



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น
สำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง
ด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

โดย ชีระวิทย์ รัตนพันธ์ และคณะ
มิถุนายน 2555

สัญญาเลขที่ RDG5450070

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์
ถู่มืออย่างด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ชีระวิทย์ รัตนพันธ์	สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล
ธันวดี สุขสาโรจน์	คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วีระวัฒน์ อุ่นเสนาหา	คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปาจรีย์ เอียดแก้ว	คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พางทิพย์ ทองศรี	คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชุดโครงการวิจัยแห่งชาติ : ยางพารา

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความคิดเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปย่อรายงานสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง
ด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

(ภาษาอังกฤษ) Enhancement of Concentrated Latex Production Process for
Rubber Glove Product by Eco-Efficiency

ชื่อหัวหน้าโครงการหน่วยงานสังกัดที่อยู่

ชื่อสกุล อาจารย์ ดร.ชีระวิทย์ รัตนพันธ์

หน่วยงาน สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล

ที่อยู่ 25/25 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

โทรศัพท์ 02-441-9040-3 ต่อ 62 โทรสาร 02-441-9044

E-mail address: cheerawit.rat@mahidol.ac.th, cheerawit@hotmail.com

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.ธวัช สุขสาโรจน์

นักศึกษา วีระวัฒน์ อุณแสนหา ปาจารย์ เอียดแก้ว และ ฟางทิพย์ ทองศรี

ระยะเวลาดำเนินการ 9 เดือน + ขอยายเวลา 2 เดือน

ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2554 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2555

ปัญหาที่ทําวิจัยและความสำคัญ

เนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยจึงทำให้อุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอุตสาหกรรมถุงมือยางพาราที่ใช้น้ำยางชั้นเป็นวัตถุดิบนั้น โดยจากการศึกษาของ อรัญ ทัฬหะภักตติกุล และ คณะ (2547) และ Sullivan et al. (2001) พบว่า กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเป็นอุตสาหกรรมที่มีก่อปัญหามลพิษสูงจากทั้งปัญหาน้ำเสียและปัญหามลพิษทางอากาศ แต่แนวทางในการลดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของหน่วยงานภาครัฐได้เสนอแนวปฏิบัติที่ไม่ได้สะท้อนแนวทางแท้จริงในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้หลักการของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง โดยจะศึกษามูลค่าทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นกับภาระด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง จากนั้นจึงพัฒนาแนวทางต้นแบบในการนำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตรการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแนวทางในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ผลการดำเนินงาน

จากการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางโดยเทียบเคียงตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ WBCSD และ ผลจากการวิเคราะห์ material flow analysis จากข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมกับสำรวจกระบวนการผลิตจริงในโรงงานน้ำยางชั้นและโรงงานผลิตถุงมือยางในจังหวัดสงขลา จึงได้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง คือ ตัวชี้วัดด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าผลิตภัณฑ์ ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการใช้สารเคมี ปริมาณการใช้พลังงาน ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณของเสียทั้งหมด และ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ตัวชี้วัดดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ ของ Asia Pacific Business Innovation and Technology Management Society จำนวน 2 ท่าน

หลังจากได้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเรียบร้อยแล้ว จึงพัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง โดยอาศัยหลักการของแบบสอบถามมาตรฐานที่พัฒนาขึ้นโดย National Round Table (NRTEE, 2000) และการปรึกษาร่วมกับตัวแทนของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อทำความเข้าใจร่วมกันในตัวแบบสอบถาม ซึ่งแบบสอบถามชุดดังกล่าวนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมในคนสายสังคม ของมหาวิทยาลัยมหิดล ตาม COA No.2012/190.2505 เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากใช้แบบสอบถามดังกล่าวนี้ด้วยโดยแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลนั้นเป็น 2 ชุด คือ แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานน้ำยางชั้นและแบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานถุงมือยาง

จากนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามที่ได้พัฒนาขึ้นในโรงงานผลิตน้ำยางชั้นและโรงงานถุงมือยางพารา จำนวน 2 โรงงาน โดยทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552- 2554 เพื่อนำมาประเมินค่าและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ รวมไปถึงการพัฒนาแนวทางในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางซึ่งมีผลของการศึกษาดังต่อไปนี้ คือ

1. กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและวัตถุดิบในการผลิต ตามลำดับ อีกทั้งกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นแสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในทุกตัวชี้วัดในระดับ Fully-Eco-Efficiency

2. กระบวนการผลิตถุงมือยางพารามีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน ตามลำดับ อีกทั้งกระบวนการผลิตถุงมือยางพาราแสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำของกระบวนการผลิตถุงมือยางนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency นอกจากนี้ในส่วน of วัตถุดิบ พลังงาน สารเคมี และ ปริมาณของเสียของกระบวนการผลิตถุงมือยางนั้นในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 อยู่ระดับ Haft-Eco-Efficiency

3. กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน ตามลำดับ อีกทั้งกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราแสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency นอกจากนี้ในส่วน of วัตถุดิบ พลังงาน สารเคมี และ ปริมาณของเสียในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 อยู่ระดับ Haft-Eco-Efficiency

4. แนวทางต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางที่พัฒนาได้ คือ การพิจารณาค่าตัวประกอบโหลดในการผลิตแต่ละเดือนและการเพิ่มมาตรการในการประหยัดพลังงานในสำนักงาน สำหรับกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น และการติดฉนวนกันความร้อนในสายการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา

สรุปผลการศึกษา

แนวทางต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง คือ การพิจารณาค่าตัวประกอบโหลดในการผลิตแต่ละเดือนและการเพิ่มมาตรการในการประหยัดพลังงานในสำนักงาน สำหรับกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและการติดฉนวนกันความร้อนในสายการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา

ข้อเสนอแนะ

ควรประยุกต์ใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาดและ Benchmarking มาร่วมพัฒนาแนวทางในการเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเพื่อให้แนวทางที่ได้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้อุตสาหกรรมอย่างแท้จริง

ผลงานทางวิชาการที่เกิดขึ้น

Rattanapan C, TS Thunwadee , W Ounsaneha. 2012. Development of Eco-efficiency Indicators for Rubber Glove Product by Material Flow Analysis. *Procedia Soc Behav Sci*, 40, 99 – 106.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแนวทางในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่าง ปี พ.ศ. 2552 – 2554 ของโรงงานน้ำยางชั้นและโรงงานถุงมือยางพารา จำนวนอย่างละ 2 โรงงาน เพื่อนำประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยการเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามตัวชี้วัด ได้แก่ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการใช้สารเคมี ปริมาณการใช้พลังงาน ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณของเสีย และ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก และจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟ Snapshot โดยผลจากการศึกษา พบว่า (1) กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสีย และ วัตถุดิบในการผลิต ตามลำดับ และมีแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในทุกตัวชี้วัดในระดับ Fully-Eco-Efficiency (2) กระบวนการผลิตถุงมือยางพารามีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสียและการใช้พลังงาน ตามลำดับ โดยแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตถุงมือยางพารานั้นอยู่ในระดับ Fully-Eco-Efficiency คือ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำและอยู่ในระดับ Haft-Eco-Efficiency คือ ปริมาณวัตถุดิบ ปริมาณพลังงาน ปริมาณสารเคมี และ ปริมาณของเสีย นั้นอยู่ระดับ และ (3) กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสียและการใช้พลังงาน ตามลำดับ อีกทั้งกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราแสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในระดับ Fully-Eco-Efficiency คือ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำ และในระดับ Haft-Eco-Efficiency คือ ปริมาณวัตถุดิบ ปริมาณพลังงาน ปริมาณสารเคมี และ ปริมาณของเสีย จากนั้นจึงพัฒนาแนวทางต้นแบบในการศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศร่วมกับโรงงานกรณีศึกษา พบว่า แนวทางต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น คือ การพิจารณาค่าตัวประกอบโหลดในการผลิตแต่ละเดือนและการเพิ่มมาตรการในการประหยัดพลังงานในสำนักงานและแนวทางต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตถุงมือยาง คือ การติดฉนวนกันความร้อนในสายการผลิต

Abstract

The objective of this research was to develop the enhancement of concentrated latex production process for rubber glove product by Eco-Efficiency. Two concentrated latex and two rubber glove industries were collected the data in 2009-2011 for assessing eco-efficiency by comparing between product values and environmental impact indicators including material consumption, chemical consumption, energy consumption, water consumption, waste generation, greenhouse gas emission. Then, the trend of eco-efficiency for concentrated latex production process for rubber glove product was analyzed by Snapshot graph. The results showed that (1) the highest and lowest of eco-efficiency values for concentrated latex process were material consumption and waste generation, respectively and the trends of eco-efficiency for concentrated latex process in all indicators were located in Fully-Eco-Efficiency. (2) The highest and lowest of eco-efficiency values for rubber glove processes were material consumption and energy consumption, respectively and the Fully-Eco-Efficiency trends of eco-efficiency for rubber glove process were greenhouse gas emission and water consumption. In addition, trends of eco-efficiency for rubber glove process in material consumption, energy consumption, chemical consumption and waste generation were located in Half-Eco-Efficiency. (3) The highest and lowest of eco-efficiency values of concentrated latex process for rubber glove products were waste generation and energy consumption, respectively and the Fully-Eco-Efficiency trends of eco-efficiency of concentrated latex process for rubber glove products were greenhouse gas emission and water consumption. Besides, trends of eco-efficiency of concentrated latex process for rubber glove products in material consumption, energy consumption, chemical consumption and waste generation were located in Half-Eco-Efficiency. Therefore, the master approaches of the enhancement of concentrated latex production process for rubber glove product by eco-Efficiency was developed with the four case study industries were the load factor use of each month for electricity and increasing measurement of reduction energy efficiency in the office for concentrated latex process and the installation on the production line for latex glove process.

2.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยส่งออกยางพาราประมาณ 2.73 ล้านตัน สามารถทำรายได้จากการส่งออกประมาณ 7 หมื่นล้านบาทจากการสำรวจของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทย (2554) พบว่า ผลิตภัณฑ์ยางมียางที่ใช้กันอย่างขึ้นเป็นวัตถุดิบมีแนวโน้มการเติบโตที่สูงขึ้น ซึ่งประเทศไทยมีโอกาสขยายตัวและเติบโตในตลาดโลกได้ในอนาคต ถ้าหากภาครัฐให้การสนับสนุนทั้งแหล่งเงินทุน ส่งเสริมการวิจัยที่เกี่ยวกับยางพาราในสถาบันต่าง ๆ ให้มากกว่าปัจจุบัน ตลอดจนส่งเสริมการส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์ยางมากกว่าส่งออกเป็นวัตถุดิบโดยตรง ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ยางมียางที่ใช้กันอย่างขึ้นเป็นวัตถุดิบที่มีมูลค่าการส่งออกเฉลี่ยปีละ 26,114.64 ล้านบาท

จากการศึกษาซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ตามสัญญาเลขที่ RDGG3/19/2542 ของ อร์ญ หัญพงษ์กิตติกุล และ คณะ (2547) พบว่า โรงงานน้ำยางขึ้นเป็นโรงงานที่มีปัญหามลพิษสูงจากทั้งปัญหาน้ำเสียซึ่งมีปริมาณมากกว่า 22 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีค่าความสกปรกในรูปของ BOD₅ สูงกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้จากการศึกษาของ Sullivan et al. (2001) พบว่า กระบวนการผลิตยางด้วยน้ำยางขึ้นนั้นจะมีการผสมสารเติมแต่งต่าง ๆ เช่นกำมะถันสารประกอบกำมะถัน สารป้องกันยางเสื่อมพลาสติกไซเซอร์เป็นต้นเพื่อนำไปขึ้นรูปในแม่พิมพ์ภายใต้ความร้อนและความดันเพื่อทำให้เกิดพันธะเคมีเชื่อมระหว่างโมเลกุลของยางที่เรียกว่า “กระบวนการวัลคาไนเซชัน” (vulcanization) ซึ่งสารเติมแต่งบางชนิดจัดว่าเป็นสารก่อกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองบางชนิดอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งกระเพาะปัสสาวะในคนงานที่สัมผัสเป็นระยะเวลานานและอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้แต่แนวทางในการลดมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของโรงงานที่หน่วยงานทางภาครัฐได้เสนอให้ทางโรงงานปฏิบัติกันยังขาดการบูรณาการอย่างชัดเจน ซึ่งเน้นแนวทางด้านสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่แท้จริงแล้วการพัฒนาแนวทางในลดมลพิษควรเน้นการความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ด้วย ดังนั้นแนวทางการลดมลพิษของโรงงานที่ถูกเสนอจากหน่วยงานภาครัฐจึงไม่ได้สะท้อนแนวทางแท้จริงในการจัดการปัญหาของโรงงานที่เกิดขึ้นได้

ทั้งนี้แนวทางและทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้นได้รับการตอบรับอย่างดีในช่วงเวลาที่ผ่านมา โดยเป็นการพัฒนาที่อาศัยองค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือการสร้างสมดุลระหว่างความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและการปกป้องรักษาระบบนิเวศไปพร้อมๆ กันซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งโดยยึดหลักการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรและลดการปล่อยมลพิษซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม หลักการสร้างสมดุลดังกล่าวข้างต้นได้ถูกประยุกต์เป็นหลักการเชิงทฤษฎีที่เรียกว่า ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-efficiency) (กิตติกร จามรดุสิตและคณะ, 2551) ซึ่งประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นเป็นเครื่องมือทางการจัดการที่นำไปประยุกต์ใช้กับภาคอุตสาหกรรมแล้วสามารถช่วยให้อุตสาหกรรมเกิดผลกำไรเพิ่มขึ้นจากการลดการใช้ทรัพยากรหรือวัตถุดิบตั้งต้นและพลังงานรวมถึงลดการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมให้น้อยลงโดยนำไปสู่การเพิ่มสูงขึ้นของคุณภาพชีวิตหลังจากที่สังคมมีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ในขณะเดียวกันจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง (WBCSD, 2000)

อีกทั้งสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2551) ได้ศึกษาโครงการ “การเสริมศักยภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมยางไทยด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ตามสัญญาเลขที่ RDG4930030 ได้พัฒนาตัวชี้วัดเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพื่อใช้เครื่องมือวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานควบคู่กับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีของผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำตัวชี้วัดดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานและต่อยอดการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ยางมียางได้เนื่องจากกระบวนการผลิตบางส่วนมีความเกี่ยวข้องกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้หลักการของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการเสริมศักยภาพ การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง โดยจะศึกษามูลค่าทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นกับ ภาระด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางทำให้ได้ข้อมูลสถานะและแนวโน้มเชิง นิเวศเศรษฐกิจของการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง จากนั้นจึงพัฒนาแนวทางในการเสริมศักยภาพ กระบวนการผลิตด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ซึ่งแนวทางต้นแบบดังกล่าวจะนำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตรการพัฒนาการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับ ผลิตภัณฑ์ถุงมือยางอย่างยั่งยืนต่อไป

2.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลการใช้ทรัพยากรและการเกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตน้ำยาง ชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง
2. เพื่อพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับ ผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง
3. เพื่อทราบถึงสถานะและแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น สำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง
4. เพื่อพัฒนาแนวทางในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

2.3 ทฤษฎีแนวคิดในการวิจัยและผลงานที่เกี่ยวข้อง

1. ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจและการประยุกต์ใช้

คำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมาจากการรวมกันของคำ 2 คำได้แก่คำว่า Eco หมายความว่าได้ถึง ระบบนิเวศ: Ecology และเศรษฐกิจ: Economy กับคำว่า Efficiency ซึ่งแปลตามภาษาไทยว่าประสิทธิภาพ นิยามของคำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจซึ่งบัญญัติโดย WBCSD หมายความว่า “การนำมาซึ่งการแข่งขัน กันในศักยภาพด้านการผลิตและการบริการโดยมีจุดประสงค์ที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์และนำมา ซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นในขณะที่การแข่งขันดังกล่าวมีความจำเป็นที่จะต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อระบบ นิเวศและทรัพยากรธรรมชาติให้อยู่ในระดับที่อย่างน้อยต้องสอดคล้องกับความสามารถของโลกใบนี้ที่จะรองรับ ผลกระทบที่เกิดจากการแข่งขันดังกล่าวได้” (WBCSD, 2000)

การพัฒนาอย่างยั่งยืนของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมอาจหมายถึงความพยายามสร้างสมดุลในทาง เศรษฐกิจที่สามารถทำให้เกิดการแข่งขันได้อย่างเสรีในตลาดโลกควบคู่ไปกับการคุ้มครองสภาพแวดล้อมโดยไม่ สร้างภาระให้กับโลกอันจะนำสู่การมีชีวิตที่ดีของมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคตแนวทางการพัฒนาที่มีการบูร ณาการให้เกิดองค์รวมระหว่างมิติทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมปัจจุบันได้ถูกนำเสนอผ่านแนวคิดอย่างเป็น รูปธรรมที่เรียกว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจหรือ ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจนิเวศ (Eco-Efficiency) โดย ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเป็นทั้งแนวทางการจัดการสำหรับภาคธุรกิจอุตสาหกรรมที่มีการผสมผสาน มุมมองในมิติด้านเศรษฐกิจควบคู่ไปกับมิติด้านสิ่งแวดล้อมและดัชนีชี้วัดที่ใช้ตรวจสอบลักษณะความมี ประสิทธิภาพของธุรกิจอุตสาหกรรมในมิติด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมโดยสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการ ประเมินไปใช้เปรียบเทียบกับสถานภาพของธุรกิจหรือองค์กรของตนเองสามารถนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดที่แสดงแนวโน้ม

และกำหนดทิศทางการดำเนินงานของธุรกิจอุตสาหกรรมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสามารถนำสู่การพัฒนาอย่างมีคุณภาพได้

การนำเอาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดเพื่อรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมปัจจุบันเริ่มได้ความเป็นสากลทั่วโลกเพิ่มมากขึ้นเนื่องด้วยเพราะสามารถรายงานผลการดำเนินงานที่ผ่านแนวโน้มและทิศทางการดำเนินงานในอนาคตขององค์กรธุรกิจนั้นๆ ในมิติเชิงเศรษฐกิจควบคู่ไปกับมิติด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งถ้าหากมีการเพิ่มการประเมินในมิติด้านสังคมเข้าไว้ร่วมกับผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจก็จะทำให้รายงานผลการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจนั้นมีความครอบคลุมมิติด้านต่างๆของภาวะยั่งยืนการรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจที่นำเอาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดมีความแตกต่างจากการรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจในอดีตที่ผ่านมาที่สามารถรายงานและคาดการณ์แนวโน้มมิติด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมแยกกันเพียงด้านเดียวเท่านั้นการนำเอาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไปใช้เป็นดัชนีชี้วัดสำหรับการรายงานผลการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจจึงถือเป็นการรายงานผลการดำเนินงานที่มีการบูรณาการองค์ประกอบด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเข้าไว้ด้วยกัน(กิตติกร จามรดุสิต และคณะ, 2551)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจกับองค์กรต่าง ๆ ในรอบปี 2010-2011 ทำให้พบถึงแนวโน้มและรูปแบบต่างที่สะท้อนถึงการนำไปใช้ได้อย่างชัดเจน โดยสามารถแบ่งรายละเอียดได้เป็น 3 ด้านดังนี้

1. ประเภทของธุรกิจ

จากเอกสารงานวิจัยชี้ให้เห็นถึงการนำไปประยุกต์กับองค์กรต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง โดยในช่วงเริ่มแรกประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเน้นกับใช้กับองค์กรในเชิงอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนี้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจยังสามารถนำไปใช้ในองค์กรอื่น ๆ ได้ ทั้งในการประเมินของกลุ่มของอุตสาหกรรมในระดับนิคมอุตสาหกรรม (Charmondusit et al, 2010) อุตสาหกรรมในกลุ่มยุโรป (Wursthornt et al, 2011) และ ใน Flemish (Caneghem et al, 2010) ได้อีกด้วย นอกจากนี้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจยังสามารถนำไปใช้ในการประเมินในระดับที่ดำเนินงานโดยชุมชน อาทิ วิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กและขนาดกลาง (Caneghem et al, 2010) ซึ่งเป็นการดำเนินงานขนาดเล็กนั้นต้องใช้การจัดการ เทคโนโลยีและกระบวนการในการผลิตไม่สูงมากนัก หรือแม้แต่อุตสาหกรรมที่มีขนาดกำลังการผลิตสูงที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูง อย่างเช่น กลุ่มอุตสาหกรรมถ่านหินในประเทศจีน (Yi, 2010) อุตสาหกรรมเหล็ก (Caneghem et al, 2010) ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ที่มีความซับซ้อนสูงทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เน้นกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจดำเนินงานแล้วทำให้เกิดความยั่งยืน ดังนั้นจึงประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการชี้ให้เห็นความสมดุลระหว่างเศรษฐศาสตร์และความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น รถพลังงานไฮโดรเจน (Lee et al, 2010) การรีไซเคิลเหล็กและพลาสติก (Frischknecht, 2010) และการใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการก่อสร้าง (Bribián et al, 2010) เป็นต้น ท้ายสุดการสะท้อนภาพถึงความเชื่อมโยงระหว่างประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น คือ การใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการวางแผนทางในการพัฒนาเมือง ซึ่งเป็นการวางแผนสมดุลระหว่างสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจอย่างแท้จริง (Li et al, 2010)

2. วิธีการศึกษา

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาตัวชี้วัดซึ่งถือได้ว่าเป็นประเด็นที่สำคัญในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับบริบทขององค์กรอย่างแท้จริง ในการพัฒนาตัวชี้วัดในการประเมินจึงมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนตามสภาพปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งในปัจจุบันประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้นได้มีความหลากหลายและทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ อาทิ ปัญหาโลกร้อนซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาระดับนานาชาติที่มีผลกระทบต่อมนุษยชาติอย่างกว้างขวาง จึงทำให้ประเด็นปัญหาโลกร้อนจึงได้ถูกยกขึ้นมาเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญในการประเมินผลทางด้านสิ่งแวดล้อมของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในหลาย ๆ การศึกษา (Thant et al, 2010; Caneghem et al, 2010) อีกทั้งในการพัฒนาตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมนั้นต้องสอดคล้องกับบริบทของปัญหาทางสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง เช่น การเกิด eutrophication ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดจากการปล่อยน้ำเสียที่มีสารอาหารจำพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง ดังนั้นอุตสาหกรรมประเภทดังกล่าวนี้ จึงต้องให้ปัญหาดังกล่าวเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการประเมิน (Caneghem et al, 2010) นอกจากนี้วิธีการที่นำมาเป็นตัวช่วยในการพัฒนาตัวชี้วัดนั้นก็มีความหลากหลายตามไปด้วย เนื่องจากในปัจจุบันมีหลักการต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยให้เกิดความครอบคลุมประเด็นปัญหามากที่สุด เช่น life-cycle impact assessment (Wursthornt et al, 2011) life cycle assessment (LCA) (Bribian et al, 2010) life cycle costing (LCC) (Lee et al, 2010) ecological footprint (Li et al, 2010) sustainable concept (Frischknecht, 2010) และ benchmark (Damineli et al, 2010) เป็นต้น นอกจากนี้แล้วในการพัฒนาตัวชี้วัดโดยทั่วไปจะเป็นการพัฒนาตัวชี้วัดเพียงแค่ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์และทางสิ่งแวดล้อม แต่จากการศึกษาในปัจจุบัน การประเมินด้วยตัวชี้วัดดังกล่าวไม่ได้สะท้อนการพัฒนาย่างยั่งยืนอย่างแท้จริง ดังนั้นการเพิ่มตัวชี้วัดทางสังคมจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสะท้อนการพัฒนาย่างแท้จริงที่ครบทั้งสามมิติ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (Schaffel et al, 2010) ซึ่งเป็นประเด็นที่นำไปสู่การพัฒนาย่างยั่งยืน

