ 10 % ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดตายไปบนพื้นที่ 10 ตารางเมตรในระยะเวลา 1 ปี หรือ 10% ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรในระยะเวลา 10 ปี

กลุ่มผลกระทบต่อการมีอยู่ของทรัพยากร(The damage category Resources)

ดัชนีชี้วัดนี้พัฒนาภายใต้แนวคิดที่ว่า ธรรมชาติได้ให้ทรัพยากรแก่มนุษยชาติ ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ควรจะต้องคงอยู่ต่อไปในอนาคต โดยคิดอยู่ในรูปของพลังงานที่จำเป็นสำหรับการหาทรัพยากรมาชดเชยสิ่งที่ใช้ไปในปัจจุบัน (MJ Energy Surplus) โดยดัชนีชี้วัดในกลุ่มนี้ประกอบด้วย

9) ปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติกลุ่มแร่ธาตุต่างๆ (Mineral) เนื่องจากการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง หากไม่มีการส่งเสริมให้มีการนำกลับมาใช้ใหม่ ธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ก็จะหมดไป

10) ปัญหาการลดลงของเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuel) ซึ่งเป็นปัญหาหลักในปัจจุบัน การเพิ่มขึ้นของประชากรและการพัฒนาของชุมชนเมืองส่งผลให้มีความต้องการในการใช้เชื้อเพลิงมากยิ่งขึ้น จึงถือว่าเป็นปัญหาสำคัญในลำดับต้นๆ ในการพิจารณาในเรื่องผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสังคม

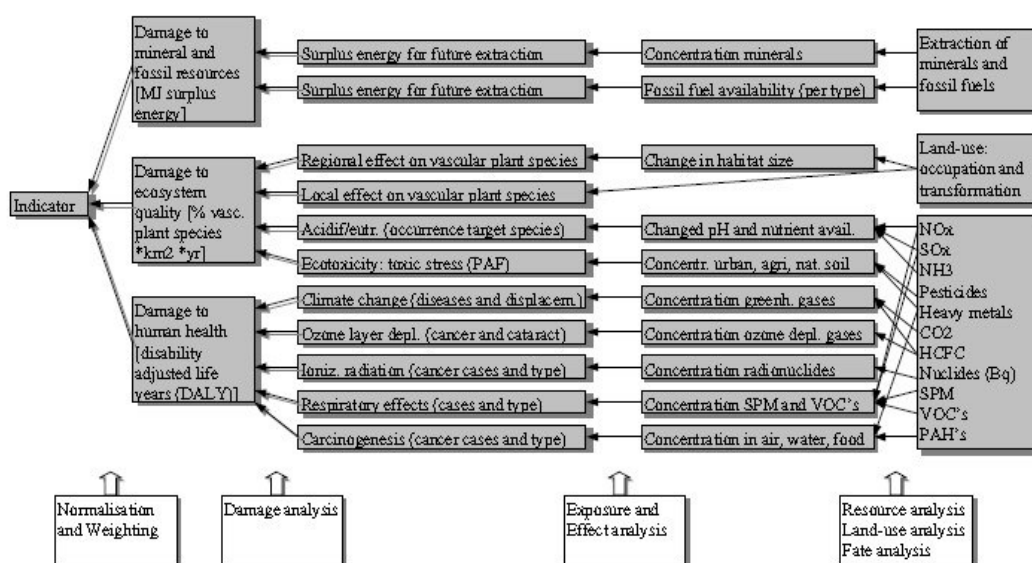
11) ปัญหาการใช้ประโยชน์จากที่ดิน (Land use) เป็นผลสืบเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร การใช้ประโยชน์จากที่ดินไม่เหมาะสมต่างๆ

หนึ่งหน่วย MJ surplus หมายถึง พลังงานในหน่วย MJ ที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นในการให้ได้มาซึ่งทรัพยากรชนิดนั้นในอนาคต เนื่องจากปริมาณของทรัพยากรในพื้นที่นั้นลดลง หรือสาเหตุอื่นที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากร

สามารถแสดงกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามวิธี Eco-indicator 99 ดังแสดงในภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8

แสดงกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามวิธี Eco-indicator 99



ที่มา: “The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment” Methodology Report, Pre' Consultants B.V., Third edition 2001.

