

สัญญาเลขที่ RDG5550077

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด
และถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ชีระวิทย์	รัตนพันธ์	สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล
ธันวดี	สุขสาโรจน์	คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วีระวัฒน์	อุ้นเสนาหา	คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชุดโครงการวิจัยแห่งชาติ : ยางพารา

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความคิดเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

06 JAN 2014

บทสรุปย่อรายงานสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและ

ถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้นด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

(ภาษาอังกฤษ) Enhancing Performance of Tread Product Process and Condom Product Process from Concentrated Latex 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.ธันวดี สุขसारจน์

นักศึกษา วีระวัฒน์ อุ๋นเสน่ห์หา

งบประมาณทั้งโครงการ 142,000 บาท

ระยะเวลาดำเนินการ ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2555 ถึง วันที่ 31 กรกฎาคม 2556

ปัญหาที่ทำวิจัยและความสำคัญ

จากการรายงานสถิติยางไทยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทย (2553) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของอุตสาหกรรมยางยืดและถุงยางอนามัยในประเทศไทยที่มีโอกาสในการขยายตัวและเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทั้งจากปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของประเทศไทยในการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยและจากมูลค่าการส่งออกของผลิตภัณฑ์ก็มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วย จากการศึกษาของ สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ คณะ (2552) แสดงให้เห็นว่าประเด็นการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั้นส่วนใหญ่มาจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากปัจจัยการผลิต นอกจากนี้ยังพบอีกว่ายังไม่มีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยเลย ทั้งนี้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นมีความเหมาะสมกับองค์กรต่าง ๆ เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสมดุลอย่างบูรณาการระหว่างผลประโยชน์

ทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์โดยอาศัยหลักการการพัฒนาที่ยั่งยืน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้หลักการของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยโดยใช้น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบ ซึ่งแนวทางต้นแบบดังกล่าวจะนำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตรการกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลในการใช้ทรัพยากรและผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้น
2. เพื่อพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้นด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด

ผลการดำเนินงาน

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยนั้นถูกพัฒนาขึ้นจากคู่มือในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000) และตัวชี้วัดเพิ่มเติมจากการคัดเลือกตัวชี้วัดที่ถือว่ามีความสำคัญจากการวิเคราะห์ Material flow analysis กับกระบวนการผลิต จากนั้นจึงนำมาทวนสอบกับตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง หายที่สุดจึงตัวชี้วัดที่พัฒนาได้ผ่านการทวนสอบความเชื่อมั่นกับ ผู้เชี่ยวชาญด้าน Carbon footprint และ Water footprint ของอุตสาหกรรมยางพารา

จากนั้นจึงการพัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่อาศัยแบบสอบถามมาตรฐานที่พัฒนาขึ้นจาก National Round Table (NRTEE, 2000) แล้วนำไปทวนสอบแบบสอบถาม และระดมความเห็นร่วมกับตัวแทนของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อให้แบบสอบถามง่ายต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามที่ได้พัฒนาขึ้นในโรงงานเส้นยางยืด จำนวน 2 โรงงาน และ โรงงานถุงยางอนามัย จำนวน 1 โรงงาน โดยทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553- 2555 เพื่อนำมาประเมินค่าและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ รวมไปถึงการพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้นด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งมีผลของการศึกษาดังต่อไปนี้ คือ

1. การใช้พลังงานและการใช้น้ำเป็นตัวชี้วัดที่ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงและต่ำที่สุด ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟ snapshot พบว่า การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำ และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั้นอยู่ในระดับ Fully Non-Eco-Efficiency

ทั้งนี้แนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด ได้แก่ การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงานและการ reuse น้ำล้างชิ้นสุดท้ายมาใช้เป็นน้ำล้างชิ้นงานเริ่มต้น

2. การใช้สารเคมีและการใช้น้ำพบว่ามีความประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงและต่ำที่สุด ตามลำดับ และแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ พบว่า การใช้น้ำอยู่ในอยู่ระดับ Fully Non-Eco-Efficiency ทั้งนี้แนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิตยางอย่างอนามัย ได้แก่ การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงาน การเพิ่มจำนวนก๊อกน้ำในกระบวนการผลิต และการ reuse น้ำล้างชิ้นสุดท้ายมาใช้เป็นน้ำล้างชิ้นงานเริ่มต้น

สรุปผลการศึกษา

แนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด ได้แก่ การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงานและการนำน้ำล้างชิ้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่และในส่วน of แนวทางต้นแบบของกระบวนการผลิตยางอย่างอนามัย ได้แก่ การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงาน การเพิ่มจำนวนก๊อกน้ำในกระบวนการผลิต และการนำน้ำล้างชิ้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการทดลองใช้แนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพของโรงงานเส้นยางยืดและยางอย่างอนามัยมาทดลองดำเนินงานจริงในโรงงาน แล้วหลังจากการดำเนินงานตามต้นแบบจึงทำการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจอีกครั้งเพื่อเป็นการประเมินศักยภาพของแนวทางต้นแบบ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยเริ่มต้นจากการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจทางด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานในระหว่างปี พ.ศ. 2553 – 2555 ของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย จากนั้นจึงพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยด้วยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

จากการศึกษาการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดด้วยการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ พบว่า การใช้พลังงานและการใช้น้ำเป็นตัวชี้วัดที่ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงและต่ำที่สุดตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟ snapshot พบว่า การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำ และ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั้นอยู่ในระดับ Fully Non-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่การเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่ลดลงควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดที่ว่าการใช้น้ำนั้นเป็นการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองที่สุด จากนั้นจึงประยุกต์ใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาดมาพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด พบว่า การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงานและการนำน้ำล้างชั้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่ เป็นแนวทางที่ทางโรงงานเส้นยางยืดสามารถดำเนินการได้ทันทีและไม่มีค่าใช้จ่ายอีกด้วย

จากการศึกษาการดำเนินงานของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยด้วยการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ พบว่า การใช้สารเคมีและการใช้น้ำมันเป็นค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงและต่ำที่สุดตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ พบว่า การใช้น้ำอยู่ในอยู่ระดับ Fully Non-Eco-Efficiency โดยผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยนั้นมีการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง ท้ายสุดจึงพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยด้วยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด พบว่า การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงาน การเพิ่มจำนวนก๊อกน้ำในกระบวนการผลิต และ การนำน้ำล้างชั้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่ เป็นแนวทางที่ทางโรงงานสามารถดำเนินการได้ทันทีและมีค่าใช้จ่ายที่โรงงานยอมรับได้

Abstract

This research was to develop the enhancing performance of tread and condom product processes from concentrated latex by eco-Efficiency. Firstly, environmental and economic of eco-efficiency indicators was developed for evaluating performance of tread and condom product processes during 2010-2012. Then, enhancing eco-Efficiency approach of tread and condom product processes was developed by clean technology concept.

The result of performance evaluation for tread product process by eco-efficiency showed that energy consumption and water use was highest and lowest values of eco-efficiency, respectively. From the result of eco-efficiency trend by snapshot graph analysis showed that electric consumption, water use and carbon emission of tread product process located in Fully Non-Eco-Efficiency, which was the change level of decreased economic will coincide with the increasing environmental impact. Besides, this finding was according to the result of the eco-efficiency value found that the water use was highest resource consumption of production process. Moreover, the clean technology concept was applied for developing approach of enhancing eco-efficiency of tread product process found that the training providing of water use and consumption for worker and the reuse of final leaching water was acknowledged by tread industry due to the immediate implementation and no cost.

The result of performance evaluation for condom product process by eco-efficiency showed that chemical consumption and water use was highest and lowest values of eco-efficiency, respectively. From the result of eco-efficiency trend by snapshot graph analysis showed that water use of condom product process located in Fully Non-Eco-Efficiency. This finding was recommended that the water use of condom product process was highest resource consumption of production process. Moreover, the clean technology concept was applied for developing approach of enhancing eco-efficiency of condom process found that the training providing of water use and consumption for worker, the increasing the tap numbers in the production line, and the reuse of final leaching water was acknowledged by condom industry due to the immediate implementation and the acceptable cost.

2.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางพารารายใหญ่ของโลก โดยในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราได้ประมาณ 2.72 ล้านตัน สามารถทำรายได้จากการส่งออกได้ประมาณ 7 หมื่นล้านบาท ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ จักรยานยนต์และจักรยาน ยางรัดของ ยางยึด ถังมือยาง ถังยางอนามัย เป็นต้น (สถาบันวิจัยยางพารา, 2553) จากการรายงานสถิติยางไทยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทย (2553) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของอุตสาหกรรม ยางยึดและถังยางอนามัยในประเทศไทยที่มีโอกาสในการขยายตัวและเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทั้งจากปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของประเทศไทยในการผลิตเส้นยางยึดและถังยางอนามัยและจากมูลค่าการส่งออกของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วย จึงเป็นสองอุตสาหกรรมที่สำคัญที่ภาครัฐควรให้การสนับสนุนทั้งแหล่งเงินทุนและการส่งเสริมการวิจัยเกี่ยวกับยางพาราในสถาบันต่าง ๆ ให้มากกว่าในปัจจุบัน

จากการศึกษาโครงการการเสริมสร้างศักยภาพการจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมยางพาราไทย: กรณีศึกษาทางวงและเส้นยางยึดซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ตามสัญญาเลขที่ RDG4930026 ของ สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ คณะ (2552) พบว่า ประเด็นการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยึดนั้นส่วนใหญ่มาจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากปัจจัยการผลิตซึ่งสามารถลดได้จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและมีปริมาณของเสียออกมาน้อยลงเพื่อลดต้นทุนการผลิตลงได้นั่นเอง ทั้งนี้จากการดำเนินงานวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงการพัฒนาแนวทางหรือข้อเสนอแนะในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตเส้นยางยึดเพียงอย่างเดียว แต่ขาดการเพิ่มเติมประเด็นทางเศรษฐศาสตร์ที่จะสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการดำเนินงานตามแนวทางดังกล่าวในอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง อีกทั้งในการศึกษานี้ยังไม่ได้ถูกผนวกรวมประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่ต้องช่วยกันลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต อาทิ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น ดังนั้นแนวทางที่เกิดขึ้นจากการศึกษานี้จึงไม่ได้สะท้อนแนวทางแท้จริงในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของเส้นยางยึดที่เกิดขึ้นและจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตถังยางอนามัย พบว่า ไม่มีการศึกษาหรือการเสนอแนะแนวในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานสำหรับกระบวนการผลิตถังยางอนามัยจากน้ำยางชั้นเลย จึงเป็นประเด็นสำคัญที่ทำนายในการพัฒนาแนวทางดังกล่าว นอกจากนี้จากการศึกษาของ ชีระวิทย์ รัตนพันธ์ (2555) ในโครงการการเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถังมือยางด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยตามสัญญาเลขที่ RDG5450070 นั้นได้พัฒนาแนวทางในการเสริมศักยภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น จึงสามารถนำแนวทางดังกล่าวและข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ทางด้านประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นไปประยุกต์ใช้และต่อยอดสำหรับการศึกษานี้ซึ่งใช้วัตถุดิบจากน้ำยางชั้นด้วยเช่นกัน โดยไม่จำเป็นต้องทำการศึกษาในส่วน of กระบวนการผลิตน้ำยางชั้นอีกแล้ว

แนวคิดของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจได้พัฒนาขึ้นโดยคณะกรรมการธุรกิจโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ใน ค.ศ. 1990 (Schmidheiny, 1992) และได้แพร่หลายไปทั่วโลก อาทิ ในประเทศแคนาดานั้นแนวคิดดังกล่าว ได้ยังถูกนำเข้าสู่การประชุมโต๊ะกลมแห่งชาติทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ (National Round Table on the Environment and the Economy, 1999) ทั้งนี้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นมีความเหมาะสมกับองค์กรต่าง ๆ เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสมดุลอย่างบูรณาการระหว่างผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ (Maxime et al, 2006) โดยอาศัยหลักการการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้ทรัพยากร ซึ่งมีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม พร้อมไปกับการควบคุมและเพิ่มมูลค่าของการผลิต นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Maxime et al, 2006; Thant and Charmondusit, 2010; Caneghem et al, 2010; Charmondusit and Keartpakpraek, 2011; Rattanapan et al, 2012) ยังพบอีกว่า ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้หลักการของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยโดยใช้น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบ โดยจะศึกษามูลค่าทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นกับภาระด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้น ทำให้ได้ข้อมูลสถานะและแนวโน้มเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้น จากนั้นจึงพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจและหลักการเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งแนวทางต้นแบบดังกล่าวจะนำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตรการกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยอย่างยั่งยืนต่อไป