3. ผลการศึกษา

ผลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นถึงผลจากการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นไม่เพียงแสดงเพียงแนวโน้มขององค์กรเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถนำแนวโน้มที่ได้ไปพัฒนารูปแบบในการพัฒนาองค์กรหรือหน่วยงานนั้นได้อีก โดยสะท้อนให้เห็นถึงประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน อาทิ ข้อจำกัดของข้อมูลด้านการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งทำให้เป็นนโยบายที่ให้หน่วยงานต้องเพิ่มระบบในการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวเพื่อเป็นประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจอย่างแท้จริง (Wursthornt et al, 2011) หรือแม้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษที่พบว่า อุตสาหกรรมนั้นเกิดการสูญเสียวัตถุดิบพลังงานและน้ำในกระบวนการผลิต จึงทำให้ทางอุตสาหกรรมต้องเน้นกระบวนการเทคโนโลยีสะอาดเพื่อมาจัดการกับปัญหาดังกล่าว (Thant et al, 2010) รวมถึงหากดำเนินการด้วยเทคโนโลยีสะอาดแล้วนั้น เช่น ในวิสาหกิจชุมชนทั้งขนาดเล็กและขนาดกลางในประเทศหนึ่งแต่ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจยังเป็นพบประเด็นที่ช่วยเสริมศักยภาพในการดำเนินงานด้วยการลดต้นทุนและเพิ่มภาพลักษณ์ด้วยการรีไซเคิลและการนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่ (Fernandez-Vin et al, 2010) นอกจากนี้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจยังสามารถสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและอัตราการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจของอุตสาหกรรม ใน Flemish (Caneghem et al, 2010) ได้อีกด้วย ทั้งนี้ในการใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในบางกรณีนั้นสามารถแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนได้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ (Wang et al, 2010) และ การรีไซเคิลเหล็กและพลาสติก (Frischknecht et al, 2010) จากข้อดีทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศไปใช้ประเมินองค์กรต่าง ๆ

แต่ในปัจจุบันนั้นได้มีการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศในการตัดสินใจในระดับนโยบายโดย Schaffel et al (2010) ประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศระหว่างการผลิตเอทานอลจากอ้อยกับการผลิตไบโอดีเซล พบว่า รัฐบาลควรส่งเสริมการผลิตไบโอดีเซลเนื่องจากมีผลกระทบทางสังคมที่น้อยกว่า หรือแม้แต่วัสดุขบ่ง Lee et al (2010) พบว่า การขนส่งด้วยก๊าซไฮโดรเจนมีประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงกว่าการใช้น้ำมัน รวมไปถึงการคัดเลือกต้นแบบในการดำเนินงานด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดย Li et al (2010) พบว่า Shanghai และ Beijing มีการพัฒนาเชิงนิเวศเศรษฐกิจมากกว่า Nanjing ดังนั้น ผู้กำหนดนโยบายของ Nanjing ควรกำหนดแนวทางในการพัฒนาเมืองตาม Shanghai และ Beijing นอกจากนั้นยังสามารถใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจประเมินระบบบริหารจัดการของกลุ่มอุตสาหกรรม (Nozomu et al, 2010) การเลือกใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต (Bribian et al, 2010) และ อุปกรณ์ในการผลิต (Damineli et al, 2010) ได้อีกด้วย

2.4 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

1. การทบทวนข้อมูลและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1.1 ทบทวนข้อมูลวิทยุภูมิจากเอกสารอ้างอิงและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

1.2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาตัวชี้วัดและการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในรูปแบบต่าง ๆ

1.3 ทวนสอบข้อสรุปที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับผลการสำรวจเบื้องต้นในโรงงานน้ำยางชั้นและถุงมือยางอย่างละหนึ่งแห่งในจังหวัดสงขลาถึงกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นและถุงมือยาง จากการสัมภาษณ์และสังเกตพนักงานในโรงงานน้ำยางชั้นและถุงมือยางเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดเป็นตัวชี้วัดของการศึกษาในส่วนถัดไป

2. การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางนั้นได้ดัดแปลงมาจากคู่มือในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000) ซึ่งขั้นตอนในการพัฒนาตัวชี้วัดของการศึกษานี้มีดังต่อไปนี้

2.1 พิจารณาและคัดเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากตัวชี้วัดทั่วไปของ WBCSD ทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและด้านเศรษฐกิจโดยเน้นถึงครอบคลุมในการนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

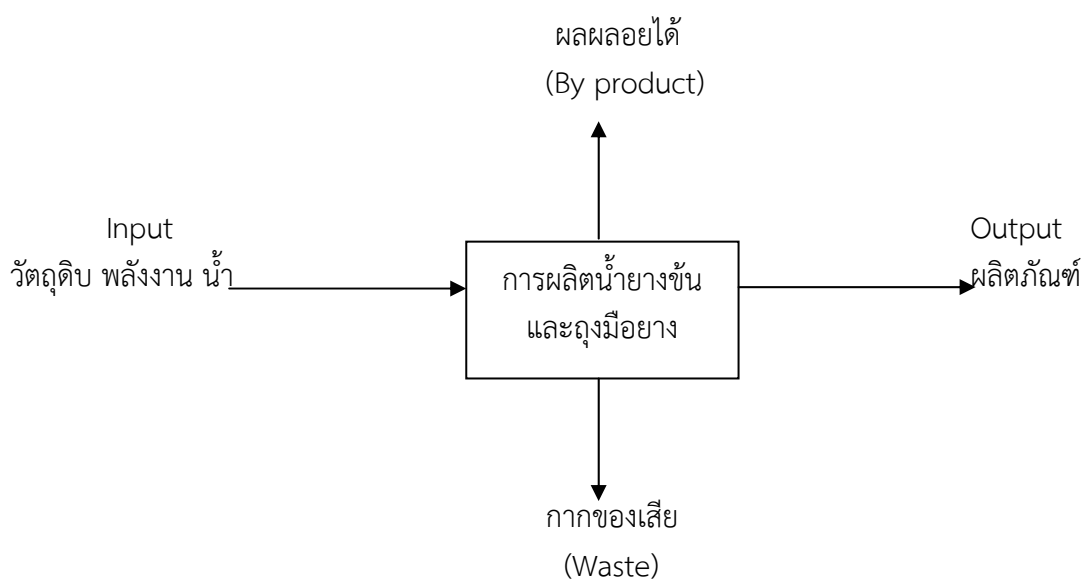
2.2 พัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพิ่มเติมในด้านสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง โดยการนำข้อมูลข้อมูลพื้นฐานจากกระบวนการผลิตของทั้งสองอุตสาหกรรมมาสร้างเป็นแผนภาพการไหลซึ่งอาศัยหลักการ material flow analysis ของกระบวนการผลิต รวมไปถึงผลพลอยได้จากการผลิต (ดังแสดงในรูปที่ 1) จากนั้นจึงคัดเลือกเฉพาะผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญต่อกระบวนการผลิตนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.3 ทวนสอบความเชื่อมั่นของตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อย 2 ท่านเพื่อให้ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไขให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้ให้มีความถูกต้อง

ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ในการประเมินได้จริง โดยในการทวนสอบตัวชี้วัดในครั้งนี้ได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญจาก Asia Pacific Business Innovation and Technology Management Society จำนวน 2 ท่านเป็นผู้ตรวจสอบบทความวิจัยในส่วนของตัวชี้วัดเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

3. การพัฒนาแบบสอบถามของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

พัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดที่ได้ผ่านการทวนสอบข้างต้นแล้วนั้น โดยดัดแปลงจากเค้าโครงของแบบรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้พัฒนาขึ้นโดย National Round Table (NRTEE, 2000) ประเทศแคนาดาซึ่งจะเพิ่มเติมข้อมูลตามตัวชี้วัดที่ได้จากการดำเนินในข้างต้น ทั้งนี้แบบสอบถามที่พัฒนาอย่างสมบูรณ์แล้วต้องมีการทวนสอบกับผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ท่านเพื่อให้แบบสอบถามมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยในการตรวจสอบแบบสอบถามนั้นได้ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญของคณะกรรมการจริยธรรมในคนสายสังคมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยมหิดล และได้รับรองถึงการนำไปประยุกต์ใช้โดยไม่เกิดผลกระทบกับคน



รูปที่ 1 แผนภาพหลักการ Material flow analysis
ที่มา: ดัดแปลงจากกิตติกร จามรดุสิต และคณะ, 2551

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิตามแบบสอบถามที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ถึงกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นและถุงมือยางอย่างละ 2 โรงงาน โดยโรงงานน้ำยางชั้นนั้นได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา ส่วนในโรงงานถุงมือยางนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานในจังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดสงขลา ทั้งนี้คณะวิจัยจะเน้นโรงงานที่มีความพร้อมและให้

ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเนื่องจากมีข้อมูลบางส่วนซึ่งเป็นความลับทางการค้า โดยการศึกษานี้จะทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552- 2554 เพื่อนำมาใช้ประเมินสถานะปัจจุบันและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

5. การประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

การประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางได้ดัดแปลงจากวิธีการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000) โดยใช้อัตราส่วนของความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบมูลค่าที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์หรือบริการกับผลรวมของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมจากการใช้ทรัพยากรและการปลดปล่อยมลภาวะจากสิ่งแวดล้อมโดยสมการที่ใช้ในการประเมินแสดงดังสมการที่ 1

$$E = \frac{EV}{\sum E_n} \quad (1)$$

เมื่อ

E	คือ	ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของตัวอย่าง n ที่ทำการประเมิน
EV	คือ	มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง
E _n	คือ	ผลรวมของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม

6. การศึกษาแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

การศึกษาแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางนั้นได้เลือกใช้วิธีการประเมินจากแผนภาพ Snapshot ที่ได้รับการพัฒนาโดยกลุ่ม Anite System ประเทศลักเซมเบิร์ก (System A., 1999) ซึ่งมีขั้นตอนของการศึกษาดังนี้

6.1 คำนวณหาค่าร้อยละความเปลี่ยนแปลง (% Variation) ตามตัวชี้วัดทั้งด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมโดยเปรียบเทียบปีที่ต้องการประเมินกับความเปลี่ยนแปลงของปีที่ใช้อ้างอิง (Base Year) ทั้งนี้ในการศึกษานี้เลือกใช้ปี พ.ศ. 2551 เป็นปีอ้างอิง โดยการคำนวณหาค่าร้อยละความเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดนั้นสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2 ถึง 3 ตามลำดับ

$$\%VE = \frac{(\sum EV_y - \sum EV_b) \times 100}{\sum EV_b} \quad (2)$$

เมื่อ

% VE	คือ	ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ
$\sum EV_y$	คือ	ผลรวมของมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับ

ผลิตภัณฑ์ถุงมือยางในปีที่ต้องการประเมิน
 ΣEV_b คือ ผลรวมของมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางปีอ้างอิง

$$\%VE_n = \frac{(\sum EV_{ny} - \sum EV_{nb}) \times 100}{\sum EV_{nb}} \quad (3)$$

เมื่อ

% VEn คือ ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

ΣEV_{ny} คือ ผลรวมของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางปีที่ต้องการประเมิน

ΣEV_{nb} คือ ผลรวมของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางของปีอ้างอิง

6.2 นำค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงตามตัวชี้วัดทั้งสองที่คำนวณได้ในแต่ละด้านของปีที่ต้องการประเมินมาเปรียบเทียบกับปีอ้างอิงที่ได้จากการคำนวณโดยนำมาพล็อตลงบนกราฟ 2 มิติในระบบแกน XY ที่ประกอบด้วย Quadrant ทั้งหมด 4 Quadrant (ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2) โดยกำหนดรายละเอียดของแต่ละแกน โดยแกน X คือ ผลรวมของค่าร้อยละในการเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม และ แกน Y คือผลรวมของค่าร้อยละในการเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ ซึ่งจุดโคออร์ดิเนชันที่เกิดจากการพล็อตของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดทั้งหมดบน Quadrant ต่าง ๆ บนกราฟ Snapshot นั้นจะสามารถระบุได้ถึงระดับความมีประสิทธิภาพในเชิงนิเวศเศรษฐกิจของตัวอย่าง n ในปีทำการประเมินศึกษาทั้งนี้จากการประเมินด้วยวิธีการดังกล่าวจะสามารถทำให้ทราบถึงลักษณะแนวโน้มที่บ่งบอกถึงทิศทางการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับความมีประสิทธิภาพในเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาได้ (ดัดแปลงจากกิติกร จามรดุสิต, 2551)

7. การพัฒนาแนวทางต้นแบบในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

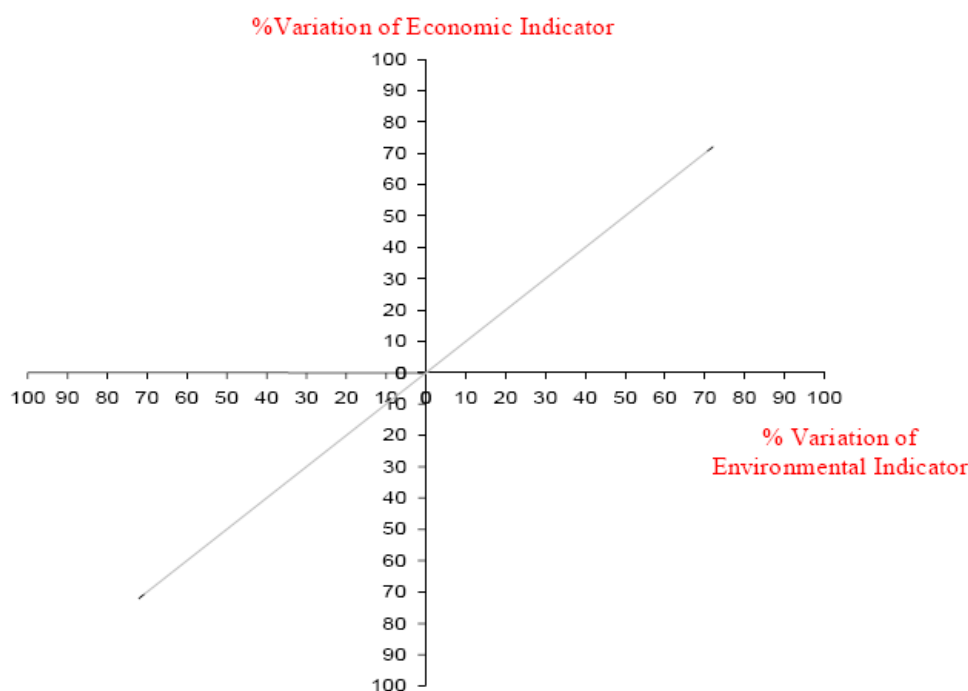
จากผลการประเมินแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางแสดงถึงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาพัฒนาเป็นแนวทางต้นแบบในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางดังต่อไปนี้

7.1 คัดเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ตัวชี้วัด

7.2 พัฒนาแนวทางในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยหลักการป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Pollution Prevention) และลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization)

7.4 เสนอแนวทางในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจกับโรงงานน้ำยางชั้นและถุงมือยางกรณีศึกษาเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการปรับแก้ไขให้มีความถูกต้อง ครบคลุม และสามารถนำไปใช้จริงได้

7.5 ปรับปรุงแนวทางในการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพในการดำเนินงานของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจกับโรงงานอื่น ๆ ต่อไป



รูปที่2กราฟ Snapshot แสดงแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ
ที่มา: กิตติกร จามรดุสิต และคณะ, 2551

2.5 ผลการศึกษาและการอภิปราย

1. กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

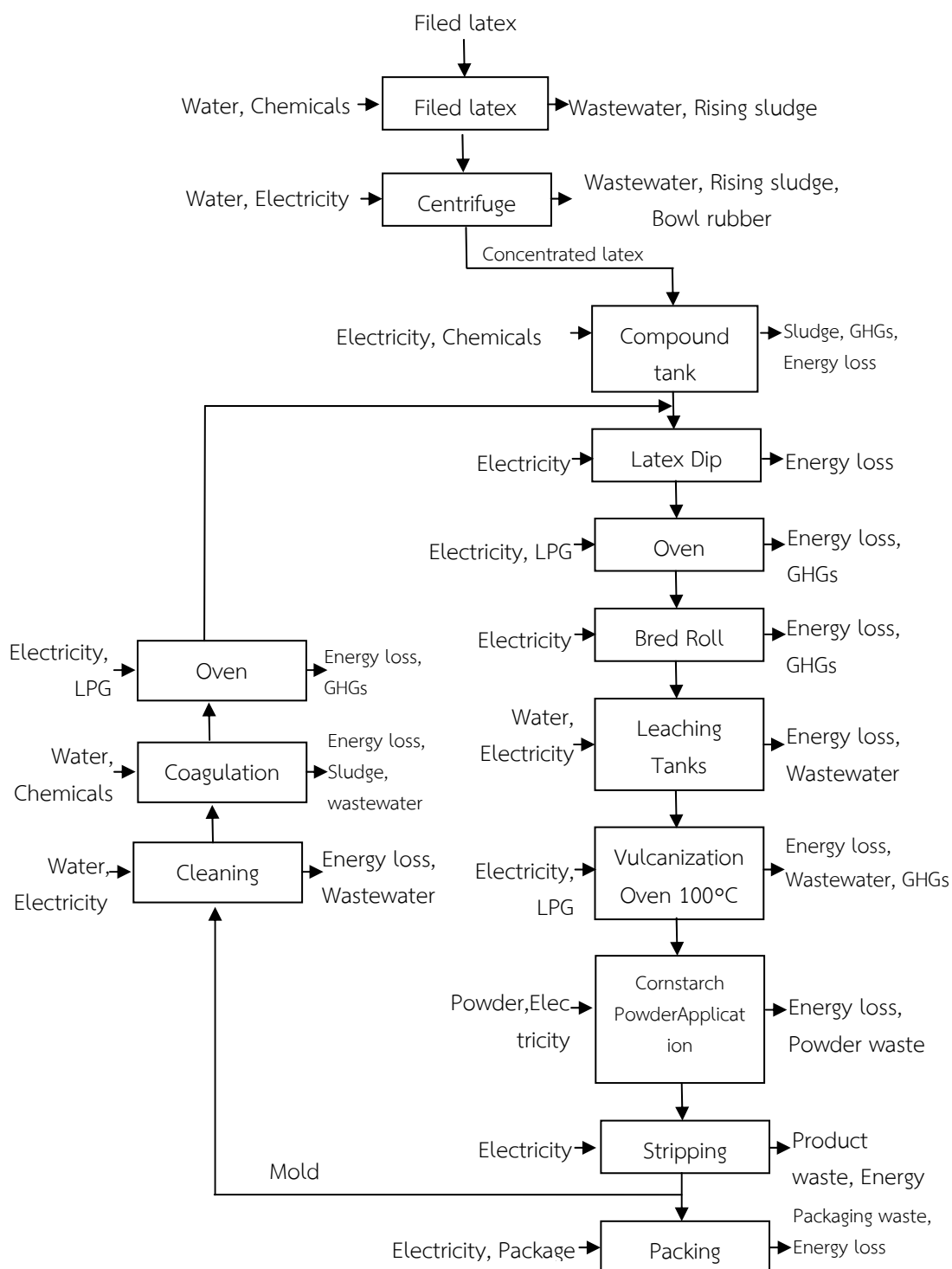
จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้วนำข้อสรุปที่ได้ไปทวนสอบกับกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและกระบวนการผลิตถุงมือยางในโรงงานทั้งสองชนิดในจังหวัดสงขลา แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นแผนภาพโดยใช้กระบวนการของ Material flow analysis นั้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ (Tang and Li, 2010) อีกทั้งจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Zhao et al, 2008; Lauwers, 2009; Zhao and Zhao, 2010) ยังพบว่า Material flow analysis นั้นสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปของการศึกษา โดยผลจากการวิเคราะห์ด้วย Material flow analysis พบว่า กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางนั้น (แสดงดังรูปที่ 3) ประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและกระบวนการผลิตถุงมือยาง โดยเริ่มต้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นด้วยการนำน้ำยางสดที่กรีดยจากสวนยางพาราที่ผ่านการเก็บรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียแล้วที่บรรจุไว้ในถังเก็บนั้นมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content ; DRC) และปริมาณแอมโมเนีย โดยแอมโมเนียที่เติมลงในถังบรรจุนั้นต้องเติม

ประมาณ 0.4 % โดยน้ำหนักซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการ centrifuge แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องมีการเติมสารเคมีอื่น ๆ เพื่อเป็นการลดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดและป้องกันผลที่เกิดขึ้นกับค่า mechanical stability time (MST) ในการตกตะกอนน้ำยางสดทั้งนี้ น้ำยางสดก่อนการ centrifuge นั้นต้องมีองค์ประกอบของแมกนีเซียมในรูปของของแข็งให้น้อยกว่า 50 ppm และมากกว่า 20 ppm ในรูปของแข็ง หลังจากการ centrifuge แล้ว ยิ่งไปกว่านั้น น้ำยางสดต้องมีกาตรวสอบปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile fatty acid; VFA) ซึ่งต้องให้มีย่าน้อยกว่า 0.05 จึงจะสามารถนำไป centrifuge ได้ ทั้งนี้หลังจากผ่านกระบวนการ centrifuge แล้วจะเรียกน้ำยางประเภทนี้ว่า น้ำยางข้น จากนั้นจึงจะเป็นกระบวนการที่สองคือการผลิตถุงมือยางซึ่งจะเริ่มต้นด้วยการนำน้ำยางข้นซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ มาเติมสารเคมีต่าง ๆ ตามสูตรที่ได้กำหนดไว้ลงในน้ำยางข้นซึ่งเรียกน้ำยางข้นที่ผ่านการเติมสารเคมีว่า น้ำยางคอมเพาวด์ จากนั้นจึงทำการจุ่มแบบพิมพ์ลงในน้ำยางคอมเพาวด์ แล้วจึงอบให้ความร้อนเพื่อให้ น้ำยางคอมเพาวด์นั้นจะเปลี่ยนจากของเหลวเป็นของแข็ง จากนั้นนำแบบพิมพ์ที่ผ่านการอบมาการสัมผัสกับแปรงหมุนเพื่อม้วนขอบของถุงมือยางและต่อมาจึงนำแบบพิมพ์ถุงมือยางผ่านอ่างน้ำเย็น อ่างคลอรีน และอ่างเบส ตามลำดับเพื่อเป็นการกำจัดน้ำและสารปนเปื้อนอื่น ๆ ให้กับถุงมือยาง จากนั้นจึงเติมโพลิเมอร์และตัวเร่งแล้วให้ความร้อนเพื่อให้ถุงมือสวมใส่ได้ง่ายและไม่ติดมือ แล้วจึงเติมแป้งข้าวโพดเคลือบผิวด้านนอกซึ่งในปัจจุบันนั้นจะเติมหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าด้วย ต่อมาถุงมือยางจะถูกถอดออกจากแบบพิมพ์แล้วนำไปบรรจุในกล่องก่อนกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามแบบพิมพ์ที่นำมาใช้นั้นต้องนำไปทำความสะอาดเพื่อการจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ ซึ่งแบบพิมพ์นั้นจะถูกจุ่มลงในอิมัลชันเพื่อเป็นการกำจัดแป้งและสารเคมีที่ติดอยู่แล้วนำไปอบให้ความร้อนก่อนนำมาใช้ใหม่