2.5 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย

การประเมินวัฏจักรชีวิตถูกนำมาใช้ในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2540 โดยได้มีการก่อตั้งกลุ่มเครือข่ายการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์(Thai LCA Network) ขึ้นที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นจุดเริ่มต้น และในปีพ.ศ.2543 มีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต เกี่ยวกับการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยได้จัดตั้งโครงการจัดทำฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยได้รับการสนับสนุนด้านเทคนิคจากรัฐบาลญี่ปุ่น ผ่านโครงการความร่วมมือทางสิ่งแวดล้อม (Green Partnership Plan) และได้รับความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน อาทิเช่น กระทรวงอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ซึ่งกระบวนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ถูกบรรจุอยู่ในอนุกรมมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 และจากการประชุมที่ประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 2002 มีการกล่าวถึงการพัฒนาการศึกษา LCA ในส่วนของกลุ่มประเทศสมาคมอาเซียน ได้มีการเปรียบเทียบศักยภาพและกิจกรรมต่างๆ ของ LCA ระหว่างประเทศ ซึ่งประเทศไทยถูกประเมินว่ายังอาศัยข้อมูลจากต่างประเทศโดยใช้ฐานข้อมูลของประเทศยุโรปเป็นหลัก และไม่มีหลักการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตของตนเอง ทำให้ไม่เหมาะสมกับการประเมินวัฏจักรชีวิตกับผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย อีกทั้งยังมีการประชุมหรืออบรมเกี่ยวกับ LCA น้อยมาก สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (สสท.) ได้มีบทบาทสำคัญในการผลักดันองค์ความรู้ด้าน LCA สู่ภาคธุรกิจและสาธารณะ โดยผ่านกิจกรรม การอบรมสัมมนาและการทำโครงการวิจัยเรื่อง LCA และหน่วยงานราชการที่มีบทบาทสำคัญต่อการผลักดัน LCA ในประเทศไทย ได้แก่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA) โดยกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ปัจจุบันทั้ง 2 หน่วยงานได้ดำเนินกิจกรรมด้าน LCA ในเรื่องต่างๆ มากมาย เช่น การอบรมให้ความรู้แก่นักวิจัย และบุคลากรในหน่วยงาน การมอบเงินทุนสนับสนุนการวิจัยด้าน LCA เพื่อนำผลวิจัยมาใช้เป็นฐานข้อมูลของไทย และแนวทางในการกำหนดนโยบายของภาครัฐต่อไป (หทัยชนก นัดสถาพร, 2550)

2.6 การจัดการของเสียของโรงงานน้ำยางข้น

ผลจากการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์นั้นจะเป็นแนวทางสำหรับการวางแผนกำหนดนโยบายในการส่งเสริมการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแนวทางการปฏิบัติงานในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมของโรงงานได้ โรงงานน้ำยางข้นเป็นโรงงานประเภทหนึ่งที่มีศักยภาพในการก่อกมลพิษทั้งทางน้ำและอากาศ โดยเฉพาะในส่วนการจัดการน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูง ปริมาณไนโตรเจนและซัลเฟตก็สูงเช่นกัน ในขณะที่ค่า pH มีค่าต่ำเนื่องจากขั้นตอนการจัดการทางน้ำยาง (การผลิตยางสกิม) ที่มีการใช้กรดซัลฟริกในการแยกเนื้อยางออกจากทางน้ำยาง การจัดการน้ำเสียส่วนใหญ่ของโรงงานน้ำยางข้นจะนิยมใช้ระบบบำบัดกลางแจ้ง ซึ่งประกอบด้วยส่วนของบ่อดักยาง บ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Ponds) บ่อกึ่งมีอากาศ-ไร้อากาศ (Facultative Ponds) และบ่อมีอากาศ (Aerobic Ponds) รวมถึงระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งพบว่าก็ให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาโดยเฉพาะเรื่องกลิ่น ยิ่งในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในสถานะที่มีสารอินทรีย์และซัลเฟตสูง จะก่อให้เกิดซัลเฟตรีดักชันทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์สู่อากาศส่งกลิ่นเหม็นรบกวนมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้

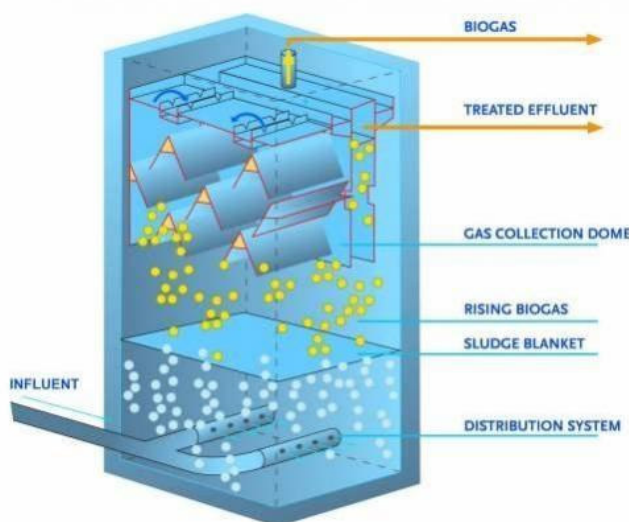
ปัจจุบันเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีเริ่มได้นำเข้ามาใช้กับโรงงานผลิตน้ำยางข้นบ้างแล้วทั้งนี้เนื่องจากระบบดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหากลิ่นของระบบบำบัดน้ำเสียและยังสามารถนำก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้แก๊สธรรมชาติและการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด ดำเนินธุรกิจผลิตน้ำยางข้น ยางแท่งเอสทีอาร์ และยางสกิมบล็อก กำลังการผลิตรวมกว่า 30,000 เมตริกตันต่อปี มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นประมาณ 450-800 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเดิมบริษัทฯ ใช้วิธีบำบัดแบบบ่อดักตามธรรมชาติ โดยไม่มีการระบายน้ำทิ้งออกนอกบริเวณโรงงาน ต่อมาเมื่อบริษัทฯ มีการขยายกำลังการผลิตอย่างต่อเนื่อง จึงมีโครงการศึกษาความเป็นไปได้ ในการที่จะนำระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีมาใช้ โดยได้รับการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำจากโครงการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมภาคเอกชน ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพมาใช้ทดแทนแก๊สแอลพีจี ภายใน 1 ปีสามารถลดปริมาณการใช้แก๊ส แอลพีจีได้ 55,926 กิโลกรัม คิดเป็นจำนวนเงิน ฌ.ราคาแก๊ส แอลพีจี ที่ 22.50 บาท จะประหยัดได้ 1,258,335 บาท ตลอดการดำเนินการโครงการ สามารถคืนทุนภายใน