2.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลในการใช้ทรัพยากรและผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้น
2. เพื่อพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางข้นด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด

2.3 ทฤษฎีแนวคิดในการวิจัยและผลงานที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

คำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมาจากการรวมกันของคำ 2 คำได้แก่คำว่า Eco หมายความว่าถึงระบบนิเวศ (Ecology) และเศรษฐกิจ (Economy) กับคำว่า Efficiency ซึ่งแปลตามภาษาไทยว่าประสิทธิภาพ นิยามของคำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจซึ่งบัญญัติโดย World Business Council for Sustainable

Development (WBCSD) ได้ให้นิยามหมายความว่า “การนำมาซึ่งการแข่งขันกันในศักยภาพด้านการผลิตและการบริการโดยมีจุดประสงค์ที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์และนำมาซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นในขณะที่การแข่งขันดังกล่าวมีความจำเป็นที่จะต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติให้อยู่ในระดับที่อย่างน้อยต้องสอดคล้องกับความสามารถของโลกใบนี้ที่จะรองรับผลกระทบที่เกิดจากการแข่งขันดังกล่าวได้” (WBCSD, 2000)

WBCSD defines eco-efficiency as “Eco-Efficiency is achieved by the delivery of competitively-priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life-cycle to a level at least in line with the earth’s estimated carrying capacity”

นอกจาก WBCSD ที่ได้บัญญัติคำจำกัดความของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจแล้วยังมีองค์กรอื่นๆที่ได้ให้คำจำกัดความแนวทางและวิธีการดำเนินงานของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไว้อีกด้วยเช่นกันตัวอย่างองค์กรอื่นๆที่ได้อธิบายความหมายและวิธีการดำเนินงานของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไว้เช่นองค์กรสิ่งแวดล้อมยุโรป (European Environment Agency) ให้คำจำกัดความของคำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจว่าเป็นการสร้างสวัสดิภาพการกินที่อยู่ดีที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ลดลงองค์กร Atlantic Canada Opportunities Agency (ACOA) ก็ให้คำจำกัดความที่ค่อนข้างมีความหมายไปในทิศทางเดียวกันคือการพยายามสร้างมูลค่าของผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพควบคู่ไปกับการพยายามลดการใช้ทรัพยากรลดการปล่อยของเสียและมลภาวะนอก จากสององค์กรที่ยกเป็นตัวอย่างแล้วนั้นยังมีองค์กรต่างๆในหลายประเทศได้ให้นิยามความหมายของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไว้เช่นกันได้แก่ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Australia Environment Protection Agency, Industry Canada ซึ่งโดยส่วนใหญ่ของความหมายของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้ให้คำจำกัดความไว้โดยองค์กรต่างๆจะมีความหมายและแนวทางวิธีการดำเนินงานโดยภาพรวมเป็นไปในความหมายและทิศทางเดียวกับที่ WBCSD ได้ให้คำจำกัดความไว้

ทั้งนี้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจะสูงขึ้นเมื่อผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลดลง เป็นผลให้มูลค่าทางเศรษฐกิจนั้นเพิ่มขึ้นนั่นเอง โดยเป้าหมายที่จะไปถึงจุดที่ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นเพิ่มขึ้นนั้นมีหลายแนวทางที่จะสามารถนำไปใช้ในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมดังนี้ (Muller and Sturm, 2001)

1. ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจขององค์กรนั้นต้องใช้ทรัพยากรให้น้อยลงแต่ต้องได้การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคงเดิมย่อมทำให้การปลดปล่อยของเสียออกสู่ดิน น้ำและอากาศนั้นลดลงทั้งนี้การผลิตผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้นนั้นมาจากต้นทุนในการผลิตนั้นลดลงนั่นเอง นอกจากนี้ปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้นก็สูงขึ้นด้วยเนื่องจากมูลค่าของสินค้าในสายตาของผู้บริโภคนั้นมีภาพลักษณ์ที่ดีขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมนั้นก็ยิ่งลดลงซึ่งมาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดมลภาวะนั้นลดลง ดังนั้นการลงทุนต่าง ๆ เพื่อเป็นการป้องกันสิ่งแวดล้อมนั้นจึงมุ่งไปที่การลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงาน และลดการใช้ทรัพยากรนั้นทั้งในด้าน

พลังงานและวัตถุดิบ รวมไปถึงการลดลงของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการบำบัดของเสียทั้งในส่วนของเงินลงทุนสร้างระบบบำบัดและภาษีทางสิ่งแวดล้อมที่ต้องจ่าย

2. ความเชื่อมโยงระหว่างรูปแบบทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์นั้นมาจากทั้งความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้เสียและจากแนวทางในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. ตัวชี้วัดทางนิเวศเศรษฐกิจนั้นเชื่อมโยงกับรูปแบบทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ซึ่งตัวชี้วัดดังกล่าวสามารถใช้ทำนายผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อรูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ในอนาคต

4. ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นสามารถนำไปใช้ในการประเมินสถานภาพทางเศรษฐศาสตร์ขององค์กรได้เนื่องจากประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมีผลทำให้กำไรสูงขึ้น เงินลงทุนต่าง ๆ ลดลง บัณฑิตเสียต่าง ๆ ลดลง และ ภาษีที่ต้องจ่ายก็ลดลงด้วย

2. การประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้น สามารถสรุปแนวทางในการประยุกต์ใช้ได้โดยละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ประเภทของธุรกิจ

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือและเครื่องจักรจำนวนมากในการผลิต อาทิ การผลิตกระเบื้องเซรามิก (Breedveld et al, 2007) การผลิตเหล็กแบบม้วนเย็น (English et al, 2007) การผลิตเยื่อกระดาษ (Wang et al, 2010) และการผลิตเหล็ก (Caneghem et al, 2010) เป็นต้น นอกจากนี้ในปัจจุบันกระบวนการผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนและมีขั้นตอนในการผลิตที่ยู่งยากก็สามารถนำประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อีกด้วย เช่น การผลิตน้ำตาล (Ingaramo et al, 2009) การผลิตไบโอดีเซล (Schaffel et al, 2010) การผลิตชีส (Middelhaar et al, 2011) และ การผลิตนม (Basset-Mens et al, 2009) เป็นต้น หรือแม้แต่อุตสาหกรรมขนาดเล็กอย่างการผลิตเฟอร์นิเจอร์ในระดับ SME นั้น ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจก็มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างชัดเจน (Michelsen and Fet, 2009) ยิ่งไปกว่านั้นประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจยังแสดงถึงศักยภาพที่สำคัญในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในรูปแบบของอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้อีกด้วย โดยจากการศึกษาของ Rattanapan et al (2012) ได้แสดงถึงศักยภาพในการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต่อยอดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นได้อีกด้วย

2.2 วิธีการ

การประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์ นั้นสามารถดำเนินงานได้หลายรูปแบบโดยจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นแสดงให้เห็นวิธีการประยุกต์ใช้ที่มุ่งเน้นในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยการมุ่งเพิ่มศักยภาพในประเด็นที่สำคัญของกระบวนการผลิต ดังในการศึกษาของ Breedveld et al (2007) ที่เน้นการคัดเลือกระบบบำบัดอากาศด้วยการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตที่สำคัญของกระบวนการผลิตกระเบื้องเซรามิกและ ในการศึกษา Basset-Menset al (2009) ที่พบว่า การใช้พื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญในการลดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของการผลิตนมในเฉพาะบริบทของการใช้พื้นที่นั่นเอง ซึ่งจากประเด็นดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นถึงขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต นั่นก็คือ การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจให้มีความเหมาะสมและนำไปใช้ได้จริงกับการประเมิน ดังในการศึกษาของ Rattanapan et al (2012) ที่ได้นำหลักการของ material flow analysis ไปใช้ในการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพื่อให้ตัวชี้วัดที่ได้นั้นตอบโจทย์ของกระบวนการผลิตอย่างแท้จริง นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการการเพิ่มตัวชี้วัดประเภทต่าง ๆ เข้าในการประเมินเพื่อให้บริบทที่ได้จากการประเมินเป็นการสะท้อนประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ อย่างแท้จริง เช่น ตัวชี้วัดทางสังคมในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของการผลิตไบโอดีเซล (Schaffel et al, 2010) ตัวชี้วัดในการใช้น้ำและคุณภาพน้ำเสียในกระบวนการผลิตน้ำตาล (Ingaramo et al, 2009) ตัวชี้วัดในการเกิดการเกิด eutrophication ในการผลิตเหล็ก (Caneghem et al, 2010) และ ตัวชี้วัดทางกฎหมายในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ (Wang et al, 2010) เป็นต้น

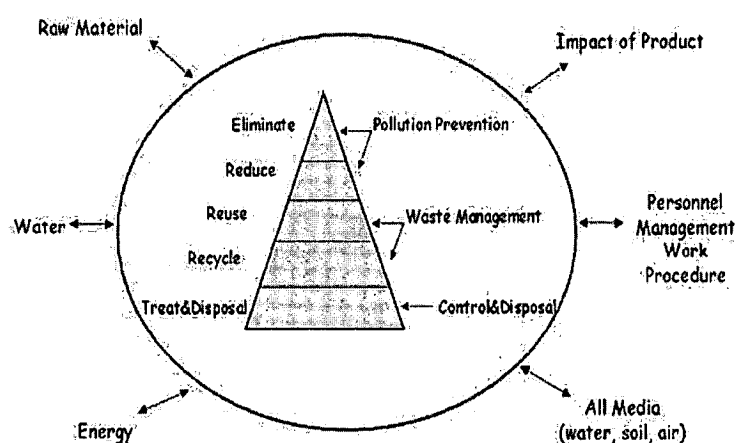
2.3 ผลการศึกษา

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมีศักยภาพสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์โดยสามารถเทียบเคียงกับมาตรฐานหรือข้อกำหนดต่าง ๆ ดังแสดงดังการศึกษาของ Breedveld et al (2007) ที่สามารถคัดเลือกระบบบำบัดอากาศที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการผลิตด้วยการสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามข้อกำหนดระดับนานาชาติของ the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย (Wang et al, 2010) นอกจากนี้ยังรวมไปถึงสามารถนำประสิทธิภาพเชิงนิเวศไปใช้ในการกำหนดเป็นนโยบายหรือข้อกำหนดในการดำเนินงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ดังในการศึกษาของ Ingaramo et al (2009) ที่ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ Chemical Oxygen Demand (COD) ในกฎหมายนั้นเป็นตัวชี้วัดที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของการผลิต

น้ำตาล และสอดคล้องกับการศึกษาของ Schaffel et al (2010) ที่พบว่า รัฐบาลบราซิลควรส่งเสริมให้ประชาชนในประเทศผลิตไบโอดีเซลเนื่องจากมีประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่สูง รวมไปถึงสอดคล้องกับการศึกษาของ Michelsen and Fet (2009) ที่พบว่า ควรส่งเสริมการผลิตฟอรันิเจอร์ในระดับขนาดเล็กในประเทศนอร์เวย์ เนื่องจากมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่สูงยิ่งไปกว่านั้นจากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังพบอีกว่าการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างแท้จริง เช่น สามารถลดปริมาณของเสียในการกระบวนการผลิตเหล็กม้วนแบบเย็น (English et al, 2007) เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตฟอรันิเจอร์ (Michelsen and Fet, 2009) และการผลิตเหล็ก (Caneghem et al, 2010) ได้สูงถึง 16 % และ 17 % ตามลำดับ และยังสามารถเพิ่มความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่และการลดพลังงานในกระบวนการผลิตลงได้อย่างอีกด้วย (Rattanapan et al, 2012)

3. เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology)