2. ตัวชี้วัดสำหรับการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ตัวชี้วัดที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นจะประกอบด้วย ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจและตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งตัวชี้วัดทั้งสองชนิดนั้นสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ตัวชี้วัดแบบทั่วไป และตัวชี้วัดแบบเฉพาะ โดยการคัดเลือกตัวชี้วัดในการนำมาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นเป็นส่วนที่สำคัญมาก โดยต้องเน้นให้ตัวชี้วัดนั้นเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างหรืออุตสาหกรรมที่ทำการศึกษาคือจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินนั้นมีถูกต้องจนสามารถประกอบการคาดการณ์และการสร้างแผนด้านยุทธศาสตร์การดำเนินงานต่อองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมนั้น ๆ ได้ (กิตติกร จามรดุสิต, 2551)

การศึกษานี้จึงได้พิจารณาเลือกใช้ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจแบบทั่วไป และตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมแบบเจาะจง เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความครอบคลุมกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานตามอุตสาหกรรมอย่างแท้จริงโดยส่วนนี้จะได้รับการวิเคราะห์ Material flow analysis นั้นเอง แต่อย่างไรก็ตามอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลก็คือ ข้อมูลบางส่วนจะเป็นความลับทางการค้า ซึ่งบางโรงงานนั้นไม่สามารถให้ข้อมูลกับทางคณะผู้วิจัยได้ รวมไปถึงระบบการเก็บข้อมูลของทางโรงงานกรณีศึกษาเองด้วยว่ามีความพร้อมในการให้ข้อมูลมากน้อยเพียงใด ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้ใช้การเทียบเคียงจากฐานข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงให้มากที่สุด



รูปที่ 3 Material flow analysis ของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้จึงได้คัดเลือกตัวชี้วัดเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งตัวชี้วัดดังกล่าวได้ผ่านการทวนสอบความเชื่อมั่นจากผู้ทรงคุณวุฒิ Asia Pacific Business Innovation and Technology Management Society จำนวน 2 ท่านเป็นผู้ตรวจสอบบทความวิจัยในการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

ตัวชี้วัด	หน่วย
มูลค่าผลิตภัณฑ์	บาท/ปี
ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ประกอบด้วย - น้ำยางสด - สารเคมี - น้ำยางชั้น	ตัน/ปี
ปริมาณการใช้สารเคมี	ตัน/ปี
ปริมาณการใช้พลังงานรวม ประกอบด้วย - ไฟฟ้า - LPG	กิโลวัตต์-จูล/ปี
ปริมาณการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ปริมาณของเสียทั้งหมด - กากขี้แป้ง - ถูมมือยาง	ตัน/ปี
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	ton Co2-eq /ปี

ทั้งนี้การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการผลิตถุงมือยางพาราจากน้ำยางชั้นนั้นสามารถคำนวณได้จากปริมาณการใช้ทรัพยากร (Activity level) คูณกับตัวคูณมลสาร (Emission factor) ที่ได้จากการการศึกษาของ Jawit et al (2010) และ โปรแกรมพื้นฐาน simple LCA จากจึงทำการประเมินศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate Change Potential) อันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ด้วยหลักการ LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ด้วยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยมลพิษ (Emission factor) ของ IPCC เพื่อผลที่ได้จากการประเมินเชิงปริมาณนั้นมีค่าเทียบเท่าปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกิโลกรัม (kg CO₂ equivalent) โดยอาศัยข้อมูลค่าศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ เทียบกับค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั่นเอง

3. แบบสอบถามเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากได้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงเป็นการพัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษาทั้ง 4 แห่ง โดยอาศัยหลักในการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาของ กิติกร จามรดุสิต (2551) ดังต่อไปนี้

1. แบบสอบถามข้อมูลจำเป็นต้องประกอบด้วยส่วนรายละเอียดโดยทั่วไปของบริษัทที่สอบถามเช่น ชื่อบริษัท ที่อยู่ ชื่อบุคคลผู้ให้ข้อมูล และเบอร์โทรศัพท์ติดต่อกลับ เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และการติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมในภายหลัง

2. แบบสอบถามข้อมูลจะต้องมีความกระชับ เข้าใจง่าย สะดวกต่อเก็บรวบรวม และการกรอกข้อมูล เพราะเนื่องจากผู้ที่ทำหน้าที่ให้ข้อมูลนั้น โดยส่วนใหญ่เป็นวิศวกร และนักธุรกิจที่โดยพฤติกรรมส่วนตัวแล้ว ส่วนใหญ่ต้องการความกระชับ รวดเร็ว และเข้าใจง่าย

3. แบบสอบถามข้อมูลควรมีความครอบคลุมถึงข้อมูลในแต่ละตัวชี้วัดที่ต้องการเก็บรวบรวมตามหัวข้อ ที่ 2 ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาของข้อมูลที่ต้องการรวบรวมย้อนหลังอย่างชัดเจน รวมถึงมีการกำหนดหน่วยของ ข้อมูลตัวชี้วัดที่แน่นอน เพื่อง่ายต่อการประเมิน

4. แบบสอบถามควรมีลักษณะเปิดกว้างให้บุคคลผู้ให้ข้อมูลสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ กำหนดได้

5. ภายหลังจากที่ได้ทดลองออกแบบสอบถามข้อมูลเสร็จแล้ว ควรมีการนำเสนอต่อกลุ่มบุคคลผู้ที่จะทำ หน้าที่ให้ข้อมูลได้ร่วมกันพิจารณา เพื่อนำสู่การแก้ไขให้เหมาะสม

โดยแบบสอบถามเบื้องต้นที่พัฒนาได้นั้น ได้มีการประชุมที่มวิจัยเพื่อพัฒนาแบบสอบถามในการเก็บ รวบรวมข้อมูล โดยอาศัยแบบสอบถามมาตรฐานที่พัฒนาขึ้นโดย National Round Table (NRTEE, 2000) และจากนั้นปรึกษาหารือกับตัวแทนของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อทำความเข้าใจในตัวแบบสอบถาม โดยทั้งนี้ แบบสอบถามชุดดังกล่าวได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมในคนสายสังคม ของมหาวิทยาลัยมหิดล ตาม COA No.2012/190.2505 เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากใช้แบบสอบถามดังกล่าว โดย แบบสอบถามและโครงการวิจัยต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญด้านจริยธรรมในคน ของมหาวิทยาลัยมหิดลเพื่อลดผลกระทบจากการดำเนินการวิจัยในคน จากนั้นจึงได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากประชุมที่มวิจัย ผู้แทนโรงงาน และ คณะกรรมการจริยธรรมในคนสายสังคม มหวิทยาลัยมหิดล จนได้เป็น แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจะแบ่งแบบสอบถามเป็น 2 ชุด คือ แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานน้ำยางข้นและแบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานถลุง มือยาง ซึ่งมีรายละเอียดที่เหมือนกันดังต่อไปนี้

แบบสอบถามข้อมูลประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกระบวนการผลิตถลุง มือยางนั้นจะประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน ประกอบด้วย ชื่อโรงงาน รายละเอียดของผู้ให้ข้อมูล สถานที่ตั้งของโรงงาน ลักษณะที่ตั้งของโรงงาน ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่โรงงานผลิต กำลังการผลิต และ เวลาประกอบกิจการ
2. ข้อมูลของกระบวนการผลิต ประกอบด้วย ปริมาณการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และพลังงาน แยกย่อย ตามหน่วยการผลิต ปริมาณการผลิตของโรงงาน และมูลค่าผลิตภัณฑ์ และ ชนิด ปริมาณ และมูลค่าผลิตภัณฑ์ พลอยได้ (by products)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้น ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานผลิตน้ำยางข้น จำนวน 2 โรงงาน คือ โรงงานผลิตน้ำยางข้นในจังหวัด นครศรีธรรมราชและในจังหวัดสงขลา และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงานผลิตถลุงมือยางพารา จำนวน 2 โรงงาน คือ โรงงานในจังหวัดสงขลาและโรงงานในจังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552- 2554 ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้ใช้หลักในการเลือกโรงงานจากความพร้อมในการให้ข้อมูลเป็นสำคัญ เนื่องจากข้อมูลบางส่วนนั้นเป็นความลับทางธุรกิจจึงทำให้การขอความร่วมมือนั้นเป็นไปได้ยาก อีกทั้งข้อมูล บางส่วนทางโรงงานเองนั้นไม่ได้เป็นบริษัทที่จำหน่ายโดยตรงจึงต้องอาศัยจากการเทียบเคียงจากฐานข้อมูลอื่น ๆ

แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้พยายามทวนสอบข้อมูลในการเก็บรวมข้อมูลหลายครั้งเพื่อให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความครบถ้วนและสมบูรณ์จะนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมากที่สุด

5. ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

การประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นจะใช้หลักในการประเมินโดยการอ้างอิงตามวิธีการประเมินของ WBCSD (2000) ซึ่งได้ให้คำนิยามไว้ว่าค่าของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยในการศึกษานี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตเป็น 2 กระบวนการหลัก ดังนั้นในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจึงขอเสนอทั้งในรูปแบบของการประเมินแต่ละผลิตภัณฑ์และการประเมินในภาพรวมในการผลิตถุงมือยางพาราอีกด้วย ซึ่งรายละเอียดในผลของการศึกษาในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจึงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในโรงงานน้ำยางชั้นกรณีศึกษาจำนวน 2 โรงงาน (ดังตารางที่ 2) พบว่า มูลค่าผลิตภัณฑ์ของน้ำยางชั้นนั้นมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีปริมาณสูงขึ้นมากเนื่องมาจากราคาของน้ำยางพาราในปีนั้นมีค่าสูงขึ้นมากกว่า 2 เท่าของปี 2553 (สมาคมยางพาราไทย, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับการพิจารณาตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากโรงงานมีกำลังในการผลิตไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาถึงตัวชี้วัดที่สำคัญคือการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น พบว่าทั้งสองโรงงานนั้นมีการปล่อยปล่อยการเรือนกระจกที่ไม่แตกต่างจากการศึกษาของ Jawit et al (2010) มากนักแสดงให้เห็นว่าทั้งสองโรงงานกรณีศึกษานั้นมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับโรงงานอื่น ๆ