ระยะเวลา 2.5-3 ปี (สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www.chalonglatex.com/project_view.php?id=52)

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket: UASB) เป็นระบบหนึ่งของระบบบำบัดทางชีววิทยาที่ได้รับความสนใจและมีการพัฒนาประสิทธิภาพให้สูงขึ้น โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์แขวนลอย ซึ่งมีการพัฒนาให้เกาะตัวกันในลักษณะเป็นเม็ดตะกอน (Granule) ระบบนี้อาศัยการกวนผสมที่เกิดจากการไหลของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ปฏิกรณ์จากด้านล่างไหลขึ้นสู่ด้านบน และการกวนผสมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของฟองก๊าซที่เกิดขึ้นจริงจากกิจกรรมการย่อยสลายเป็นสำคัญ โดยตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้จะถูกแยกออกจากน้ำเสียด้วยอุปกรณ์แยกของแข็ง-ของเหลว-ก๊าซ (Gas-Liquid-Solid Separator หรือ 3 Phase Separator) ทำให้สามารถรักษาสถาบันจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูงไว้ในระบบได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.9

ภาพที่ 2.9

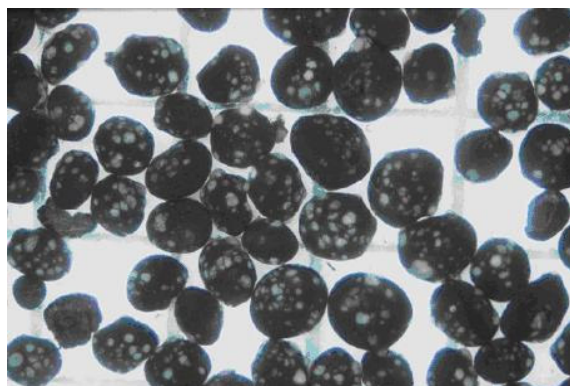
แสดงรูปแบบจำลองของระบบ ยูเอเอสบี



ระบบยูเอเอสบี เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบจากด้านล่างของถังปฏิกรณ์ขึ้นสู่ด้านบน (Up-flow Feeding) โดยหัวใจสำคัญของระบบยูเอเอสบีอย่างหนึ่งคือ เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบที่เจริญเติบโตอยู่ในลักษณะแขวนลอย ซึ่งอาศัยการยึดเกาะกันเองของจุลินทรีย์ (Self-Immobilization) หรือเรียกได้ว่าเม็ดตะกอน จุลินทรีย์ (Granule) ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.10

ภาพที่ 2.10

เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (Anaerobic Granules)



www.uasb.org อ้างถึงใน Retrieved February 2,2010.

from <http://www.thaibiogas.net/en/node>

จากคุณสมบัติและลักษณะการทำงานของถังยูเอเอสบี ทำให้สามารถแบ่งส่วนประกอบภายในถังยูเอเอสบีได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นถังปฏิกริยาพร้อมด้วยระบบกระจายน้ำเสียซึ่งจะอยู่ทางด้านล่างของถังและส่วนตกตะกอนและแยกก๊าซบริเวณด้านบน โดยมีกลไกและลักษณะการทำงานของส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ส่วนที่เกิดปฏิกริยาจะอยู่ทางด้านล่างของถังซึ่งเป็นส่วนที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ การไหลของน้ำเสียในถังจะเป็นการไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบน มีการป้อนน้ำเสียจะป้อนเข้าทางด้านล่างของถังยูเอเอสบีผ่านทางระบบการกระจายน้ำเสีย ซึ่งการกระจายน้ำเข้าถังจะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั้งหน้าตัดของถัง การเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียในถังยูเอเอสบีจะควบคุมให้ตะกอนสะสมเป็นชั้นตะกอนที่มีความหนาแน่น น้ำเสียที่ต้องการบำบัดจะไหลผ่านชั้นตะกอน แบคทีเรียในชั้นตะกอนซึ่งอยู่กันอย่างหนาแน่นจะเกิดการรวมกันเป็นเม็ด (Granule) โดยเม็ดตะกอนที่มีความหนาแน่นสูงจะจมตัวอยู่ด้านล่าง มีการจัดเรียงตัวจากขนาดใหญ่ขึ้นไปหาเล็กเหมือนชั้นทรายกรอง ส่วนกลุ่มที่มีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งมีความเร็วในการจมตัวต่ำกว่าฟุ้งกระจายขึ้นมาเป็นชั้นตะกอนแขวนลอย โดยฟองก๊าซที่เกิดขึ้นและการไหลของน้ำที่เข้ามาจากด้านล่างของถังจะช่วยทำให้เกิดการผสมขึ้น