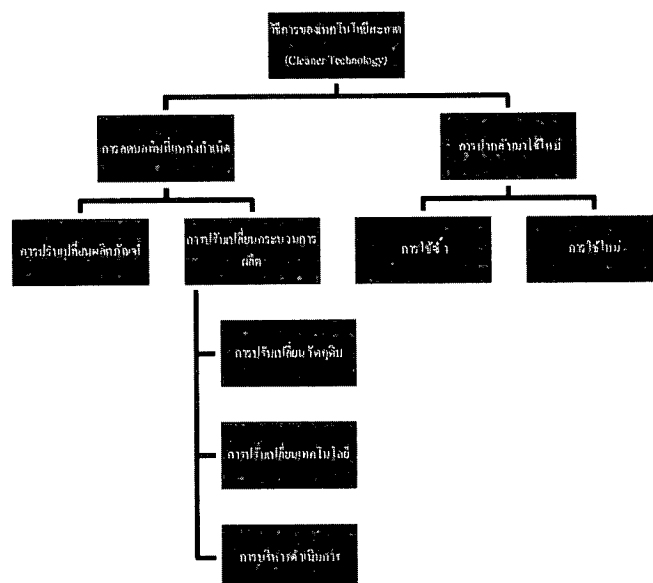
เทคโนโลยีสะอาดเป็นหลักการป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Pollution Prevention) ที่ใช้หลักการลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization) โดยการแยกสารมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การเปลี่ยนวัตถุดิบทำให้เกิดผลพลอยได้ที่ไม่เป็นอันตรายรวมทั้งการลดปริมาณและความเข้มข้นขององค์ประกอบในของเสียเพื่อให้สามารถนำไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียไปใช้ประโยชน์ได้อีก จากนั้นจะนำของเสียไปบำบัดให้ถูกต้องต่อไป นอกจากนี้บุคลากรทุกฝ่ายต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องมีทัศนคติที่ดีประกอบกับการร่วมมือกันอย่างเต็มที่เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของธุรกิจหรืออุตสาหกรรมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันมลพิษ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2553)

เทคโนโลยีสะอาดมีวิธีดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือวิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2553)

การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดแบ่งออกเป็น 2 วิธีดังนี้

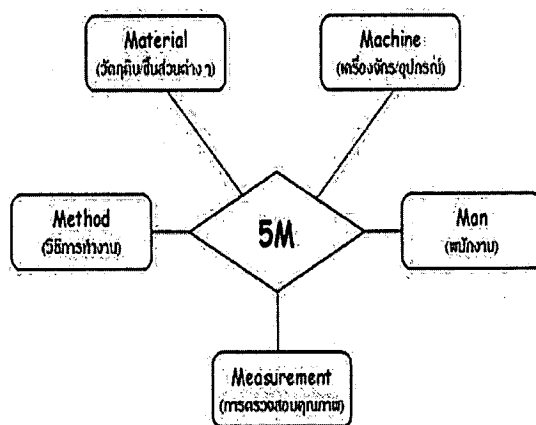
1. การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต (Process Change) แบ่งออกเป็น 3 วิธี

1.1 การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change) เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาดโดยการใช้วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติใช้หมุนเวียนได้และไม่มีสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งสกปรกปะปนมากับวัตถุดิบซึ่งถ้าหากเป็นไปได้ควรมีการกำจัดสิ่งดังกล่าวออกก่อนที่จะวัตถุดิบจะเข้าสู่โรงงานรวมทั้งการผลิตของโรงงานควรมีการควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน

1.2 การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology Improvement) เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตหรือการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเช่นการปรับเปลี่ยนวิธีการกลไกในกระบวนการผลิตหรือปรับปรุงอุปกรณ์ในสายการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดการสูญเสียการเปลี่ยนการออกแบบใหม่รวมถึงการเพิ่มระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการปรับปรุงข้อจำกัดซึ่งเงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5 M) ดังรูปที่ 3

1.3 การปรับปรุงกระบวนการบริหารการดำเนินงาน (Operational Management) เป็นการปรับปรุงการบริหารระบบการวางแผนและควบคุมเพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นมีกระบวนการทำงานและขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ชัดเจนมีการบริหาร

การปฏิบัติงานมีการฝึกอบรมมีระบบการจัดเก็บในโกดังชั้นเก็บของใช้ระบบ First in – First out เพื่อลดการสูญเสียจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์รวมถึงการหลีกเลี่ยงการรวมของเสียต่างชนิดเข้าด้วยกัน



รูปที่ 3 เงื่อนไขในการปรับปรุงเทคโนโลยี
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2553)

2.การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation)

การปรับปรุงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อหลีกเลี่ยงและลดการเกิดสารมลพิษ โดยพัฒนาการออกแบบให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุดเช่นทำให้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นเพื่อลดจำนวนบรรจุภัณฑ์หรือเปลี่ยนเป็นรูปสารละลายผงเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์รวมถึงการยกเลิกหีบห่อที่ไม่จำเป็น ซึ่งสามารถทำได้ 4 วิธีดังนี้

2.1 Product Change Factor คือ การออกแบบเพื่อปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์โดยมีเงื่อนไขและเทคนิคที่เหมาะสม

2.2 Production Change Factor คือ การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมสินค้ารวมถึงการเก็บรักษาคงเหลือ

2.3 Market Change Factor คือ การปรับเปลี่ยนวิธีการตลาดและการประมาณความต้องการของตลาด

2.4 Marketing Change Factor คือ การปรับปรุงการบริการและการตลาด

3. การใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดควรดำเนินการลดการสูญเสียก่อนที่จะหาวิธีนำผลิตภัณฑ์กลับมาสก๊ตของมีค่ากลับคืนหรือใช้หมุนเวียนเช่นเมื่อนำทรัพยากรมาผ่านการใช้งานครั้งหนึ่งแล้ว ทรัพยากรนั้นยังมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้งานในขั้นตอนอื่นได้ ควรหาวิธีในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แต่ถ้าใช้ในกระบวนการอื่นไม่ได้อีกแล้ว ควรศึกษาหาเทคโนโลยีมาออกแบบกระบวนการผลิต เพื่อนำทรัพยากรน้ำ วัสดุ ดิบหรือพลังงานกลับมาใช้ใหม่หรือทำให้เกิดผลพลอยได้ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย นั้น

3.1 การใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นการนำของเสียจากกระบวนการผลิตมาใช้ซ้ำโดยนำกลับมาใช้ใหม่โดยตรงเพื่อใช้ในการผลิตเดิมหรือใช้กระบวนการอื่นเช่นการนำขวดที่ใช้แล้วมาล้างเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การนำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ใหม่ การนำเศษผ้าจากการตัดเย็บไปใส่ที่นอนแทนนุ่น เป็นต้น

3.2 การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับมาใช้อีกหรือเป็นผลพลอยได้ที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value Added by Product) เช่นการนำพลาสติกมาหลอมใหม่การผลิตตะกั่วจากการหลอมแบตเตอรี่เก่า การนำน้ำนิ่งปลาในโรงงานผลิตปลาหมึกมาทำขอสปรุงรส เป็นต้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

2.4 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

1. การทบทวนข้อมูลในพื้นที่จริง

1.1 ทวนสอบข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมกับของกระบวนการผลิตในโรงงานเส้นยางยืดและโรงงานถุงยางอนามัยอย่างละ 1 แห่ง ด้วยการสัมภาษณ์และสังเกตการทำงานของพนักงานเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตัวชี้วัดในส่วนถัดไป

1.2 สรุปรูปข้อมูลที่ได้จากการข้อมูลจากทวนสอบข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมและกระบวนการผลิตในพื้นที่ศึกษาจริง

2. การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย

ในการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยนั้น ได้ดัดแปลงมาจากคู่มือในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000) และจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง (Rattanapan et al., 2012) ซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

2.1 พิจารณาและคัดเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากตัวชี้วัดทั่วไปของ WBCSD ทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและด้านเศรษฐกิจโดยเน้นถึงความครอบคลุมในการนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย

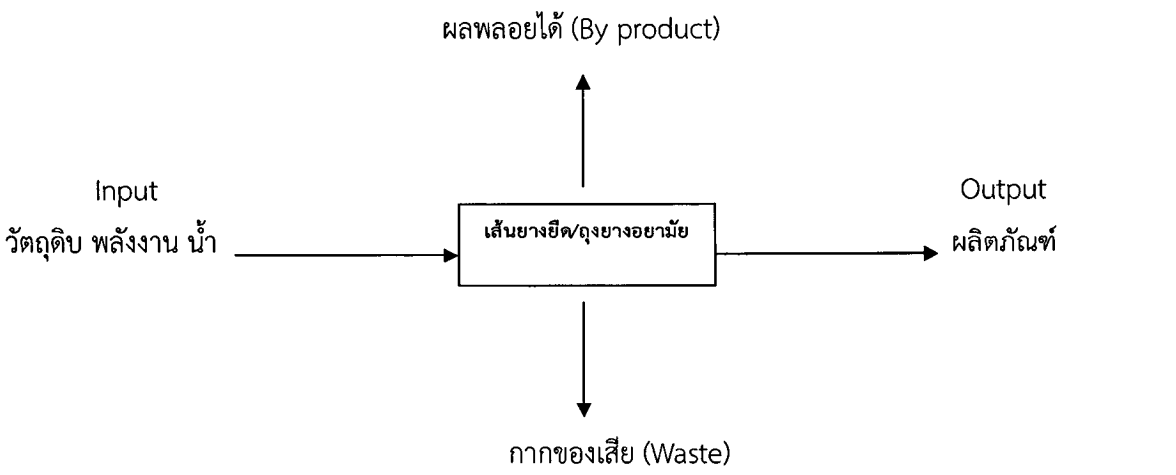
2.2 พัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพิ่มเติมในด้านสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตของเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยโดยการนำข้อมูลพื้นฐานจากกระบวนการผลิตของทั้งสองอุตสาหกรรมมาสร้างเป็นแผนภาพการไหลซึ่งอาศัยหลักการสมดุลมวลของสารเข้าและออกจากกระบวนการผลิต รวมไปถึงผลพลอยได้จากการผลิต (ดังแสดงในรูปที่ 4) จากนั้นจึงคัดเลือกเฉพาะผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญต่อกระบวนการผลิตนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.3 เทียบเคียงตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้กับตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง

2.4 ทวนสอบความเชื่อมั่นของตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อย 2 ท่านเพื่อให้ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไขให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้ให้มีความถูกต้องครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ในการประเมินได้จริง

3. การพัฒนาแบบสอบถามของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย

พัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดที่ได้ผ่านการทวนสอบข้างต้นแล้วนั้น โดยดัดแปลงจากเค้าโครงของแบบรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้พัฒนาขึ้นโดย National Round Table (NRTEE, 2000) ประเทศแคนาดาและเทียบเคียงกับแบบสอบถามประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง จากนั้นจึงทวนสอบและระดมสมองร่วมกับทางโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้แบบสอบถามมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



รูปที่ 4 แผนภาพหลักการสมดุลมวลสารเข้าออกสำหรับการศึกษาแผนภาพการไหล
ที่มา: กิตติกร จามรดุสิต และคณะ, 2551

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิตามแบบสอบถามที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ถึงกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเส้นยางยืดจำนวน 2 โรงงานและถุงยางอนามัยจำนวน 1 โรงงาน ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเน้นโรงงานที่มีความพร้อมและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเนื่องจากมีข้อมูลบางส่วนซึ่งเป็นความลับทางการค้า ซึ่งในกระบวนการเก็บข้อมูลนั้นจะให้ตัวแทนของโรงงานเข้ามามีส่วนร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามเพื่อให้ทางโรงงานเองมีศักยภาพในการประเมินประสิทธิภาพของโรงงานด้วยตัวเองได้ โดยการศึกษานี้จะทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553- 2555 เพื่อนำมาใช้ประเมินสถานะปัจจุบันและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิต

5. การประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้น

การประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยนั้นได้ดัดแปลงจากวิธีการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000) โดยใช้อัตราส่วนของความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบมูลค่าที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์หรือบริการกับผลรวมของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมจากการใช้ทรัพยากรและการปลดปล่อยมลภาวะจากสิ่งแวดล้อมโดยสมการที่ใช้ในการประเมินแสดงดังสมการที่ 1 จากนั้นจึงนำค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยที่คำนวณได้มารวมกับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นที่ได้จากการศึกษาของ ชีระวิทย์ รัตนพันธ์ (2555) ได้เป็นประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้น

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

เมื่อ

E	คือ	ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของตัวอย่าง n ที่ทำการประเมิน
EV	คือ	มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยืดหรือถุงยางอนามัย
En	คือ	ผลรวมของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม

6.การศึกษาแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้น

การศึกษาแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดกับถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นนั้นได้เลือกใช้วิธีการประเมินจากแผนภาพ Snapshot ที่ได้รับการพัฒนาโดยกลุ่ม Anite System ประเทศลักเซมเบิร์ก (System A, 1999) ซึ่งมีขั้นตอนของการศึกษาดังนี้