จากนั้นจึงนำข้อมูลตามตัวชี้วัดมาประเมินโดยอาศัยวิธีการประเมินของ WBCSD ซึ่งค่าของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยผลการศึกษา (ดังตารางที่ 2) พบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตน้ำยางชั้นนั้นมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงจนทำให้ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยอีกทั้งมีแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 38 % แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นนั้นก็แสดงแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ดังนั้นทางโรงงานน้ำยางชั้นจึงต้องมีแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งที่เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและลดต้นทุนของกระบวนการผลิตได้อีกด้วยนอกจากนี้จากผลการศึกษายังพบอีกว่าการใช้วัตถุดิบนั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจต่ำสุด เนื่องจากวัตถุดิบคือน้ำยางสดนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตน้ำยางชั้น ดังนั้นในระยะยาวทางโรงงานน้ำยางชั้นอาจต้องมีแนวทางในการควบคุมคุณภาพและราคาน้ำยางพาราเพื่อให้กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากนั้นจึงนำตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับตัวชี้วัดปริมาณยอดขายรวมมาวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟSnapshotซึ่งวิธีการนี้ได้ถูกพัฒนาโดยกลุ่ม Anite System ประเทศลักเซมเบิร์ก (Anite System,1999) นั้น (ดังแสดงในรูปที่ 3) ซึ่งมีการแบ่งเป็น 4 ระดับ โดยผลจากการศึกษา พบว่า ทุกตัวชี้วัดของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ

2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงนอกจากนี้แนวโน้มทิศทางการประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน Y ระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ กล่าวคือ ในกรณีที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้แนวโน้มของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางบวกที่ดีขึ้น ในทางกลับกันหากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง ก็จะทำให้แนวโน้มของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เป็นลบ หรือปรับสู่ระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ต่ำลงนั่นเองทั้งนี้ในการศึกษานี้อาจมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของราคาน้ำยางธรรมชาติอย่างก้าวกระโดดในปี 2554 นั่นเองจึงทำให้ปริมาณยอดขายรวมที่ได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นผลการวิจัยส่วนนี้อาจแสดงให้เห็นว่าการที่น้ำยางสดมีราคาสูงนั้นส่งผลให้ราคาของน้ำยางขั้นนั้นมีความสูงตามไปด้วยส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นมีค่าสูงด้วยเช่นกัน จากการศึกษาี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่คำนึงถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่อาศัยความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง (Michelsen and Fet, 2009)

ตารางที่ 2 ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

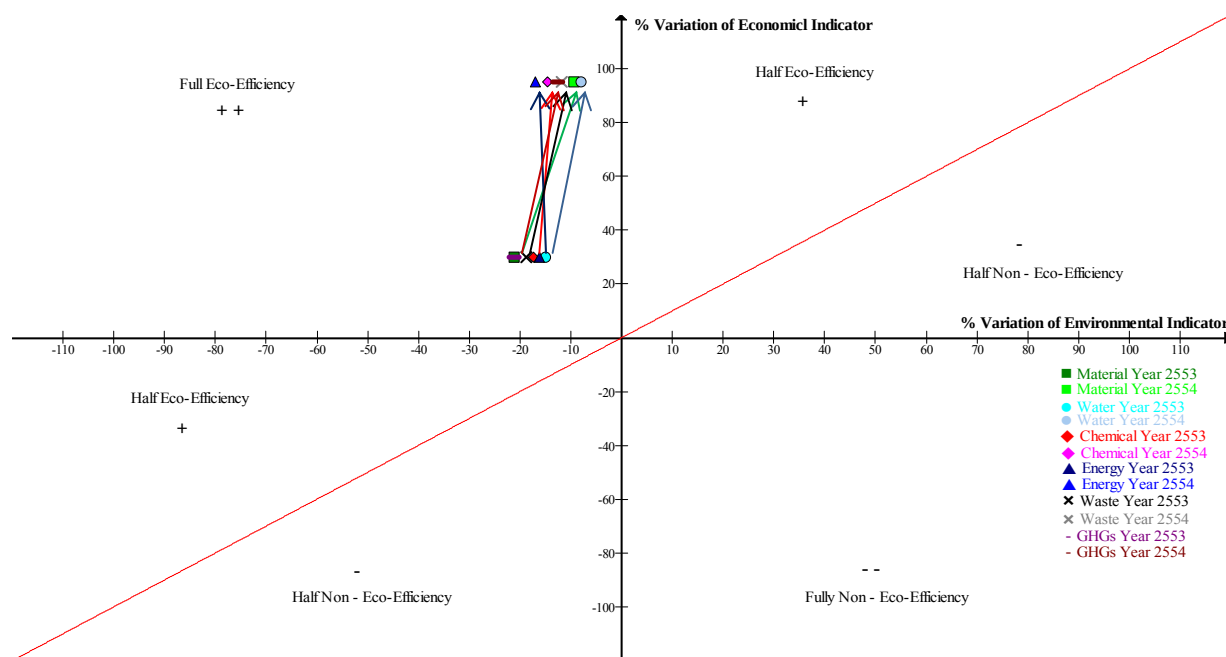
ตัวชี้วัด	ปีที่เก็บข้อมูล			เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจปี 2552 กับ 2554
	2552	2553	2554	
1. มูลค่าผลิตภัณฑ์ (ล้านบาท)	1,446.51	1,878.39	2,821.65	
2. วัตถุดิบ (ตัน)	78,142.39	61,621.97	70,826.91	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของวัตถุดิบ (ล้านบาท/ตัน)	0.02	0.03	0.04	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของวัตถุดิบ		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		64.67 %	30.69 %	115.21%
3. การใช้สารเคมี (ตัน)	906.79	748.74	774.28	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี (ล้านบาท/ตัน)	1.60	2.51	3.64	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		57.27 %	45.26 %	128.45 %
4.การใช้พลังงาน (GJ)	12,863.42	10,787.09	10,680.48	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของพลังงาน(ล้านบาท/ตัน)	0.11	0.17	0.26	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของพลังงาน		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		54.85 %	51.72 %	134.93 %
5. การใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	40,594.00	34,528.00	37,380.00	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของน้ำ(ล้านบาท/ตัน)	0.04	0.05	0.08	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของน้ำ		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		52.67	38.76	111.84

6. ปริมาณของเสีย (ตัน)	341.00	277.00	301.00	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของของเสีย(ล้านบาท/ตัน)	4.24	6.78	9.37	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของวัตถุดิบ		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		59.86 %	38.24 %	120.99 %
7. ก๊าซเรือนกระจก(ตัน)	14,763.84	11,646.55	12,897.19	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี (ล้านบาท/ตัน)	0.10	0.16	0.22	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		64.61%	35.65 %	123.30 %

5.2 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามในโรงงานถุงมือยางพารากรณีศึกษาจำนวน 2 โรงงาน ตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (ดังตารางที่ 3) พบว่า มูลค่าผลิตภัณฑ์ของถุงมือยางพารานั้นมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นและลดลงในปี พ.ศ. 2554 เนื่องมาจากราคาของน้ำยางพาราในปีนั้นมีค่าสูงขึ้นมากกว่า 2 เท่า ของปี 2553 (สมาคมยางพาราไทย, 2555) ทำให้มูลค่าของถุงมือยางพารามีราคาสูงขึ้น ทำให้ความต้องการในการซื้อถุงมือยางพาราจึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการพิจารณาตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ นั้น พบว่า มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากโรงงานมีกำลังในการผลิตไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก

จากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินโดยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยผลจากการศึกษา (ดังตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่ากระบวนการโรงงานถุงมือยางพารามีประสิทธิภาพและเทคโนโลยีในการผลิตที่สูงจนทำให้ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณน้อย แต่อย่างไรทางโรงงานถุงมือยางเองต้องมีการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและลดต้นทุนของกระบวนการผลิตได้อีกด้วย ทั้งนี้ของเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานถุงมือยางพารานั้นสามารถไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมยางพาราชนิดอื่น ๆ ได้อีก อาทิ แผ่นรองเท้าในรถยนต์ หรือ แผ่นยางขนาดใหญ่เพื่อปูรองพื้นรถบรรทุก เป็นต้น (Rajan et al., 2006) ซึ่งเป็นวิธีการดังกล่าวนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจได้อีกด้วย นอกจากนี้จากผลการศึกษายังพบอีกว่าการใช้พลังงานจะมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจต่ำสุด เนื่องจากทั้งพลังงานเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิต (พรณะเตียกพานิช และคณะ, 2545) ดังนั้นทางโรงงานถุงมือยางพาราอาจต้องมีแนวทางลดการใช้พลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ



รูปที่ 3 การวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้น
ด้วยกราฟ Snapshot

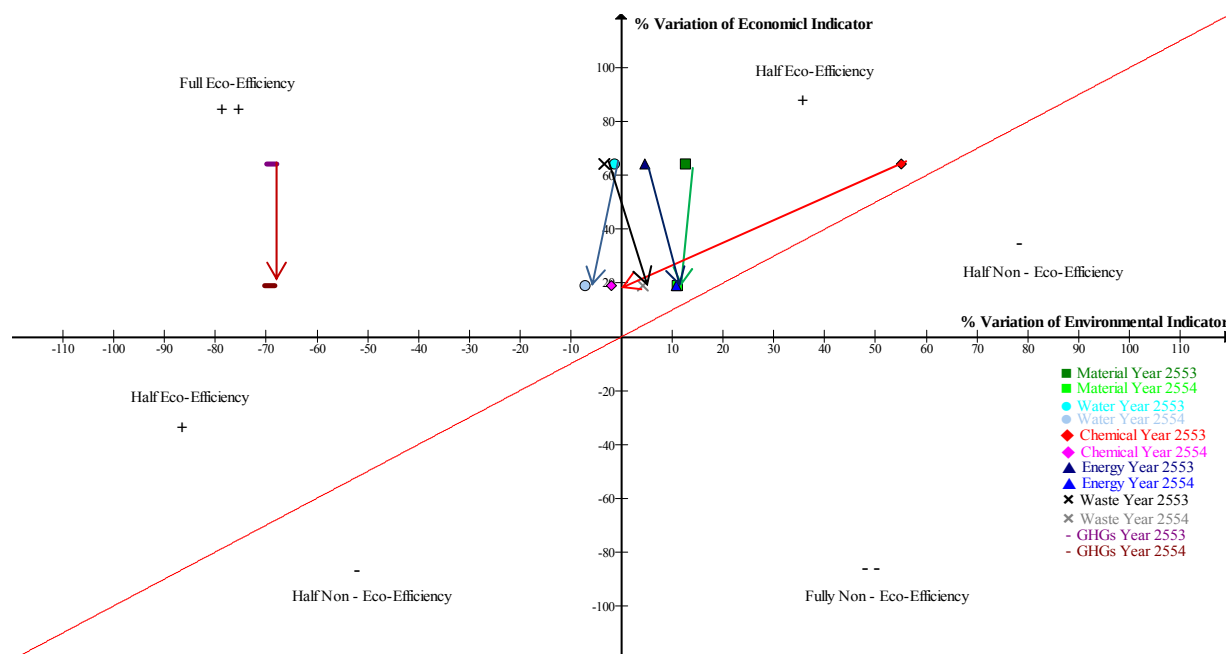
เมื่อนำตัวชี้วัดทั้งหมดจากกระบวนการผลิตยางมียางกับตัวชี้วัดปริมาณยอดขายรวมมาวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟ Snapshot ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งมีการแบ่งเป็น 4 ระดับพบว่า การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำของกระบวนการผลิตยางมียางนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่ผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง นอกจากนี้แนวโน้มทิศทางการประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน Y ระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการปรับตัวสูงขึ้นของราคาน้ำยางในระหว่างปี พ.ศ. 2553 และ 2554 นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวชี้วัดวัตถุดิบพลังงาน สารเคมี และ ปริมาณของเสียของกระบวนการผลิตยางมียางนั้นในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 อยู่ระดับ Haft-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่ผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีแนวโน้มค่อนข้างไปทาง Fully Eco-Efficiency โดยตัวชี้วัดวัตถุดิบ พลังงาน และ ปริมาณของเสียมีแนวโน้มทิศทางการประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน Y ระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ ส่วนปริมาณการใช้สารเคมี นั้นทิศทางการเปลี่ยนแปลงในแนวเส้นทะแยงมุม ระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเป็นสัดส่วนตามกัน จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจบนกราฟ Snapshot ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่น้อยมาก ดังนั้นในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการผลิตของยางมียางพาราในส่วนของการใช้สารเคมีนั้นต้องทั้งลดปริมาณการใช้และเพิ่มยอดขายไปพร้อมกัน ๆ ด้วย