2) ส่วนตกตะกอนและแยกก๊าซ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมและลดปริมาณเซลล์แบคทีเรียที่หลุดออกไปกับน้ำทิ้ง และทำหน้าที่รวบรวมก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป จึงมีการติดตั้งอุปกรณ์แยกก๊าซ (GSS) น้ำเสียและแบคทีเรียในรูปตะกอนแขวนลอยไว้

ด้านบนของถังซึ่งจะเรียกว่าเป็นอุปกรณ์ Gas-Solid Separator หรือ GSS โดยการออกแบบหลายลักษณะตามขนาดและรูปร่างของถังปฏิกริยา แต่ใช้หลักการออกแบบเดียวกันคือ

- แยกน้ำกับก๊าซโดยอาศัยหลักการที่ว่าน้ำสามารถไหลเลี้ยวไปมาได้ ในขณะที่ก๊าซมีการลอยตัวจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนเป็นเส้นตรงเท่านั้น ยกเว้นมีสิ่งกีดขวางหรือแผ่นปะทะใดๆ มาเปลี่ยนทิศทางการลอยตัวขึ้น หลังจากผ่านพ้นสิ่งกีดขวางนั้นแล้วก็จะลอยตัวเป็นเส้นตรงดังเดิม จึงออกแบบและติดตั้งแผ่นปะทะเพื่อขวางทิศทางการไหล ทำให้น้ำและก๊าซมาปะทะแล้วเบี่ยงเบนการไหลของน้ำและก๊าซออกจากกัน

- แยกตะกอนออกจากน้ำโดยทำให้เกิดการตกตะกอนของตะกอนแบบที่เรียกว่าไหลขึ้นมา การแยกตะกอนจะเกิดในส่วนบนสุดของถัง โดยในส่วนนี้จะไม่มีการมีก๊าซ มีความปั่นป่วนต่ำสามารถแยกน้ำและตะกอนได้โดยง่าย ดังนั้น GSS จึงต้องมีพื้นที่ส่วนที่เป็นน้ำนิ่งเพียงพอที่ตะกอนจะตกกลับมายังถังปฏิกริยาได้

องค์ประกอบของระบบยูเอเอสบี มีดังนี้

1) ส่วนของตะกอนชั้นล่าง (Sludge Bed) เป็นชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการตกตะกอนสูงและมีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์สูง

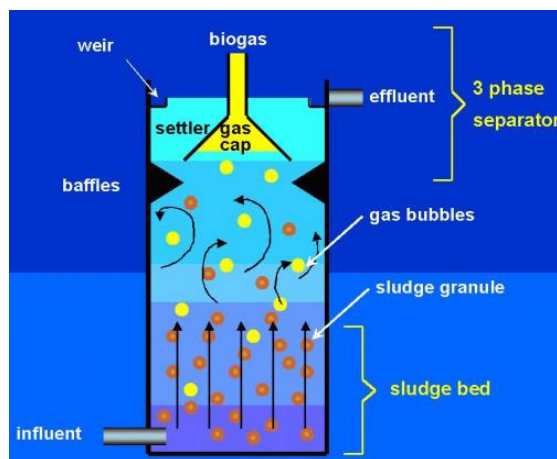
2) ส่วนชั้นตะกอนลอย (Sludge Blanket) เป็นชั้นที่ตะกอนจุลินทรีย์ลอยฟุ้งกระจายเนื่องจากน้ำเสียและก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์

3) ส่วนของอุปกรณ์แยกเมืงตะกอนและก๊าซชีวภาพออกจากของเหลว ที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Gas-Liquid-Solid Separator (GLSS) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกก๊าซชีวภาพออกจากของผสมระหว่างก๊าซชีวภาพ น้ำและเมืงตะกอนจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ที่ถูกแยกจะตกกลับเข้าสู่ถังปฏิกริยา น้ำเสียจะไหลออกสู่ส่วนระบายน้ำเสียด้านบน ส่วนก๊าซชีวภาพจะถูกรวบรวมเพื่อนำไปใช้ต่อไป

4) ส่วนของอุปกรณ์ในการตกตะกอน (Settlement Compartment) ในอุปกรณ์นี้เมืงตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งแยกออกจากน้ำเสียจะตกลงสู่ด้านล่างของถังปฏิกริยา โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงที่เกิดจากน้ำหนักของเมืงตะกอนเอง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเมืงตะกอนคายก๊าซที่เป็นตัวพาให้เคลื่อนที่ขึ้นสู่ด้านบนของถังปฏิกริยาออกไปแล้ว ทำให้สูญเสียแรงดันที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของก๊าซไป ทำให้แรงโน้มถ่วงที่เกิดจากเมืงตะกอนเองมากกว่าแรงลอยตัวเมืงตะกอนจึงตกกลับเข้าสู่ส่วนล่างของถังปฏิกริยาตามเดิมนั่นเอง ดังแสดงภาพส่วนประกอบหลักของถังปฏิกริยาแบบยูเอเอสบีในภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11

ส่วนประกอบหลักของถังปฏิกรณ์แบบยูเอเอสบี



www.uasb.org อ้างถึงใน Retrieved February 2,2010.