6.1 คำนวณหาค่าร้อยละความเปลี่ยนแปลง (%Variation) ตามตัวชี้วัดทั้งด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยเปรียบเทียบปีที่ต้องการประเมินกับความเปลี่ยนแปลงของปีที่ใช้อ้างอิง (Base Year) ทั้งนี้ในการศึกษานี้เลือกใช้ปี พ.ศ. 2552 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 ผลรวมของมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยืดหรือถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นปีที่ต้องการประเมิน

$\sum EV_b$ คือ ผลรวมของมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยืดหรือถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นปีอ้างอิง

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

เมื่อ

% VEn คือ ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

$\sum EV_{ny}$ คือ ผลรวมของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นปีที่ต้องการประเมิน

$\sum EV_{nb}$ คือ ผลรวมของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้นปีอ้างอิง

6.2 นำค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงตามตัวชี้วัดทั้งสองที่คำนวณได้ในแต่ด้านของปีที่ต้องการประเมินมาเปรียบเทียบกับปีอ้างอิงที่ได้จากการคำนวณโดยนำมาพล็อตลงบนกราฟ 2 มิติในระบบแกน XY ที่ประกอบด้วย Quadrant ทั้งหมด 4 Quadrant โดยกำหนดรายละเอียดของแต่ละแกน โดยแกน X คือ ผลรวมของค่าร้อยละใน

การเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม และ แกน Y คือผลรวมของค่าร้อยละในการเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ ซึ่งจุดโคออร์ดิเนตชั้นที่เกิดจากการพล็อตของค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดทั้งหมดบน Quadrant ต่าง ๆ บนกราฟ Snapshot นั้นจะสามารถระบุได้ถึงระดับความมีประสิทธิภาพในเชิงนิเวศเศรษฐกิจของตัวอย่าง n ในปีที่ทำการศึกษาทั้งนี้จากการประเมินด้วยวิธีการดังกล่าวจะสามารถทำให้ทราบถึงลักษณะแนวโน้มที่บ่งบอกถึงทิศทางการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับความมีประสิทธิภาพในเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาได้ (ดัดแปลงจากกิติกร จามรดุสิต, 2551)

7. การพัฒนาแนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยด้วยเทคโนโลยีสะอาด

การพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาดนั้นจะพิจารณาด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งแต่ละประเด็นจะมีดัชนีชี้วัดสำหรับการประเมินที่พิจารณาจากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมหลักที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและมีผลต่อประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิต โดยเลือกศึกษาจากข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 มาใช้ในการประเมิน โดยแบ่งออกเป็นการตรวจประเมินเบื้องต้น และการตรวจประเมินอย่างละเอียด ดังนี้

7.1 การตรวจประเมินเบื้องต้นจะมีประเด็นในการพิจารณา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การปรับปรุงด้านเทคนิค เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการปรับปรุงทางด้านเทคโนโลยี
2. การปรับปรุงด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายที่ใช้ในกระบวนการผลิต
3. การปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินปัญหาที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาได้แก่ ปริมาณ ผลกระทบ และการแพร่กระจาย

7.2 การตรวจประเมินอย่างละเอียด เพื่อหาสาเหตุของการการสูญเสียจากผลการประเมินเบื้องต้น และสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจประเมินอย่างละเอียดแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ข้อมูลที่เป็นผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกคัดเลือก
2. การจัดทำตุลมวลสารและดุลพลังงานของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกคัดเลือก โดยใช้สมการที่ 4

$$\text{มวลสารทั้งระบบ} = \text{สารขาเข้า} + \text{สารขาออก} \quad (4)$$

3. การหาสาเหตุการเกิดของเสีย

ทำการวิเคราะห์สาเหตุของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิคอิชิคาว่า (Ishikawa technique) หรือ แผนภูมิก้างปลา (fish bone diagram) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์ให้เห็นสาเหตุของปัญหา

4. สร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT Options)

เสนอแนวทางในการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยให้กับโรงงานกรณีศึกษาทั้ง 3 โรงงาน เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการปรับแก้ไขให้มีความถูกต้อง ครบคลุม และสามารถนำไปใช้จริงได้

5. ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

ทำการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนสำหรับแนวทางที่พัฒนาได้ ตามสมการที่ 3 จากการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตของเส้นยางยืดหรือถุงยางอนามัย เพื่อให้ทราบถึงมูลค่าที่สามารถประหยัดได้ และความคุ้มค่าในการลงทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{ผลประหยัดต่อปี (บาท/ปี)}} \quad (3)$$

7.3 ปรับปรุงแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยที่ได้จากข้อเสนอแนะของโรงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจกับโรงงานอื่น ๆ ต่อไป

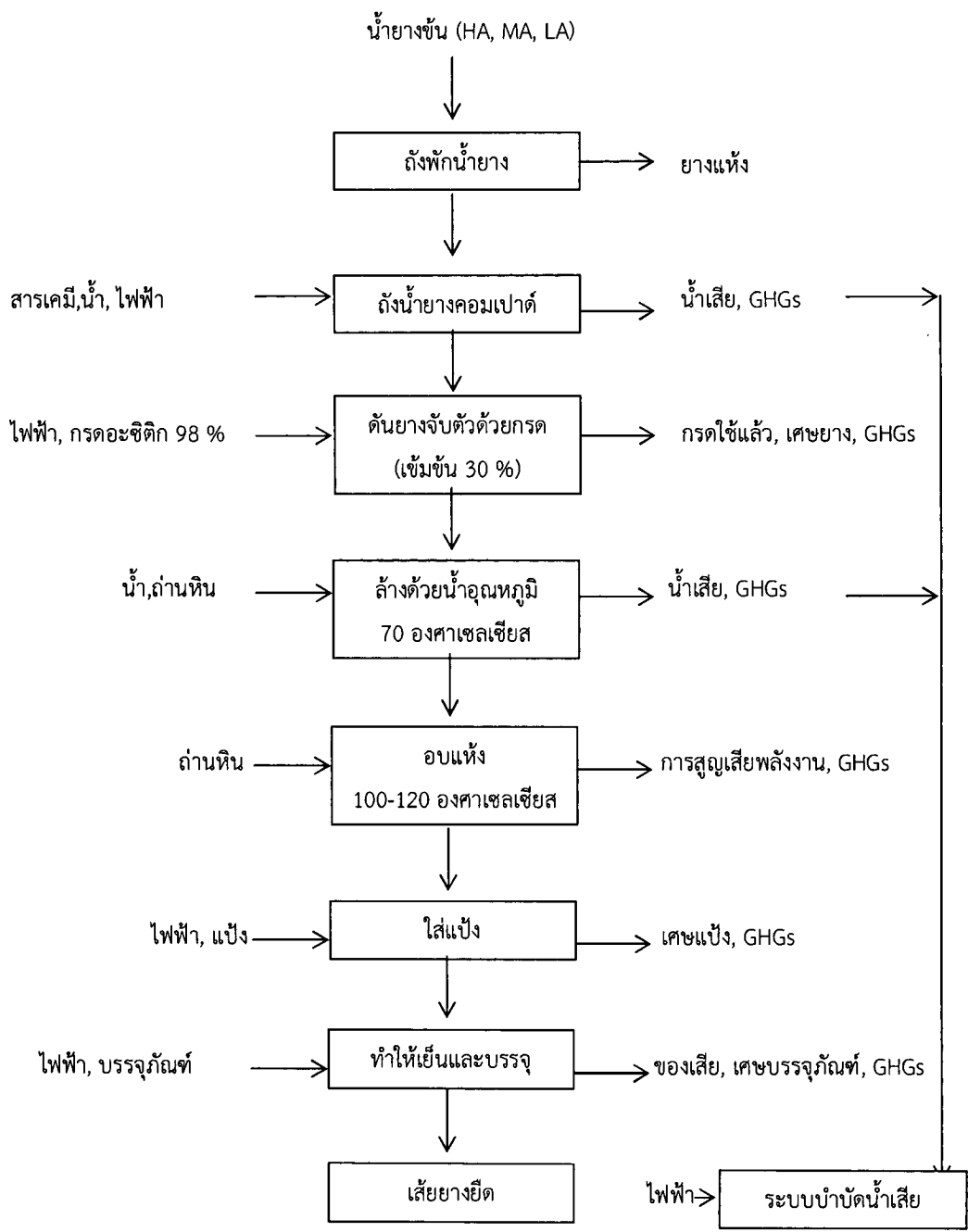
4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.1 กระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยจากน้ำยางชั้น

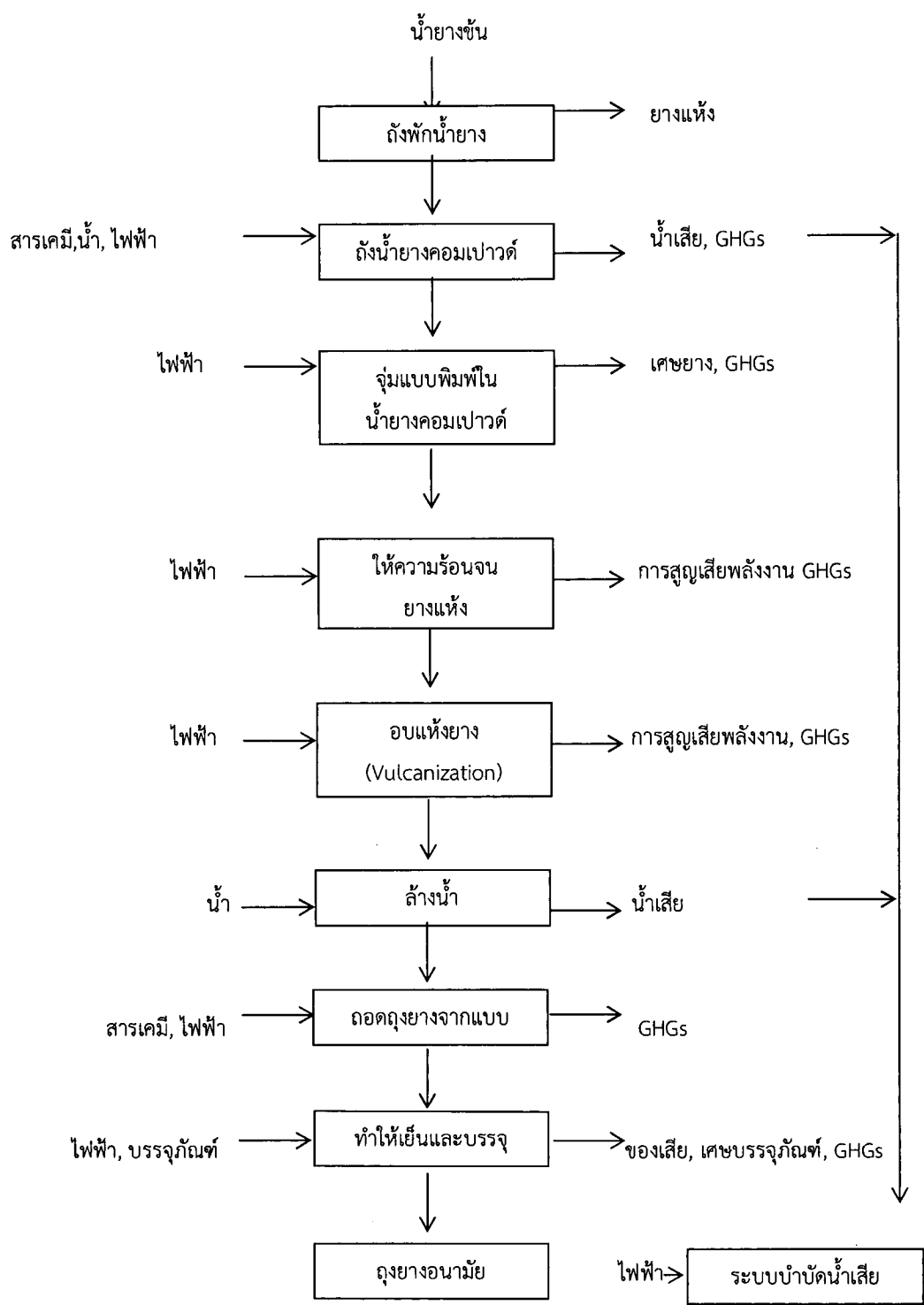
จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยสามารถนำข้อสรุปที่ได้ไปทวนสอบกับกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยกรณีศึกษาอย่างละ 1 โรงงาน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นแผนภาพโดยใช้กระบวนการของ Material flow analysis ทั้งนี้เนื่องจากการประยุกต์ใช้ Material flow analysis นั้นสามารถอธิบายกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ (Tang and Li, 2010) และยังสามารถนำมาใช้ในการกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจได้อีก (Zhao et al, 2008; Lauwers, 2009; Zhao and Zhao, 2010; Rattanapan et al, 2012) โดยผลการประยุกต์ใช้ material flow analysis นั้นแสดงดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6 นั้น คือ material flow analysis ของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย ตามลำดับ