ตารางที่ 3 ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา

ตัวชี้วัด	ปีที่เก็บข้อมูล			เปรียบเทียบค่า ประสิทธิภาพเชิงนิเวศ เศรษฐกิจปี 2552 กับ 2554
	2552	2553	2554	
1. มูลค่าผลิตภัณฑ์ (ล้านบาท)	183.66	301.88	218.81	
2. วัตถุดิบ (ตัน)	2,869.34	3,231.10	3,183.57	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของวัตถุดิบ (ล้านบาท/ตัน)	0.02	0.03	0.04	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของวัตถุดิบ		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		45.97 %	-26.44 %	7.38 %

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ปีที่เก็บข้อมูล			เปรียบเทียบค่า ประสิทธิภาพเชิงนิเวศ เศรษฐกิจปี 2552 กับ 2554
	2552	2553	2554	
3. การใช้สารเคมี (ตัน)	219.45	340.33	214.86	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของสารเคมี (ล้านบาท/ตัน)	0.837	0.887	1.018	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		5.99 %	14.81 %	21.68 %
4. การใช้พลังงาน (GJ)	82,887.11	86,720.96	91,893.04	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของพลังงาน(ล้านบาท/ตัน)	0.002	0.003	0.002	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของพลังงาน		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		57.10 %	-31.60 %	7.46 %
5. การใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	85,727.00	84,449.00	79,603.00	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของน้ำ(ล้านบาท/ตัน)	0.002	0.004	0.003	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของน้ำ		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		66.86 %	-21.11 %	28.30 %
6. ปริมาณของเสีย (ตัน)	8.05	7.78	8.39	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของของเสีย(ล้านบาท/ตัน)	22.82	38.81	26.08	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของเสีย		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		70.08 %	-32.78 %	14.31 %
7. ก๊าซเรือนกระจก (ตัน)	25,735.30	8,015.45	7,921.40	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของสารเคมี (ล้านบาท/ตัน)	0.007	0.038	0.028	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี		(2552 กับ 2553)	(2553 กับ 2554)	(2552 กับ 2554)
		427.74 %	-26.66 %	287.45 %



รูปที่ 4 การวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา
ด้วยกราฟ Snapshot

5.3 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา

จากผลในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทั้งสองกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและถุงมือยางพาราดังที่ได้แสดงไปข้างต้นของการศึกษาแล้วนั้น ในส่วนนี้นั้นจะเป็นการศึกษาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราใช้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากทั้งกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา โดยผลจากการการศึกษา (ดังตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องทั้งในการศึกษาเฉพาะน้ำยางข้นและถุงมือยางพาราจึงเป็นประเด็นที่ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของกระบวนการผลิตที่มีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการใช้พลังงานและของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารามีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจต่ำสุดซึ่งสอดคล้องกับในการศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา เนื่องจากพลังงานเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตที่สำคัญอย่างยิ่งจึงควรเน้นให้ทางโรงงานถุงมือยางและโรงงานน้ำยางข้นมีมาตรการที่จริงจังในการลดใช้พลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์

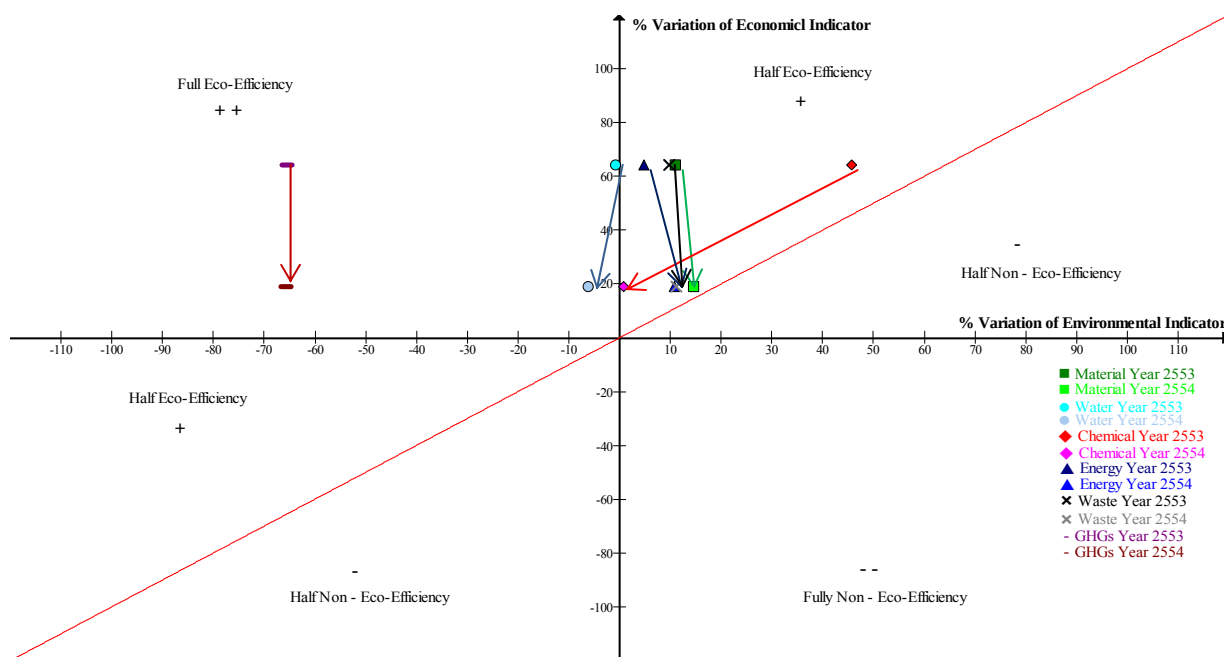
จากนั้นจึงเมื่อนำตัวชี้วัดทั้งหมดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารายกกับตัวชี้วัดปริมาณยอดขายรวมมาวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟ Snapshot ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งมีการแบ่งเป็น 4 ระดับ พบว่า การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำของจากกระบวนการ

ผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่ผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง แสดงให้เห็นว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำนั้นไม่เป็นปัญหา สิ่งแวดล้อมที่สำคัญสำหรับกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา นอกจากนี้นี้ยังพบว่า ตัวชี้วัดวัตถุดิบ พลังงาน สารเคมี และ ปริมาณของเสียของจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้นในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 อยู่ระดับ Haft-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง โดยมีแนวโน้มค่อนข้างไปทาง Fully Eco-Efficiency โดยตัวชี้วัดวัตถุดิบ พลังงาน และ ปริมาณของเสีย นั้น แนวโน้มทิศทางการประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นมีเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน Y ระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากผลการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ ส่วนปริมาณการใช้สารเคมีจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา นั้นทิศทางการเปลี่ยนแปลงในแนวเส้นทะแยงมุม ระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนระดับของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการผลิตจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราในส่วนของการใช้สารเคมีนั้นต้องทั้งลดปริมาณการใช้และเพิ่มยอดขายไปพร้อมกัน ๆ ด้วยเช่นเดียวกับในกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา

ทั้งนี้จากผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตัวชี้วัดพลังงาน และ การใช้สารเคมี นั้นเป็นปัจจัยในการผลิตที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงคัดเลือกตัวชี้วัดทั้งสามชนิดไปพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา

ตารางที่ 4 ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือ
ยางพารา

ตัวชี้วัด	ปีที่เก็บข้อมูล			เปรียบเทียบค่า ประสิทธิภาพเชิงนิเวศ เศรษฐกิจปี 2552 กับ 2554
	2552	2553	2554	
1. มูลค่าผลิตภัณฑ์ (ล้านบาท)	183.66	301.88	218.81	
2. วัตถุดิบ (ตัน)	8,936.75	9,926.16	10,242.12	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของวัตถุดิบ (ล้านบาท/ตัน)	0.021	0.030	0.021	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของวัตถุดิบ		(2552 กับ 2553) 47.99 %	(2553 กับ 2554) -29.75 %	(2552 กับ 2554) 3.95 %
3. การใช้สารเคมี (ตัน)	289.86	422.28	292.02	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของสารเคมี (ล้านบาท/ตัน)	0.634	0.715	0.749	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี		(2552 กับ 2553) 12.83 %	(2553 กับ 2554) 4.81 %	(2552 กับ 2554) 18.26 %
4. การใช้พลังงาน (GJ)	83,885.90	87,892.95	92,957.45	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของพลังงาน(ล้านบาท/ตัน)	0.002	0.003	0.002	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของพลังงาน		(2552 กับ 2553) 56.88 %	(2553 กับ 2554) -31.47 %	(2552 กับ 2554) 7.51 %
5. การใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	88,878.94	88,200.37	83,328.26	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของน้ำ(ล้านบาท/ตัน)	0.002	0.003	0.003	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของน้ำ		(2552 กับ 2553) 65.63 %	(2553 กับ 2554) -23.28 %	(2552 กับ 2554) 27.07 %
6. ปริมาณของเสีย (ตัน)	34.53	37.88	38.39	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของของเสีย(ล้านบาท/ตัน)	5.319	7.969	5.700	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของน้ำ		(2552 กับ 2553) 49.83 %	(2553 กับ 2554) -28.48 %	(2552 กับ 2554) 7.16 %
7. ก๊าซเรือนกระจก (ตัน)	26,881.65	9,280.82	9,206.72	
ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ของสารเคมี (ล้านบาท/ตัน)	0.007	0.033	0.024	
เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิง นิเวศเศรษฐกิจของสารเคมี		(2552 กับ 2553) 376.10 %	(2553 กับ 2554) -26.93 %	(2552 กับ 2554) 247.86 %



รูปที่ 5 การวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราด้วยกราฟ Snapshot

5.4. การเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา

จากการศึกษาและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้น พบว่า การใช้พลังงาน และ การใช้สารเคมี เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของการผลิตน้ำยางขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยหลักการป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Pollution Prevention) และลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization) และจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยในส่วนของกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น ได้แก่ การศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ (2548) และกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา ได้แก่ พรณะ เตียงพานิช และคณะ (2545) โดยมีรายละเอียดแนวทางดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