from <http://www.thaibiogas.net/en/node>

ระบบยูเอเอสบีเป็นระบบที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางสำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุตัวกลาง นอกจากนี้ยังต้องมีอุปกรณ์ในการกวนผสมถึงตกตะกอนทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ อย่างไรก็ตามจุดด้อยของระบบยูเอเอสบีที่สำคัญคือความยุ่งยากและความซับซ้อนของการเริ่มต้นดำเนินระบบและการสร้างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งหาไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อประสิทธิภาพและเสถียรภาพของระบบได้ ซึ่งจะนำไปสู่ความล้มเหลวของระบบในที่สุด โดยปัจจัยส่งเสริมกระบวนการเกิดเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ เช่น คุณภาพตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้น อุณหภูมิ องค์ประกอบของน้ำเสีย สารอาหารและธาตุอาหาร สารมลพิษ การกวนผสม อัตราการรับภาระสารอินทรีย์ (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2553, จาก <http://www.thaibiogas.net/en/node>) อีกทั้งการเดินระบบบำบัดจำเป็นต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้มากพอสมควร จึงเป็นอีกข้อจำกัดในการใช้งานระบบดังกล่าว

2.7.การวิเคราะห์ความคุ้มค่าและมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมให้ประสบความสำเร็จและยั่งยืนควบคู่ไปกับการดำเนินธุรกิจในปัจจุบัน ผู้ประกอบการต่างต้องคำนึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและความคุ้มค่าการลงทุนที่สามารถส่งผลให้ธุรกิจยังคงดำเนินอยู่ได้ควบคู่ไปกับสิ่งแวดล้อมที่ดี

ในการตัดสินใจลงทุนต่างๆ ต้องทำการเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามีด้วยกันหลายหลักเกณฑ์ แต่ที่นิยมทั่วไป ได้แก่ หลักเกณฑ์มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนหรือผลประโยชน์สุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C ratio) โดยหลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

2.7.1 หลักเกณฑ์มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนหรือผลประโยชน์สุทธิ (Net Present Value: NPV)

หลักเกณฑ์มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนหรือผลประโยชน์สุทธิ หมายถึง การคำนวณมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับจากการลงทุน ซึ่งสามารถหาได้จากสูตรตามสมการที่ (2-4) ดังต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (2-4)$$

เมื่อ B_t คือ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในแต่ละปี

C_t คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปี

r คือ อัตราคิดลด

t คือ จำนวนปีที่ห่างออกไปในอนาคต (โดย $t = 0$ แทนปีปัจจุบัน, $t = 1$ แทนอีก 1 ปี ข้างหน้า, ..., n แทนปีที่สิ้นสุด)

$B_t - C_t$ คือ ค่าผลประโยชน์สุทธิของการลงทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปี เมื่อเทียบให้เป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยการคูณด้วย Discount Factor คือ $1/(1+r)^t$ จะได้เป็นผลประโยชน์สุทธิในแต่ละปีที่มีค่าเป็นปัจจุบันแล้ว จากนั้นจึงบวกค่าผลประโยชน์สุทธิในแต่ละปีเข้าด้วยกันจะได้เป็นผลประโยชน์สุทธิรวมของการลงทุนซึ่งเป็นค่าปัจจุบัน

การใช้ NPV ในการพิจารณาวิเคราะห์การลงทุนว่าสมควรเหมาะสมกับการลงทุนหรือไม่ ให้พิจารณาว่าเป็นไปตามหลักเกณฑ์ดังนี้

$$\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนหรือผลประโยชน์สุทธิ(NPV)} \geq 0$$

ณ อัตราคิดลดที่กำหนดให้

2.7.2 หลักเกณฑ์อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน คืออัตราดอกเบี้ย (หรืออัตราคิดลด) สูงที่สุดที่จะสามารถจ่ายให้กับทรัพยากรต่างๆ ที่จะใช้ในการลงทุน ซึ่งเมื่อจ่ายแล้วยังคงมีผลประโยชน์เท่ากับต้นทุนทั้งหมดพอดี ซึ่งจะหาได้โดยการหาอัตราที่จะมีผลให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ หรืออาจเขียนได้ดังสมการที่ (2-5)

$$\text{NPV} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (2-5)$$

โดย i คือ อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)

การหาค่า i ทำโดยทดลองเปลี่ยนค่า i หลายๆ ค่า ถ้าได้ค่า NPV มากกว่า 0 แสดงว่าค่า i ต่ำเกินไป ดังนั้นให้ทดลองใช้ค่า i เป็นค่าอื่น ๆ จนได้ค่าที่ทำให้ NPV เข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด ดังนั้น IRR สามารถหาได้จากสมการที่ (2-6)

$$\text{IRR} = \text{อัตราคิดลดตัวต่ำ} + \frac{\text{ผลต่างระหว่างอัตราคิดลดทั้งสอง} \times \text{NPV ที่ใช้อัตราคิดลดตัวต่ำ}}{\text{ผลต่างของ NPV ที่ใช้อัตราคิดลดทั้งสอง}} \quad (2-6)$$

หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจในการยอมรับอัตราผลตอบแทนภายใน: IRR คือ ค่า i สูงกว่า r อัตราผลตอบแทนที่สังคมยอมรับได้หรือดอกเบี้ยนั่นเอง

$$\text{อัตราผลตอบแทนภายใน : IRR, } i > \text{อัตราผลตอบแทนที่สังคมยอมรับได้หรือดอกเบี้ย, } r$$

2.7.3 หลักเกณฑ์อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน(Benefit – Cost Ratio:

B/C ratio)

อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (2-7) (กรมควบคุมมลพิษ,2546)

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=0}^n C_t / (1+i)^t} \quad (2-7)$$

เกณฑ์การยอมรับคือ

$$\begin{aligned} &\text{มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์} > \text{มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน} \\ &\text{หรือ } B/C \text{ ratio} > 1 \end{aligned}$$

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย ส่งผลให้มีหลาย ๆ หน่วยงานได้เข้าร่วมทำการศึกษาเพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมยางพาราให้เป็นอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานทั้งในเรื่องการดำเนินธุรกิจและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม แต่ในระยะเวลาที่ผ่านมาความพยายามดังกล่าวยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นจากปัญหาการขาดการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ และแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยางพาราเข้าด้วยกันจากการทำการสืบค้นข้อมูลประเภทวิทยานิพนธ์ โดยรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบจากงานวิจัยเอกสารวิชาการ และข้อมูลส่วนราชการ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัฏจักรชีวิต การนำเทคโนโลยีสะอาดซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการสิ่งแวดล้อมในลักษณะการป้องกันมลพิษของโรงงานผลิตน้ำยางขึ้นทั้งในและต่างประเทศ อันเป็นขอบเขตของงานวิจัยนี้ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

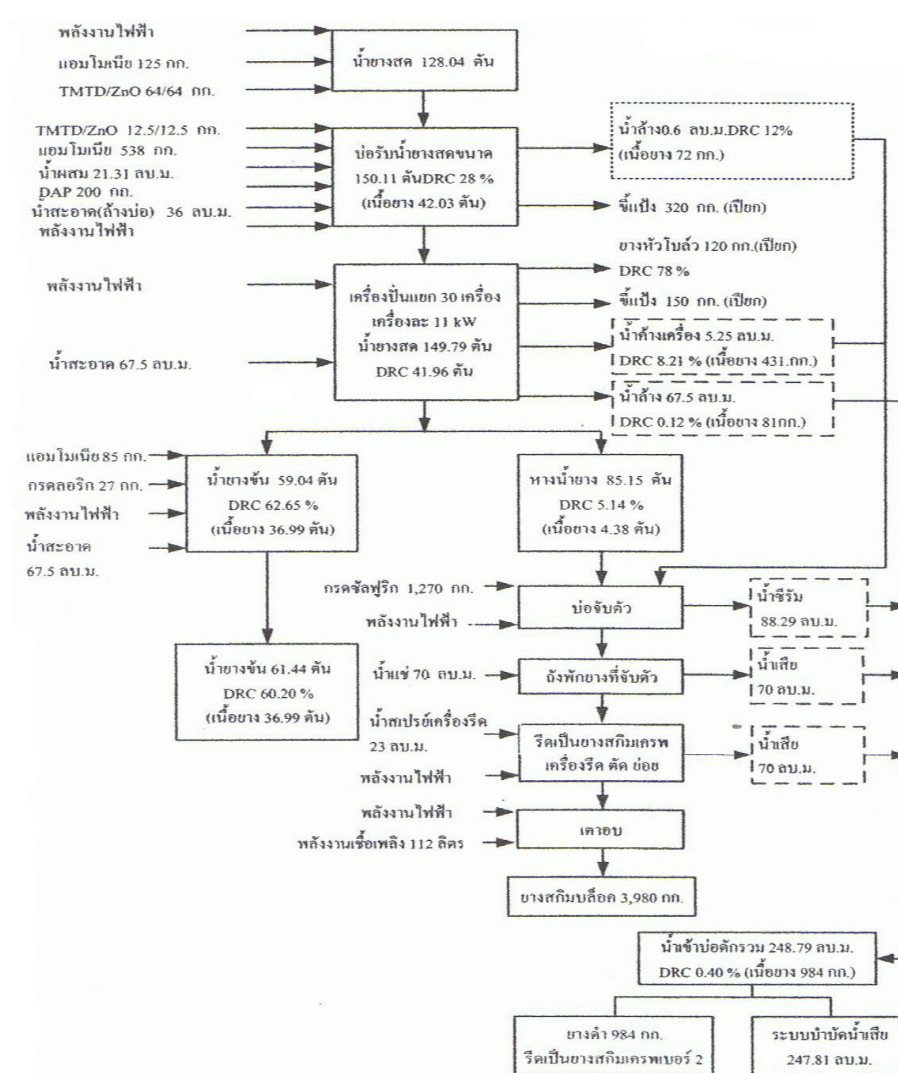
ภูวนาท เอี่ยมอักษร(2549) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนทำธุรกิจน้ำยางขึ้นในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยสรุปได้ว่า บริษัทที่ผลิตน้ำยางขึ้นส่วนใหญ่ผลิตน้ำยางขึ้นมากกว่า 10 ปี มีการลงทุนกับหุ้นส่วนและใช้เงินกู้ลงทุน บริษัทได้รับการส่งเสริมการลงทุนจาก BOI ระบบคุณภาพที่บริษัทได้รับมากที่สุด คือ ISO 9000 สาเหตุหลักที่บริษัทตัดสินใจทำธุรกิจน้ำยางขึ้น เพราะตลาดมีความต้องการสูงและเป็นธุรกิจที่กำไรดี การจัดหาวัตถุดิบสดจากสวนยางของบริษัทเอง มีตัวแทนรับซื้อน้ำยาง มีสมาชิกสวนยางประจำ รับซื้อน้ำยางสดจากผู้จำหน่ายทั่วไป ปัญหาหลักของธุรกิจคือ ขาดแคลนแรงงานระดับล่าง ความผันผวนของราคาน้ำยางขึ้น การแข่งขันในการจัดซื้อน้ำยางสดสูง การแข่งขันทั้งตลาดน้ำยางขึ้นในและต่างประเทศสูง และการจำหน่ายน้ำยางขึ้นทำได้ยากขึ้น เพราะมีต้นทุนที่สูงขึ้น เมื่อวิเคราะห์ทั้งทางด้านการตลาดและอุปสงค์ ทางด้านเทคนิค ด้านการจัดการองค์กร และความเป็นไปได้ทางการเงิน สรุปได้ว่าโครงการลงทุนในธุรกิจน้ำยางขึ้นในจังหวัดสงขลา เป็นธุรกิจที่มีความเป็นไปได้ในการลงทุนสูงมาก

นอกจากปัญหาในการจัดการในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว การดำเนินการตั้งแต่ต้นทางจากเกษตรกรผู้ปลูกยางยังประสบปัญหานานัปการ วโรทัย หนูขาว (2548) ทำการศึกษาปัญหาและอุปสรรคของกลุ่มเกษตรกรรวบรวมและขายน้ำยางสด ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ผลการวิจัยสรุปว่ากลุ่มเกษตรกรรวบรวมและขายน้ำยางสดส่วนใหญ่ดำเนินงานมาแล้ว 6 ปี ปัญหาเรื่องปริมาณและคุณภาพของน้ำยางสด เป็นปัญหาที่ต้องทำการแก้ไขเฉพาะหน้า เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศ เป็นสิ่งที่เกษตรกรกำหนดไม่ได้ ปัญหาอีกส่วนได้แก่การวางแผนการดำเนินงาน การจัดระบบการบริหารงานและการแบ่งหน้าที่เป็นลายลักษณ์อักษร เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของกลุ่มทั้งสิ้น การเลือกทำเลที่ตั้งของอุตสาหกรรมก็มีผลต่อการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจเช่นกัน โดย ศิริศักดิ์ ทิพย์ทวีชาญ (2550) ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมยางพาราไทย พบว่าปัจจัยด้านการตลาดมีอิทธิพลต่อรูปแบบทางที่ตั้งอุตสาหกรรมยางพารามากที่สุด รองลงมา คือปัจจัยวัตถุดิบ จะเห็นว่าการดำเนินธุรกิจน้ำยางขึ้น ต้องอาศัยการดำเนินงานที่แก้ไขปัญหามากมาย ด้านร่วมกัน ด้วยลักษณะของคุณภาพน้ำยางที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลขึ้นกับสภาพดินฟ้าอากาศ ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมหลากหลายด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้มันน้อยที่สุด โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2544) ได้ทำการศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาดและได้จัดทำเป็นคู่มือ หลักการปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา อุตสาหกรรมน้ำยางขึ้น อุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐาน เอส ที อาร์ 20 ซึ่งมี

วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบ ลดต้นทุนการผลิตโดยการลดของเสียและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ กรมควบคุมมลพิษ (2548) ได้จัดทำคู่มือแนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันมลพิษและลดมลพิษอุตสาหกรรมน้ำยางข้นอันเป็นคู่มือภายใต้กิจกรรม “หุ่นส่วน... ฟันฟุทะเลสาบสงขลา” มีวัตถุประสงค์ในการสร้างความรู้ความเข้าใจและตระหนักในการลดมลพิษของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมและส่งเสริมแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการผลิตและช่วยให้กิจการของผู้ประกอบการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนในท้องถิ่นที่ตั้งโรงงาน