โดยจากรูปที่ 5 แสดงกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั้นที่เริ่มต้นจากการใช้วัตถุดิบน้ำยางชั้นที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ระดับสูง กลาง และ ต่ำ ขึ้นอยู่กับสูตรกับน้ำยางชั้นในการผสม ในถังพักน้ำยาง มาผสมกับสารเคมีตามสูตรที่กำหนดเพื่อผลิตเป็นน้ำยางคอมเปาวด์ โดยกระบวนการดังกล่าวนี้จะใช้น้ำและไฟฟ้าเป็นทรัพยากรหลักและจะปล่อยน้ำเสียและก๊าซเรือนกระจกออกมาจากกระบวนการ จากนั้นจึงฉีดน้ำยางคอมเปาวด์ให้จับตัวกับกรดซิตริกที่เข้มข้น 30 % เพื่อผลิตเป็นแถบยางยืดพร้อม ๆ กับปล่อยของเสีย คือ เศษยาง กรดที่ใช้แล้ว และ ก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการ จากนั้นเมื่อน้ำยางคอมเปาวด์ถูกอัดจนเป็นแถบยางยืดแล้วจึงนำไปล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยถ่านหิน แล้วจึงนำชิ้นงานไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำชิ้นงานไปใส่แบ่งก่อนนำไปบรรจุ ทั้งนี้ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะนำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ

ในส่วนของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัย (ดังแสดงในรูปที่ 6) นั้นเริ่มต้นจากการนำน้ำยางชั้นมาเติมด้วยสารเคมีต่าง ๆ ตามสูตรที่ได้กำหนดไว้ลงในน้ำยางชั้นซึ่งจะเรียกน้ำยางชั้นที่ผ่านการเติมสารเคมีในกระบวนการนี้ว่า น้ำยางคอมเปาวด์ จากนั้นจึงทำการจุ่มแบบพิมพ์ของถุงยางอนามัยลงในน้ำยางคอมเปาวด์ แล้วจึงให้ความร้อนกับแบบพิมพ์ที่จุ่มน้ำยางคอมเปาวด์เพื่อให้ยางด้านนอกแห้ง จากนั้นจึงอบให้ความร้อนกับแบบพิมพ์ที่จุ่มน้ำยางคอมเปาวด์เพื่อให้เกิดเปลี่ยนจากของสภาพเนื้อยางจากของเหลวเป็นของแข็ง แล้วจึงทำการล้างทำความสะอาดถุงยางอนามัยด้วยน้ำเพื่อเป็นการกำจัดสารปนเปื้อนต่าง ๆ ให้กับถุงยางอนามัย แล้วจึงถอดถุงยางอนามัยออกจากแบบพิมพ์ และนำถุงยางอนามัยที่ถูกถอดออกจากแบบพิมพ์แล้วนำไปบรรจุในกล่องก่อนกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค



รูปที่ 5 Material flow analysis ของกระบวนการผลิตเส้นยางยัด



รูปที่ 6 Material flow analysis ของกระบวนการผลิตถังยางอนามัย

4.2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยนั้น ประกอบด้วย ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจและตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้พัฒนามาจาก ตัวชี้วัดแบบทั่วไป และตัวชี้วัดแบบเฉพาะ ที่ดัดแปลงจากคู่มือในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของ The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000)

จากนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกตัวชี้วัดที่ถือว่ามีความสำคัญจากการวิเคราะห์ Material flow analysis กับกระบวนการผลิต เพื่อให้ตัวชี้วัดที่ได้มีความครอบคลุมกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานตามอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง ต่อมาจึงเทียบเคียงตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้กับตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตน้ำยางข้นสำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง (ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, 2555) ท้ายที่สุดตัวชี้วัดที่พัฒนาของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยได้ผ่านการทวนสอบความเชื่อมั่นของตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยผู้เชี่ยวชาญ คือ ผศ.ดร.ธันวดี สุขसारจน์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน Carbon footprint ของอุตสาหกรรมยางพารา คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ ผศ.ดร.ชัยศรี สุขसारจน์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน Water footprint ของอุตสาหกรรมยางพารา เพื่อให้ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไขให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้ให้มีความถูกต้อง ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ในการประเมินได้จริง โดยตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยนั้นแสดงตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด

ตัวชี้วัด	หน่วย
มูลค่าผลิตภัณฑ์	บาท/ปี
ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ประกอบด้วย - น้ำยางข้น	ตัน/ปี
ปริมาณการใช้สารเคมี	ตัน/ปี
ปริมาณการใช้พลังงาน - ถ่านหิน	
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
ปริมาณการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ปริมาณของเสียทั้งหมด - เส้นยางยืด	ตัน/ปี
ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ton Co2-eq /ปี

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตยางอนามัย

ตัวชี้วัด	หน่วย
มูลค่าผลิตภัณฑ์	บาท/ปี
ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ประกอบด้วย - น้ำยางข้น	ตัน/ปี
ปริมาณการใช้สารเคมี	ตัน/ปี
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
ปริมาณการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ปริมาณของเสียทั้งหมด - ยางอนามัย	ตัน/ปี
ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ton Co2-eq /ปี

- 4.3 แบบสอบถามประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและยางอนามัย
- แบบสอบถามเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานกรณศึกษานั้นจะพัฒนามาจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและยางอนามัย โดยอาศัยหลักในการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาของ กิตติกร จามรดุสิต (2551) ดังต่อไปนี้
1. แบบสอบถามจำเป็นต้องประกอบด้วยส่วนรายละเอียดโดยทั่วไปของบริษัทที่สอบถามเช่น ชื่อบริษัท ที่อยู่ ชื่อบุคคลผู้ให้ข้อมูล และเบอร์โทรศัพท์ติดต่อกลับ เพื่อให้่ายต่อการค้นหา และการติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมในภายหลัง
 2. แบบสอบถามจะต้องมีความกระชับ เข้าใจง่าย สะดวกต่อเก็บรวบรวม และการกรอกข้อมูล เพราะเนื่องจากผู้ที่ทำหน้าที่ให้ข้อมูลนั้น โดยส่วนใหญ่เป็นวิศวกร และนักธุรกิจที่โดยพฤติกรรมส่วนตัวแล้วส่วนใหญ่ต้องการความกระชับ รวดเร็ว และเข้าใจง่าย
 3. แบบสอบถามควรมีความครอบคลุมถึงข้อมูลในแต่ละตัวชี้วัดที่ต้องการเก็บรวบรวมตามหัวข้อที่ 2 ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาของข้อมูลที่ต้องการรวบรวมย้อนหลังอย่างชัดเจน รวมถึงมีการกำหนดหน่วยของข้อมูลตัวชี้วัดที่แน่นอน เพื่อ่ายต่อการประเมิน
 4. แบบสอบถามควรมีลักษณะเปิดกว้างให้บุคคลผู้ให้ข้อมูลสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่กำหนดได้
 5. ภายหลังจากที่ได้ทดลองออกแบบสอบถามข้อมูลเสร็จแล้ว ควรมีการนำเสนอต่อกลุ่มบุคคลผู้ที่จะทำหน้าที่ให้ข้อมูลได้ร่วมกันพิจารณา เพื่อนำสู่การแก้ไขให้เหมาะสม

นอกจากนี้ในการพัฒนาแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่อาศัยแบบสอบถามมาตรฐานที่พัฒนาขึ้นจาก National Round Table (NRTEE, 2000) เมื่อหลังจากการพัฒนาแบบสอบถามเบื้องต้นแล้ว จึงได้มีการประชุมทีมวิจัยเพื่อทวนสอบแบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล และระดมความเห็นร่วมกับตัวแทนของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อให้แบบสอบถามง่ายต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้แบบสอบถามที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้นมีรายละเอียดในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจะประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนดังต่อไปนี้

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

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบสอบถามที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นในโรงงานผลิตเส้นยางยืดจำนวน 2 แห่ง และ ในโรงงานผลิตถุงยางอนามัยจำนวน 1 แห่ง ทั้งนี้ในส่วนของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยนั้น การขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นเป็นไปได้ยากเนื่องจากกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยนั้นยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความลับทางการค้าสูงและเป็นกิจการที่อยู่ภายใต้การดูแลของต่างชาติ ดังนั้นในส่วนของจำนวนโรงงานถุงยางอนามัยจึงสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้เพียงโรงงานเดียว ข้อมูลในการศึกษาจึงสะท้อนเพียงในรูปของกรณีศึกษาจากกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยเท่านั้น ทั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในช่วงปี พ.ศ. 2553- 2555 โดยหลักในการคัดเลือกโรงงานที่เข้าเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจะเน้นความพร้อมในการให้ข้อมูลเป็นสำคัญเนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลนั้นอาจมีบางส่วนที่มีความลับทางธุรกิจจึงทำให้การขอความร่วมมือนั้นเป็นไปได้ยาก อีกทั้งข้อมูลบางส่วนทางโรงงานเองนั้นไม่ได้เป็นบริษัทที่จำหน่ายโดยตรงจึงต้องอาศัยจากการเทียบเคียงจากฐานข้อมูลอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้พยายามทวนสอบข้อมูลในการเก็บรวมข้อมูลหลายครั้งเพื่อให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความครบถ้วนและสมบูรณ์จะนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมากที่สุด

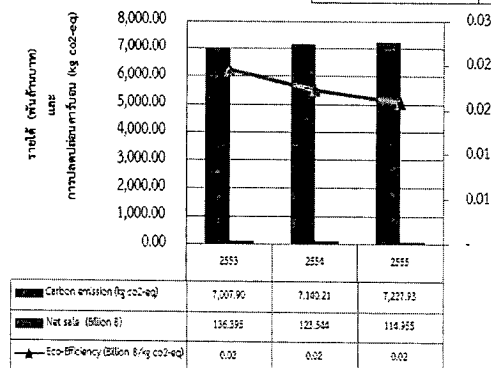
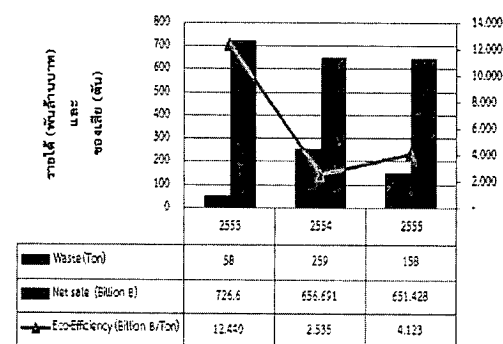
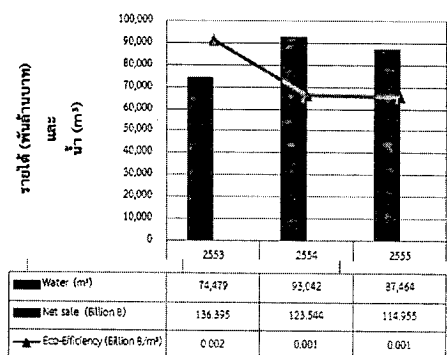
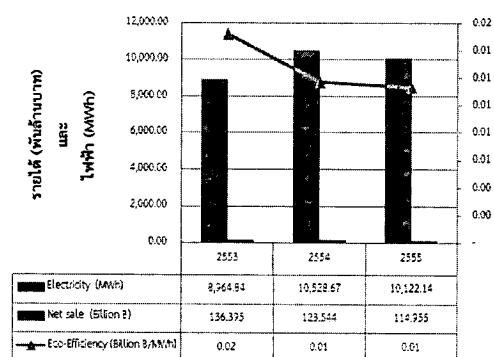
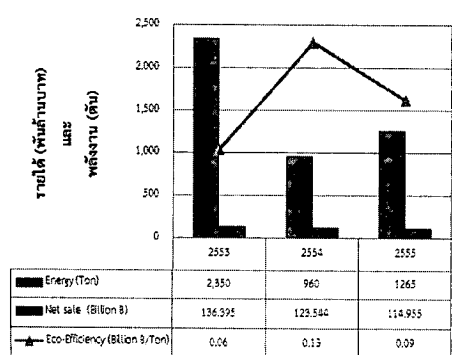
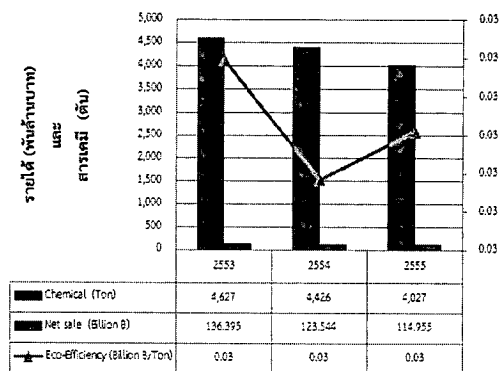
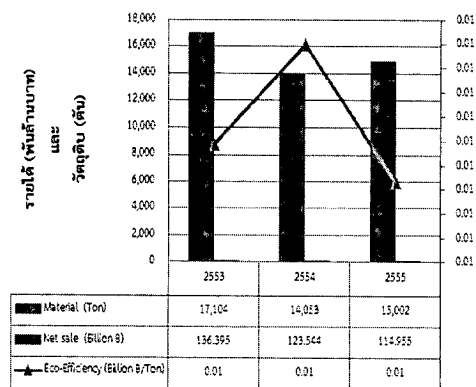
4.5 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัย

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจใช้หลักในการประเมินตามวิธีการประเมินของ WBCSD (2000) โดยสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งรายละเอียดของผลของการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

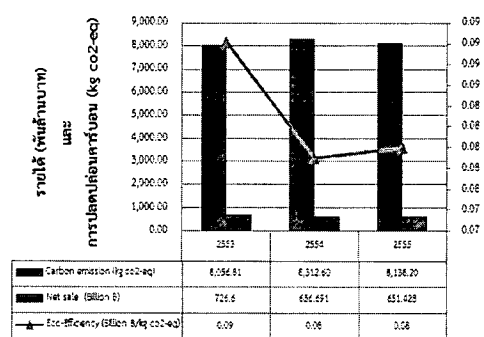
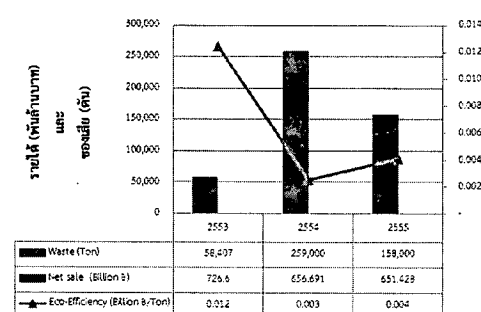
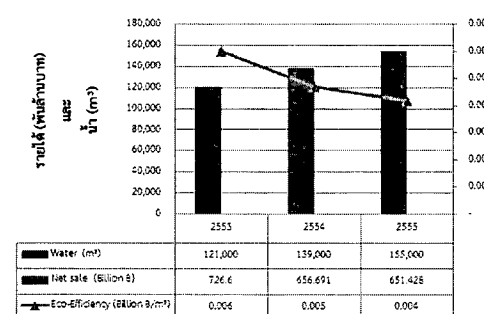
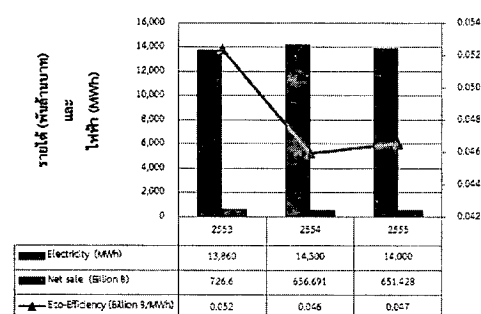
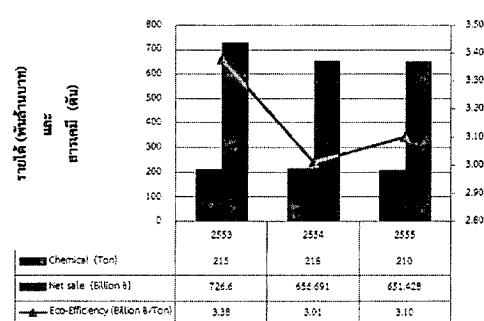
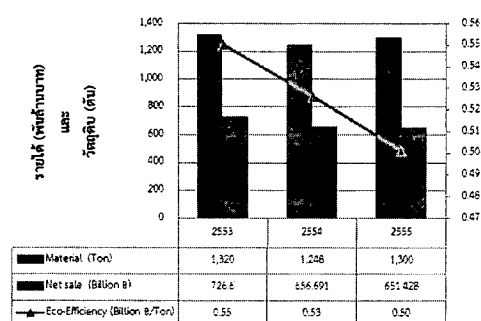
ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด (ดังรูปที่ 7) พบว่า ปริมาณผลิตภัณฑ์ของเส้นยางยืดนั้นการผลิตที่คงที่ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2553 – พ.ศ. 2555 และเมื่อนำข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมตามตัวชี้วัดมาประเมินโดยอาศัยวิธีการประเมินของ WBCSD ซึ่งค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยผลจากการศึกษา (ดังรูปที่ 7) พบว่า กระบวนการผลิตเส้นยางยืดมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงที่สุดในการใช้พลังงาน แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเส้นยางยืดมีการสูญเสียพลังงานในกระบวนการผลิตค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ยังพบอีกว่ากระบวนการผลิตเส้นยางยืดมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ต่ำสุดในส่วนของการใช้น้ำ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเส้นยางยืดของทั้งสองโรงงานนั้นมีการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างสิ้นเปลือง เห็นได้จากการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของปริมาณน้ำใช้ในกระบวนการผลิต ดังนั้นทางโรงงานควรส่งเสริมและสนับสนุนอย่างจริงจังในการพัฒนาแนวทางในการลดการใช้น้ำ เพื่อเป็นการลดต้นทุนของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั่นเอง

ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตยางอนามัย (ดังรูปที่ 8) พบว่า ปริมาณผลิตภัณฑ์ยางอนามัยนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับเส้นยางยืด คือ มีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนักในระหว่างปี พ.ศ.2553 – พ.ศ. 2555 โดยผลจากการศึกษา (ดังรูปที่ 8) พบว่า กระบวนการผลิตยางอนามัยมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงที่สุดในส่วนของการใช้สารเคมี แสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคมีของกระบวนการผลิตยางอนามัยนั้นเป็นไปในทิศทางที่ดี อีกทั้งแนวทางในการลดการใช้นั้นสารเคมีนั้นเป็นการทำได้ยากเนื่องจากการผลิตยางอนามัยจากน้ำยางชั้นต้องมีการเติมสารเคมีเป็นไปตามสูตรอย่างเคร่งครัด ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถสะท้อนในทางโรงงานตระหนักว่าการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตยังมีโอกาสที่จะสามารถพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพได้ นอกจากนี้จากการศึกษายังพบอีกว่ากระบวนการผลิตยางอนามัยมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจต่ำสุดในการใช้น้ำ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตยางอนามัยของทั้งโรงงานกรณีศึกษานั้นยังไปในทิศทางเดียวกับกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและกระบวนการผลิตถุงมือยางที่ใช้เทคนิคจุ่มและการอบให้ความร้อนซึ่งจำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดชิ้นงานก่อนนำไปบรรจุ (ศิริวิทย์ รัตนพันธ์, 2555) ดังนั้นผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาแนวทางการลดการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเพื่อเป็นเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตนั่นเอง

จากนั้นจึงนำตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดกับยางอนามัยกับตัวชี้วัดปริมาณรายได้มาวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้วยกราฟ Snapshot (Anite System,1999) ผลจากการศึกษาแนวโน้มประสิทธิภาพของนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด พบว่า การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำ และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นในปี พ.ศ. 2554 และ 2555 นั้นอยู่ในระดับ Fully Non-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจที่ลดลงควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาชี้สอดคล้องกับการประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดที่พบว่า การใช้น้ำเป็นการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองที่สุด นอกจากนี้ผลจากการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นอีกว่า



รูปที่ 7 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดตามแต่ละตัวชี้วัด

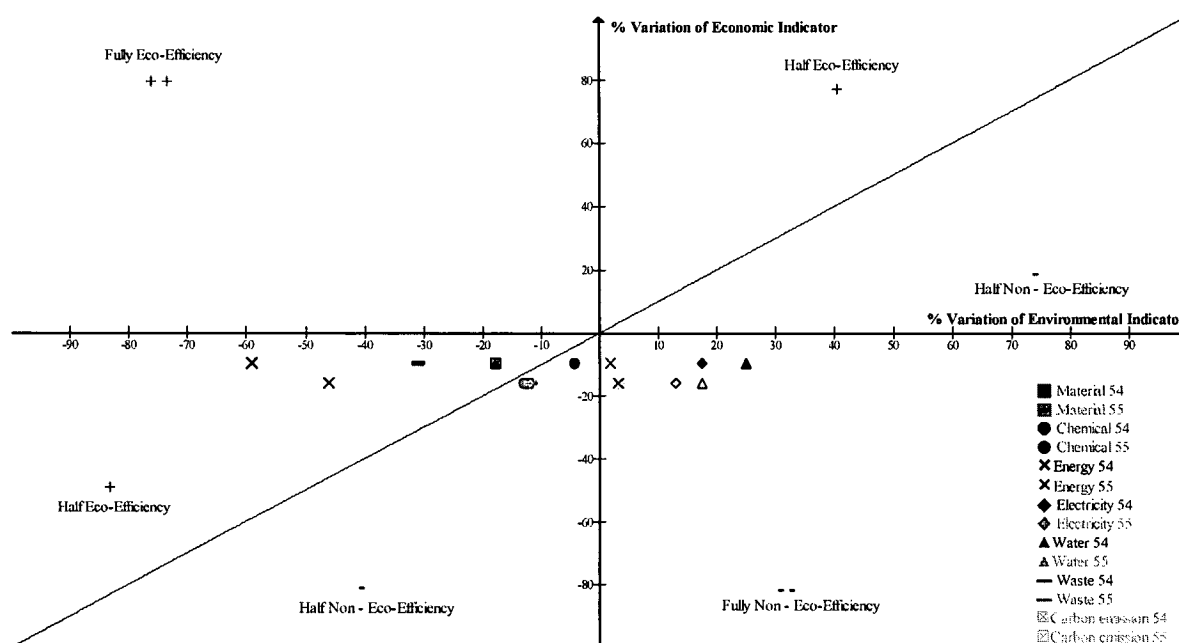


รูปที่ 8 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตยางอนามัยตามแต่ละตัวชี้วัด

กระบวนการผลิตเส้นยางยัดนั้นมีการใช้ไฟฟ้าและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในระดับที่ควรพัฒนาแนวทางในการลดเป็นอย่างยิ่ง โดยหากมีการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตจะส่งผลให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นลดลงตามไปด้วยเนื่องจากปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเส้นยางยัดนั้นมาจากการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก

นอกจากนี้จากผลการศึกษายังพบอีกว่า การใช้สารเคมีและของเสียในกระบวนการผลิตเส้นยางยัดนั้นอยู่ในระดับ Haft Non-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่การเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีแนวโน้มค่อนข้างไปทาง Fully Non-Eco-Efficiency แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีใน

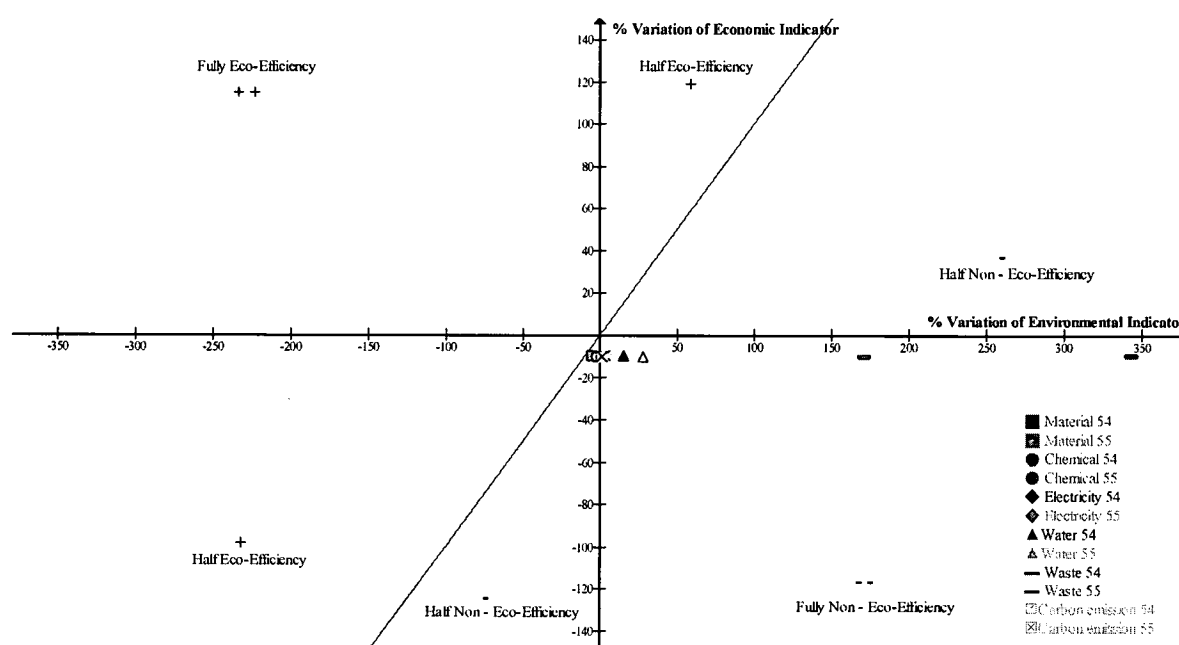
กระบวนการผลิตเส้นยางยืดจากน้ำยางชั้นนั้นจะเป็นไปตามสูตรคงที่กำหนดให้ไว้ ดังนั้นในการลดปริมาณการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตเส้นยางยืดจึงเป็นไปได้ยาก แต่ในส่วนของการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตนั้นสามารถดำเนินการในการหาสาเหตุและพัฒนาแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและอีกแนวทางหนึ่งคือการเปลี่ยนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นต้นทุนด้วยการขายให้กับบริษัทแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพาราในรูปแบบอื่น ๆ ทำให้ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกลายเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์อีกด้วย



รูปที่ 9 แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดตามแต่ละตัวชี้วัด

ยิ่งไปกว่านั้น จากการวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดพบว่า การใช้พลังงานนั้นอยู่ในระดับ Haft Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีผลการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง โดยมีแนวโน้มค่อนข้างไปทาง Fully Eco-Efficiency นอกจากนี้เมื่อพิจารณาของการเปลี่ยนแปลงบนกราฟแล้ว พบว่า ทิศทางการเปลี่ยนแปลงระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นตามขนานแนวแกน X ระบุได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ในกรณีที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงลดลง จะส่งผลให้แนวโน้มของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางบวกที่ดีขึ้น ในทางกลับกันหากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้แนวโน้มของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงใน

ทิศทางที่เป็นลบหรือปรับสู่ระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ต่ำลงนั่นเอง (กิตติกร จามรตุสิต, 2550) แต่อย่างไรก็ตามอีกประเด็นที่สำคัญในกระบวนการผลิตเส้นยางยืด คือ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตเส้นยางยืดซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของทั้งคนงาน ชุมชนรอบโรงงาน และ สิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงเป็นอีกประเด็นทางอุตสาหกรรมต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญกับการควบคุมและจัดการระบบหม้อต้มน้ำให้มีศักยภาพดีเพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในทุก ๆ ด้านได้



รูปที่ 10 แนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตยางอนามัยตามแต่ละตัวชี้วัด

ในส่วนของกระบวนการผลิตยางอนามัยเมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (รูปที่ 10) พบว่า การใช้ในระหว่างปี พ.ศ. 2554 และ 2555 ของกระบวนการผลิตยางอนามัยนั้นอยู่ในระดับ Fully Non-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่มีการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจลดลงควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาในส่วนนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาในส่วนของการค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่พบว่า ทรัพยากรที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงสุด คือ น้ำ ดังนั้นโรงงานยางอนามัยนั้นจึงเป็นพัฒนาแนวทางในการลดการใช้น้ำอย่างยั่งยืน นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบอีกว่า การใช้วัตถุดิบ การใช้สารเคมีของเสีย และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของกระบวนการผลิตยางอนามัยนั้นอยู่ในระดับ Half Non-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับการเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง โดยมีแนวโน้มค่อนข้างไปทาง Fully Non-Eco-Efficiency โดยเมื่อพิจารณาถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศ

เศรษฐกิจที่เกิดขึ้นนั้นขนานตามแนวแกน Y ซึ่งระบุได้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากผลการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ กล่าวคือ ในกรณีที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้แนวโน้มของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางบวกที่ดีขึ้น ในทางกลับกันหากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง ก็จะมีส่งผลให้แนวโน้มของระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เป็นลบ หรือปรับสู่ระดับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ต่ำลงนั่นเอง (กิตติกร จามรคุสิต, 2551)

4.6 การพัฒนาแนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยด้วยเทคโนโลยีสะอาด

หลังจากการศึกษาในส่วนของค่าและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยแล้ว จากนั้นจึงทำการพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเข้าร่วม ดังนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมของประสิทธิภาพเชิงนิเวศที่พัฒนาขึ้นกับทั้งโรงงานเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยอย่างละเอียดเป็นเวลา 12 เดือน แล้วจึงจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาที่ต้องแก้ไขในกระบวนการผลิตเส้นยางยืดและถุงยางอนามัยเพื่อพัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพต่อไป โดยจะทำการพิจารณาการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดมาทำการประเมิน โดยตัวชี้วัดที่เก็บรวบรวม คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ปริมาณการใช้พลังงาน (กิโลกรัม) ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร) ปริมาณสารเคมี (กิโลกรัม) ปริมาณการใช้แอมโมเนีย (กิโลกรัม) และ ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร) จากนั้นจึงรวมคะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา ซึ่งมีผลจากการประเมินและการรวมคะแนน (กาญจน์ ชูทอง และคณะ, 2553) และในการจัดลำดับความสำคัญนั้นเป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่างทีมวิจัยและโรงงาน โดยรายละเอียดของการคัดเลือกประเด็นปัญหาของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั้นแสดงดังตารางที่ 3

จากผลการประเมินเบื้องต้นของเทคโนโลยีสะอาดของกระบวนการเส้นยางยืดนั้น พบว่า ประเด็นของการใช้น้ำนั้นเป็นประเด็นเร่งด่วน ซึ่งสอดคล้องกับผลของการประเมินค่าและแนวโน้มของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ชี้ให้เห็นว่าประเด็นในการใช้น้ำนั้นต้องเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาแนวทางในการลดการใช้ปริมาณ จากนั้นจึงนำผลการประเมินเบื้องต้นมาประเมินอย่างละเอียด เพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) และเพื่อหาสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยจะทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลของการใช้น้ำ รวมถึงการจัดทำสมดุลมวลของการใช้น้ำ แล้วจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาการใช้น้ำในโรงงานเส้นยางยืดกรณีศึกษา ท้ายสุดจึงพัฒนาเป็นข้อเสนอแนะกับทางโรงงาน 3 ทางเลือก โดยแต่ละทางเลือกจะมีการศึกษาความ

เป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลในทางอุตสาหกรรมได้ตัดสินใจเลือกแนวทางที่สามารถดำเนินการได้จริง ทั้งนี้รายละเอียดของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดแสดงดังตารางที่ 4

หลังจากการพัฒนาข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) ของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด จำนวน -3- 3 ทางเลือก จากนั้นจึงนำข้อเสนอที่ได้ไประดมสมองร่วมกับโรงงานกรณีศึกษาเพื่อพิจารณาคัดเลือกแนวทางที่ทางโรงงานสามารถดำเนินการได้ โดยผลจากการระดมสมอง พบว่า การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ แก่พนักงานและการนำน้ำล้างชิ้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่ เป็นแนวทางที่ทางโรงงานเส้นยางยืดสามารถดำเนินการได้ทันทีและเป็นแนวทางที่ไม่มีค่าใช้จ่ายอีกด้วย

ตารางที่ 3 การคัดเลือกประเด็นปัญหาของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด

รายการ	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค		ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์		ความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม		ผลรวม	ลำดับ
	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก		
การใช้ไฟฟ้า	1	2	1	3	2	3	11	3
การใช้พลังงาน	2	2	1	3	2	3	13	2
การใช้น้ำ	3	2	3	3	1	3	18	1
การใช้สารเคมี	1	2	1	3	2	3	11	3
การใช้แปง	2	2	1	3	1	3	10	4
น้ำเสีย	1	2	1	3	2	3	11	3

ในส่วนของกระบวนการผลิตยางอนามัยนั้นได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อม คือ ปริมาณการใช้สารเคมี (กิโลกรัม) ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร) และ ปริมาณสารเคมี (กิโลกรัม) จากนั้นจึงนำมาจัดลำดับความสำคัญร่วมกับทางโรงงาน โดยรายละเอียดของการคัดเลือกประเด็นปัญหาของกระบวนการผลิตยางอนามัยแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) ของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด

ลำดับที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
1	พนักงานยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำ	จัดอบรมความรู้เกี่ยวกับการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงาน และควบคุมและติดตามผลการทำงานของพนักงานอยู่เสมอ	ไม่มี	ทันทีที่เริ่มดำเนินงาน
2	น้ำที่ถูกป้อนเข้าหม้อไอน้ำมีปริมาณมากเนื่องจากเกิดรอยรั่วของท่อส่งไอน้ำร้อนไปยังสายการผลิต และน้ำ Condensate ถูกปล่อยทิ้งโดยเปล่าประโยชน์	1. ซ่อมแซมบริเวณท่อส่งไอน้ำร้อน รวมไปถึงการตรวจสอบดูแลท่อไอน้ำร้อนไม่ให้มีรอยรั่วเป็นประจำทุกเดือน 2. การนำน้ำ Condensate กลับมาใช้ประโยชน์โดยส่งไปยังถังพักน้ำเพื่อนำกลับไปป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำอีกครั้ง	315,800 บาท	2.15 ปี ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้สามารถประหยัดได้ทั้งการใช้น้ำ และพลังงานไปพร้อมๆกัน
3	น้ำล้างผลิตภัณฑ์จำนวน 4 ครั้ง หลังจากการขึ้นรูปจะทำการทิ้งน้ำทั้งหมดเมื่อน้ำมีค่าความกรดในน้ำของการล้างในครั้งที่ 1 และ 2 สูงเกินกว่ามาตรฐาน	ทิ้ง/เปลี่ยนน้ำเฉพาะน้ำของการล้างครั้งที่ 1 และ 2 เท่านั้น และนำน้ำที่ผ่านการล้างครั้งที่ 3 และ 4 ซึ่งค่าความเป็นกรดยังไม่เกินมาตรฐานมาเป็นน้ำล้างครั้งที่ 1 และ 2 แทน ซึ่งทำให้น้ำที่ต้องทิ้ง/เปลี่ยนลดลงไปครึ่งหนึ่ง	ไม่มี	ทันทีที่เริ่มดำเนินงาน

จากผลการประเมินเบื้องต้นของเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยโรงงานกรณีศึกษาพบว่า การใช้น้ำยังคงเป็นประเด็นปัญหาสำคัญที่จำเป็นต้องพัฒนาแนวทางในการลดการใช้อย่างเร่งด่วนซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับกระบวนการผลิตเส้นยางยืด จากนั้นจึงนำผลการประเมินข้างต้นไปพัฒนาเป็นข้อเสนอด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด (CT options) จำนวน 3 แนวทาง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางที่สามารถดำเนินการได้จริง ทั้งนี้รายละเอียดของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยแสดงดังตารางที่ 5

หลังจากนั้นจึงนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) จำนวน 3 ทางเลือกของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัยที่พัฒนาขึ้นมาระดมสมองร่วมกับโรงงานกรณีศึกษา พบว่า การจัดอบรมด้านการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงาน การเพิ่มจำนวนก๊อกน้ำในกระบวนการผลิต และ การนำน้ำล้างชิ้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่เป็นแนวทางที่ทางโรงงานสามารถดำเนินการได้ทันทีและเป็นแนวทางมีค่าใช้จ่ายที่โรงงานยอมรับได้

ตารางที่ 4 การคัดเลือกประเด็นปัญหาของกระบวนการผลิตถุงยางอนามัย

รายการ	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค		ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์		ความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม		ผลรวม	ลำดับ
	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก		
การใช้สารเคมี	1	2	1	3	1	3	8	3
การใช้ไฟฟ้า	1	2	1	3	2	3	11	2
การใช้น้ำ	1	2	3	3	1	3	14	1
น้ำเสีย	1	2	1	3	2	3	11	3