การใช้พลังงาน	
กระบวนการผลิตน้ำยางชั้น	กระบวนการผลิตถุงมือยางพารา
- ควรพิจารณาค่าตัวประกอบโหลตในการผลิตแต่ละเดือน - ควรพิจารณาความให้โรงงานมีขนาดหม้อแปลงที่เหมาะสมกับกำลังการผลิต - ควรเลือกเครื่องปัมน้ำยางให้มีความเหมาะสมกับกำลังการผลิต - ควรเพิ่มมาตรการในการประหยัดพลังงานในสำนักงาน	- ควรมีการติดฉนวนกันความร้อนในสายการผลิต - ควรมีการตรวจสอบการสูญเสียความร้อนในกระบวนการผลิต
การใช้สารเคมี	
กระบวนการผลิตน้ำยางชั้น	กระบวนการผลิตถุงมือยางพารา
- ควรกำหนดปริมาณการใช้แอมโมเนียให้เหมาะสม - ควรมีการพัฒนาสารอื่น ๆ ที่ทดแทนการใช้สารเคมีที่ใช้ในปัจจุบัน	- ควรมีระบบทวนสอบปริมาณการใช้สารเคมี - ควรมีการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดการใช้สารเคมี

จากนั้นจึงมีการนำเสนอแนวทางที่พัฒนาได้กับผู้จัดการโรงงานน้ำยางชั้นและถุงมือยางพาราและได้ทราบถึงข้อเสนอแนะ รวมถึงข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมจริง คณะผู้วิจัยกับผู้จัดการโรงงานจึงได้ร่วมกันคัดเลือกแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราได้แก่ การพิจารณาค่าตัวประกอบโหลตในการผลิตแต่ละเดือนและควรเพิ่มมาตรการในการประหยัดพลังงานในสำนักงาน สำหรับกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและการติดฉนวนกันความร้อนในสายการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา ทั้งนี้เมื่อพิจารณาต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารา พบว่า อุตสาหกรรมนั้นมีความตระหนักในการลดการใช้พลังงานซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตและไม่ตระหนักถึงการลดใช้สารเคมี เนื่องจากอุตสาหกรรมยางพารานั้นมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีเป็นส่วนที่สำคัญในการผลิตและในการเติมสารเคมีนั้นต้องเป็นไปตามสูตรทางการค้าที่ได้ถูกกำหนดไว้ ดังนั้นทางอุตสาหกรรมจึงเห็นว่าการปรับปรุงหรือลดการใช้สารเคมีนั้นจึงเป็นแนวทางที่มีข้อจำกัดที่ดำเนินการในอุตสาหกรรมได้จริง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อประเมินค่าและแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเพื่อพัฒนาเป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิต สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นนั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำสุด คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและวัตถุดิบในการผลิต ตามลำดับ อีกทั้งทั้งกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นแสดง

แนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในทุกตัวชี้วัดในระดับ Fully-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก

2. กระบวนการผลิตถุงมือยางพารานั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำที่สุด คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน ตามลำดับ อีกทั้งกระบวนการผลิตถุงมือยางพาราแสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในส่วนของ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำของกระบวนการผลิตถุงมือนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่ผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงและเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากผลการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ นอกจากในส่วนของวัตถุดิบ พลังงาน สารเคมี และ ปริมาณของเสียของกระบวนการผลิตถุงมือนั้นในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 อยู่ระดับ Haft-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงเพียงอย่างเดียว

3. กระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพารานั้นมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุดและต่ำที่สุด คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน ตามลำดับ อีกทั้งกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางพาราแสดงแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในส่วนของ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำของกระบวนการผลิตถุงมือนั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ในระดับ Fully-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่ผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงและเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากผลการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ นอกจากในส่วนของวัตถุดิบ พลังงาน สารเคมี และ ปริมาณของเสียของกระบวนการผลิตถุงมือนั้นในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 อยู่ระดับ Haft-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลงเพียงอย่างเดียว

4. แนวทางต้นแบบในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางที่พัฒนาได้ คือ การพิจารณาค่าตัวประกอบโหลดในการผลิตแต่ละเดือนและการเพิ่มมาตรการในการประหยัดพลังงานในสำนักงาน สำหรับกระบวนการผลิตน้ำยางข้น และการติดฉนวนกันความร้อนในสายการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตถุงมือยางพารา

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเพิ่มเติมจำนวนโรงงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลโรงงานทั้ง 2 กระบวนการผลิตเพื่อให้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ยางพาราอย่างแท้จริง

2. ควรมีการประยุกต์ใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มาร่วมประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพื่อให้การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเป็นผลกระทบที่แท้จริงของถุงมือยางพาราจากน้ำยางข้น

3. ควรประยุกต์ใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาดมาร่วมพัฒนาแนวทางในการเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเพื่อให้แนวทางที่ได้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้อุตสาหกรรมอย่างแท้จริง

4. ควรนำหลักการของ benchmarking มาใช้ในการประเมินร่วมกับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยางเพื่อค้นหาแนวทางในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตที่วางอยู่บนรากฐานในการดำเนินงานของอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- กิตติกร จามรดุสิต และ คณะ. 2551. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกลุ่มอุตสาหกรรม ในเขตพื้นที่มาบตาพุดจังหวัดระยอง. สำนักงานสนับสนุนการวิจัย. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทย. สถิติยางของประเทศไทย. เข้าถึงได้ที่ http://www.rubbercenter.org/informationcenter/ststic/stat_thai.html#2 (ออนไลน์). [30 พฤษภาคม 2554].
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2551. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การเสริมศักยภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมยางไทยด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร.
- อรัญ ทรัพย์กิตติกุล และ คณะ. 2547. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการลดมลพิษในโรงงานอาหารทะเล โรงงานน้ำยางข้น และ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม. กรุงเทพมหานคร.
- สมาคมยางพาราไทย. 2555. สถิติยางไทย. เข้าถึงได้ที่ <http://www.thainr.com/th/detail-stat.php?statID=201> (ออนไลน์).[30 พฤษภาคม 2555].
- พรรณะ เตียพงษ์พานิช, ฉัตรแก้ว สมเจริญวัฒนา, เกียรติ พงษ์พานิช และ ชูชาติ บารมี. 2545. การลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตถุงมือยาง. สำนักงานสนับสนุนการวิจัย.

- Bribián I.Z., Capilla A.V. and Usón A.A. 2010. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment* (in press).
- Caneghem J.V., Block C., Hooste H.V., Vandecasteele C. 2010. Eco-efficiency trends of the Flemish industry: decoupling of environmental impact from economic growth. *Journal of Cleaner Production*. 18, 1349-1357.
- Charmondusit and Keartpakpraek. 2010. Eco-efficiency evaluation of the petroleum and petrochemical group in the map Ta Phut Industrial Estate, Thailand. *Journal of Cleaner Production*. 19, 241–252.
- Damineli B.L., Kemeid F.M., Aguiar P.S. and John V.M. 2010. Measuring the eco-efficiency of cement use. *Cement & Concrete Composites*. 32, 555–562.
- Fernandez-Vine M.B, Gomez-Navarro T. and Capuz-Rizo S.V. 2010. Eco-efficiency in the SMEs of Venezuela. Current status and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*. 18, 736–746.
- Frischknecht, R. 2010. LCI modelling approaches applied on recycling of materials in view of environmental sustainability, risk perception and eco-efficiency. *Int J Life Cycle Assess*. 15, 666–671
- Jawjit W, Kroeze C and Rattanapan S. 2010. Greenhouse gas emissions from rubber industry in Thailand. *J Clean Prod*. 18, 403-411.
- Michelsen M. and Fet MM. 2010. Using eco-efficiency in sustainable supply chain management; a case study of furniture production. *Clean Techn Environ Policy*. 12, 561–570
- National Round Table on the Environment and the Economy (NRTEE). 2000 . Calculating Eco-efficiency Indicator : A Workbook for Industry. Canada.
- Li D.Z., Hui C.M.E., Leung Y.P.B, Li Q.M. and Xua X. 2010. A methodology for eco-efficiency evaluation of Residential development at city level. *Building and Environment*. 45, 566–573.
- Lee J-Y, Cha K-H, Lim T-W and Hur T. 2010. Eco-efficiency of H₂ and fuel cell buses. *International of hydrogen energy* (in press).
- Lauwers L. 2009. Justifying the incorporation of the materials balance principle into Frontier based eco-efficiency models. *Ecol Econ*. 68, 1605-1614.
- Rajan, V.V., Dierkes, W.K., Joseph, R., Noordermeer, and J.W.M., 2006. Science and technology of rubber reclamation with special attention to NR-based waste latex products. *Prog. Polym. Sci*. 31, 811–834.
- Schaffel S.B. and Rovere E.L.L. 2010. The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil. *Journal of Cleaner Production*. 18, 1663-1670.
- Sullivan J.r., Van J.B., Etr, M.D. and Lewis, R. 2001. Tire and rubber manufacturing industry. In:

- Sullivan, Jr., J.B. and Krieger, G.R. (eds). Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Systems, A. 1999. A first set of eco-efficiency indicators for industry: pilot study.
- Tang Y and Li J. 2010. Material flow analysis on Venous industrial park-taking Tianjin Ziya circular economy park for example. Proceedings - 2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM2010, art. no. 5645913, 1828-1831.
- Thant M.M. and Charmondusit K. 2010. Eco-efficiency assessment of pulp and paper industry in Myanmar. Clean Techn Environ Policy. 12, 427-439.
- Wang Y., Liu J., Hansson L., Zhang K. and Wang R. 2010. Implementing stricter environmental regulation to enhance eco-efficiency and sustainability: A case study of Shandong Province's pulp and paper industry, China. Journal of Cleaner Production (in press).
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2000. The World Business Council for Sustainable Development. Eco-Efficiency: Creating More Value with Less Impact.
- Wursthorn S. Poganiet W-R and Schebek L. 2011. Economic-environmental monitoring indicators for European countries: A disaggregated sector-based approach for monitoring eco-efficiency. Ecological Economics. 70, 487-496.
- Yi, P. 2010. The game analysis of eco-efficiency driven restructuring of China's coal industry. In 2010 International conference on E-Business and E-Governance.
- Zhao C, Wang DM and Zhang ZX. 2008. Analysis of material flow and energy flow in forest logging system. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 32, 37-40.
- Zhao Y and Zhao C. 2010. Eco-efficiency evaluation indicator of plantation harvesting system and its improvement based on material flow analysis. 2011 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, APPEEC 2011 - Proceedings , art. no. 5748784.

ภาคผนวก
คำชี้แจงต่อความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อ	ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	คำชี้แจง
ความเห็นด้านวิชาการ (Technical)		
1	หน้า 33 การสรุปหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ ในตารางที่ 5 ขอให้เพิ่มเติมหลักฐานหรือเหตุผลที่นำมาใช้ในการสนับสนุนแต่ละมาตรการ	เพิ่มเติมเอกสารอ้างอิงที่นำมาใช้ในการสนับสนุนมาตรการ (หน้า 32)
2	หน้า 33 เปลี่ยนจาก “เชื้อเพลิงที่ให้ความนำความร้อนสูง” เป็น “เชื้อเพลิงที่มีค่าการนำความร้อนสูง” และขอให้นักวิจัยตรวจสอบข้อความ “การเปลี่ยนเชื้อเพลิงทำให้ราคาเชื้อเพลิงเพิ่มเติม	ปรับเปลี่ยนตามข้อเสนอของผู้ทรงคุณวุฒิในการนำมาตรการดังกล่าวออก (หน้า 33)
3	ควรเพิ่มเติมวิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจก	ได้เพิ่มเติมวิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจกใน (หน้าที่ 21)
ข้อสังเกต (Remark)		
1	จุดเด่นของงานวิจัย คือ การทำวิจัยทุกขั้นตอนอิงมาตรฐานและอาศัยประโยชน์จากการ review มาประยุกต์ใช้ตลอดจนรู้จักใช้ผู้รู้ในการ verify เครื่องมือ	-