นอกจากนี้ สำนักงานเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) ได้ริเริ่มจัดทำโครงการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่นอกเหนือจากโรงงานควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จัดทำคู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทยาง ซึ่งรวบรวมข้อมูลทั่วไปของอุตสาหกรรม กระบวนการผลิต ลักษณะการใช้พลังงาน การรวบรวมข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการอนุรักษ์พลังงานและกรณีศึกษาเพื่อให้ผู้ประกอบการนำไปเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติใช้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้แก่ผู้ประกอบการ ในปี 2550 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้จัดทำโครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ดัชนีการใช้พลังงานของกลุ่มอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์การใช้พลังงานมาตรฐานของอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยางในประเทศไทยเพื่อให้ผู้ประกอบการทราบถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของตนเองและเปรียบเทียบกับผู้อื่นและนำเสนอแนวทางในการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่เป็นรูปธรรม ในปีเดียวกันกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ทำปรับปรุงคู่มือการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษโดยใช้หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด อุตสาหกรรมรายสาขายางพารา เพื่อให้ข้อมูลมีความทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพการณ์ สำหรับให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางพาราสามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้จริง โดยในขอบเขตการศึกษาสำหรับโรงงานผลิตน้ำยางข้นทำการศึกษาตามกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนการรับน้ำยางข้นมาที่โรงงาน จนถึงสิ้นสุดกระบวนการบำบัดน้ำเสียอันเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการนำไปใช้ต่อยอดการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ จากการศึกษานี้ได้สรุปเป็นสมุดคู่มือและน้ำที่ดองใช้ในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่การรับน้ำยางสดเข้ามาในโรงงาน จนถึงขั้นตอนการกำจัดน้ำเสียที่เกิดจากขบวนการผลิต ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12
แสดงตัวอย่างสมดุลมวลและน้ำของโรงงานน้ำยางข้น



นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากขบวนการผลิตยางอีกมากมาย เช่น Tekasakul และ Tekasakul (2006) ได้ทำการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตยางธรรมชาติในประเทศไทย พบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับโรงงานผลิตน้ำยางข้น มักเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย ซึ่งก็ได้รับการดูแลอย่างดี ส่วนปัญหาเรื่องกลิ่นที่เกิดจากแอมโมเนียที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยาง ยังไม่ได้รับการแก้ไข

Maulina (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรผลิตภัณฑ์ของการผลิตยางสกีมบลิคจากยางธรรมชาติ ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการเพาะปลูกจนได้เป็นยางสกีมบลิค (cradle-to-grave) ซึ่งผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการผลิตยางสกีมบลิค ผลกระทบที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์มากที่สุดเกิดจากการใช้กรดซัลฟูริก โดยมีมากถึง 75% ผลกระทบจากการใช้ไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในปริมาณที่ใกล้เคียงกันกับกรดซัลฟูริก Nitrogen oxides และ Sulfur oxides เป็นมลพิษหลักที่ก่อให้เกิด acidification/eutrophication

กรกต พรหมโสดา และคณะ(2551) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรผลิตภัณฑ์ของโรงงานไม้ยางพารา แบบ “cradle-to-grave” ตั้งแต่การปลูกจนถึงการแปรรูปไม้ยางพาราในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า ในขั้นตอนการปลูกยางพารา ต่อ 1000 ft³ ของผลิตภัณฑ์ได้มีการปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศในรูปของ CO₂ เท่ากับ 211.60 kg, CH₄ เท่ากับ 19.05 kg, N₂O จากเชื้อเพลิง เท่ากับ 6.92 kg และ N₂O จากปุ๋ย เท่ากับ 4.11 kg ปล่อยมลพิษลงสู่ดินในรูป PO₄³⁻ เท่ากับ 11.84 kg, ยาฆ่าแมลง Paraquat เท่ากับ 26.41 kg และ Glyphosate เท่ากับ 1 kg

โสภารัตน์ จารุสมบัติ (2551) ได้ทำศึกษานโยบายและการจัดการสิ่งแวดล้อมของไทย พบว่าปัญหาในการจัดการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยมีด้วยกัน 4 ปัญหา คือ (1) ปัญหาโครงสร้างการจัดการของภาครัฐ ที่มีกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติเป็นผู้รับผิดชอบ แต่การบังคับใช้กฎหมายยังกระจายอยู่หลายหน่วยงานทั้งระดับประเทศและท้องถิ่น จะแก้ปัญหาเฉพาะจุดที่ตนเองต้องรับผิดชอบตามกฎหมาย ไม่มีหน่วยงานที่ชัดเจนที่มองและแก้ปัญหาอย่างเป็นองค์รวมและมีเอกภาพ (2) ปัญหาการตื่นตัวและการรับรู้ของประชาชน พบว่าไม่สามารถปลูกจิตสำนึกการมีส่วนร่วมของประชาชนไปสู่ระดับรากหญ้า (3) ปัญหาในกระบวนการการมีส่วนร่วมของประชาชน พบว่าประชาชนรับรู้และเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจหรือตรวจสอบโครงการที่อาจสร้างผลกระทบต่อชุมชนน้อย (4) ปัญหาการจัดการที่เกี่ยวกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรง ยังขาดหลักการ “ผู้สร้างมลพิษเป็นผู้จ่าย” ทำให้เกิดสภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเกินความจำเป็น

จะเห็นว่าการแก้ไขปัญหามลพิษของอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นอย่างยั่งยืน ที่สามารถควบคู่ไปกับการประกอบธุรกิจในสภาพปัจจุบัน ต้องอาศัยความรู้และการบริหารงานแบบองค์รวมของหลายสาขาวิชาความรู้เข้ามาช่วยในการจัดการ

จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงเป็นที่มาของงานวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวชี้วัดในการช่วยพิจารณาในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้นให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้อย่างยั่งยืน โดยใช้เครื่องมือการประเมินวัฏจักรผลิตภัณฑ์ ร่วมกับเครื่องมืออื่นๆ