ตารางที่ 5 ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) ของกระบวนการผลิตยางอนามัย

ลำดับที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	เงินลงทุน	ระยะเวลาดำเนินงาน
1	พนักงานยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำ	จัดอบรมความรู้เกี่ยวกับการใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงาน และควบคุมและติดตามผลการทำงานของพนักงานอยู่เสมอ	ไม่มี	ทันทีที่เริ่มดำเนินงาน
2	จุดเปิดก๊อกน้ำและจุดใช้น้ำอยู่ห่างกันทำให้พนักงานต้องเปิดก๊อกน้ำก่อนแล้วจึงลากสายยางไปจึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำเฉลี่ย 6.7 ลิตรต่อครั้ง (ทั้งหมด 15 จุด สูญเสีย น้ำ 100.5 ลิตรต่อครั้ง คิดเป็นมูลค่า 1601.97 บาท)	ติดตั้งก๊อกน้ำเพิ่มเติมในจุดที่ต้องการใช้ทั้ง 15 จุด	1,500 บาท	ทันทีที่เริ่มดำเนินงาน
3	น้ำล้างผลิตภัณฑ์จำนวน 4 ครั้ง หลังจากการขึ้นรูปจะทำการทิ้งน้ำทั้งหมดเมื่อน้ำมีค่าความกรดในน้ำของการล้างในครั้งที่ 1 และ 2 สูงเกินกว่ามาตรฐาน	ทิ้ง/เปลี่ยนน้ำเฉพาะน้ำของการล้างครั้ง 1 และ 2 เท่านั้น และนำน้ำที่ผ่านการล้างครั้งที่ 3 และ 4 ซึ่งค่าความเป็นกรดยังไม่เกินมาตรฐานมาเป็นน้ำล้างครั้งที่ 1 และ 2 แทน ซึ่งทำให้น้ำที่ต้องทิ้ง/เปลี่ยนลดลงไปครึ่งหนึ่ง	ไม่มี	ทันทีที่เริ่มดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

กาญจน์ ชูทอง และ จตุพร ดิสกุล. 2553. การลดปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิต line 3 และ line

4. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.

กิตติกร จามรดุสิต และ คณะ. 2551. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงนิเวศ

เศรษฐกิจของกลุ่มอุตสาหกรรม ในเขตพื้นที่มาบตาพุดจังหวัดระยอง สำนักงานสนับสนุนการวิจัย.

- กรมควบคุมมลพิษ. 2553. หลักการและวิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในการป้องกันมลพิษ.
กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพมหานคร.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553. ฝุ่นละอองและอากาศเสีย(ออนไลน์). สืบค้นจาก :
http://www2.diw.go.th/I_Standard/Web/pane_files/Industry13.asp (ออนไลน์)
[สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2553].
- ชีระวิทย์ รัตนพันธ์. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การเสริมศักยภาพกระบวนการผลิตน้ำยางข้น
สำหรับผลิตภัณฑ์ถุงมืออย่างด้วยประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
กรุงเทพมหานคร.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทย. 2553. สถิติยางของประเทศไทย. เข้าถึงได้ที่
http://www.rubbercenter.org/informationcenter/ststic/stat_thai.html#2 (ออนไลน์).
[30 พฤษภาคม 2554].
- สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ คณะ. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การเสริมศักยภาพการจัดการ
สิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมยางพาราไทย: กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ยางวงและเส้นยางยืด. สำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
จำกัด.
- Breedveld L, Timellini G., Casoni C, Fregni A, Busani G. 2007. Eco-efficiency of fabric filters in
the Italian ceramic tile industry. *Journal of Cleaner Production*. 15, 86-93.
- 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, K. and Keartpakprae, K. 2008. Eco-efficiency evaluation of the petroleum
And petrochemical group in the Map Ta Phut industrial estate, paper presented in The
International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT08), 28-30
May 2008, Penang, Malaysia.
- Charmondusit and Keartpakprae. 2011. Eco-efficiency evaluation of the petroleum and
petrochemical group in the map Ta Phut Industrial Estate, Thailand. *Journal of
cleaner Production*. 19, 241-252.
- English M., Castellucci M., Mynors B.D.J. 2006. Eco-efficiency of the cold roll formed product
supply chain. *Journal of Materials Processing Technology*. 177, 626-629.

- Ingaramo A, Heluane H, Colombo M, Cesca M. 2009. Water and wastewater eco-efficiency indicators for the sugar cane industry. *Journal of Cleaner Production*. 17, 487–495.
- Kharel GP. and Charmondusit K. 2008. Eco-efficiency Evaluation of Iron Rod Industry, Nepal. *Journal of Cleaner Production*. 16, 1379-1387.
- Maxime D, Marcotte M. and Arcand Y. 2006. Development of Eco-efficiency Indicators for The Canadian Food and Beverage Industry. *Journal of Cleaner Production*. 14, 636-648.
- 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
- Middelhaar CE.V., Berentsen P.B.M., Dolman M.A., Boer I.J.M.D. 2011. Eco-efficiency in the production chain of Dutch semi-hard cheese. *Livestock Science*. 139, 91–99.
- Muller and Sturm. 2001. Standardized Eco-efficiency Indicator Report 1 : Concept Paper. Switzerland
- Rattanapan C, TSThunwadee, W Ounsaneha. Development of Eco-efficiency Indicators for Rubber Glove Product by Material Flow Analysis. *Procedia Soc Behav Sci*, 2012 (in press).
- Schaffel S.B. E.L.L. 2010. The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil. *Journal of Cleaner Production*. 18, 1663-1670.
- 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*.

ภาคผนวก
คำชี้แจงต่อผู้ทรงคุณวุฒิ
ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

คำชี้แจงผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อ	ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	คำชี้แจง
ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1		
1	เนื้อหากระชับเกินไป ขาดข้อมูลปฐมภูมิเพื่อให้ผู้อื่นเห็นภาพรวมของข้อมูลและข้อมูลที่ขาดไปก็เป็น benchmark กับตนเอง	เนื่องจากข้อจำกัดของจำนวนหน้าของรายงานวิจัยจึงไม่สามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้อย่างละเอียด
2	ขอให้แนบบแบบสอบถาม รวมถึงข้อมูลดิบของโรงงาน และวิธีการได้คำตอบตามสมการ 1, 2 และ 3 ไว้ในภาคผนวกของรายงานฉบับสมบูรณ์ด้วย เพื่อให้ผู้สนใจสามารถเข้าใจและนำไปทำต่อได้	ได้เพิ่มแบบสอบถามของที่ใช้ในการเก็บรวบรวมไว้ในภาคผนวก แต่ไม่สามารถแยกข้อมูลดิบของแต่ละโรงงานได้เนื่องจากเป็นข้อตกลงกับทางโรงงานที่จะเสนอข้อมูลในภาครวม โดยข้อมูลดิบในส่วนของภาครวมนั้นได้แสดงไว้ในส่วนของตารางประกอบ
3	การเขียนรายงานยังเขียนแบบ technical paper มากเกินไป และควรมีข้อมูลเชิงปริมาณที่อ่านงาน ผลที่แสดงในรูปที่ 7, 8 นั้นดูยาก ขอแสดงเป็นตารางตัวเลข	เมื่อพิจารณารูปประกอบที่ 7 และ 8 อย่างละเอียดนั้นในส่วนท้ายของรูปจะมีตารางประกอบข้อมูลเชิงปริมาณอยู่แล้ว
4	หน้า 5 ข้อที่ 2 ควรเขียนให้ชัดเจนมากกว่านี้ และในวรรณคดีท้ายการ reuse นำล้างขึ้นสุดท้ายเป็นน้ำล้างขึ้นเริ่มต้น มีผลอะไรหรือไม่ อย่างไรต่อการผลิต ควรมีข้อมูลเชิงปริมาณด้วย	ในส่วนของหน้า 5 นั้นมีบทสรุปข้อผู้บริหารโดยรายละเอียดของการ reuse นำล้างขึ้นสุดท้ายนั้นแสดงในหน้าที่ 35
5	หน้าที่ 5 และ 6 “การใช้สารเคมีและการใช้น้ำ” คำที่ต้องการสื่อคือ “นั่นหรือน้ำ”	แก้ไขความหมายให้ถูกต้องในหน้าที่ 5
6	หน้า 28 บรรทัดที่ 6 ระบุว่า “กระบวนการผลิตเส้นยางยืดไม่เกิดการสูญเสีย” เป็นไปไม่ได้	แก้ไขความหมายให้ถูกต้องในหน้าที่ 28
7	ต้องมีการแสดงให้เห็นผลตอบแทนทางการเงิน ผู้ประกอบการจึงจะยอมรับและนำไปใช้	ได้ใส่รายละเอียดของเงินลงทุนและระยะเวลาคืนทุนในหน้า 35 และ 37

คำชี้แจงผู้ทรงคุณวุฒิ (ต่อ)

ข้อ	ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	คำชี้แจง
ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 2		
1	ควรเพิ่มข้อเสนอแนะต่อวิธีการวิจัย ว่ามีแนวทางปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างไรและควรมีการขยายผลโดยสร้างแบบกรอกข้อมูลและประเมินผลด้วยตัวเลข เพื่อใช้สำหรับโรงงานวิเคราะห์/ประเมินด้วยตนเอง	เพิ่มเติมแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยนี้ไว้ในภาคผนวกเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 3		
1	ขาดในส่วนของโรงงานต้นแบบที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพตามที่เสนอในวิธีการดำเนินการวิจัย	เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาของโครงการวิจัย เพื่อให้ได้แนวทางที่ดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ดังนั้นในการพัฒนาแนวทางด้วยเทคโนโลยีสะอาดทุกขั้นตอนจึงเป็นการพัฒนาร่วมกันกับทางโรงงานและต้องมีการเก็บรวมข้อมูลเชิงละเอียดกับทางโรงงานอีกครั้งหนึ่งด้วย
2	หน้า 31 บรรทัดที่ 3 “การเปลี่ยนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นตัวเงินด้วยการขาย” นั้นไม่สามารถทำได้ เนื่องจากบริษัทพยายามให้ของเสียที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งหากเกิดของเสียที่ขึ้นก็จะเป็นยางตายที่ถือเป็นข้อร้ายแรงหากนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อีก	ในส่วนของแนวทางนี้เป็นส่วนที่โรงงานกรณีศึกษาที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินงานจริงอยู่ ทั้งนี้กระบวนการผลิตของโรงงานส่วนใหญ่เน้นให้เกิดของเสียน้อยที่สุด แต่ก็ยังคงมีของเสียอยู่ทางโรงงานแปรรูปยางพาราชนิดอื่นจึงรับซื้อของเสียเหล่านี้ไปแปรรูปผลิตภัณฑ์อื่นที่ใช้คุณภาพยางพาราที่ต่ำกว่าในโรงงานอีกงานหนึ่ง

ภาคผนวก

แบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามข้อมูลประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด
ใช้ประกอบการดำเนินงานวิจัยของ
สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์:

เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของการผลิตเส้นยางยืดที่ผลิตจากน้ำยางข้นและเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตเส้นยางยืดต่อไป

คำชี้แจง :

- (1) สำหรับแบบสอบถามชุดนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญ ดังนี้
ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของหน่วยงาน/โรงงาน
ส่วนที่ 2 : ข้อมูลในส่วนกระบวนการผลิต
- (2) กรุณากรอกข้อมูลตามความเป็นจริงในช่องว่างที่กำหนดให้
- (3) โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

จึงเรียนมาเพื่อใคร่ขอความอนุเคราะห์ข้อมูล และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาสละเวลาในการตอบแบบสอบถามไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

ดร.ชีระวิทย์ รัตนพันธ์
อาจารย์ประจำสถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน
มหาวิทยาลัยมหิดล
หัวหน้าโครงการวิจัย

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของหน่วยงาน/โรงงาน

1.1 ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....
 ตำแหน่ง.....
 โทรศัพท์..... E-mail :

1.2 ชื่อหน่วยงาน/โรงงาน.....

1.3 สถานที่ตั้งของโรงงาน

เลขที่.....หมู่ที่.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

1.4ลักษณะที่ตั้งของโรงงาน มีดังนี้ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ มีชุมชนล้อมรอบโรงงานในรัศมี 500 เมตร
- ☐ ไม่มีชุมชนล้อมรอบโรงงานในรัศมี 500 เมตร
- ☐ มีพื้นที่เกษตรกรรมล้อมรอบ ระบุ..... (เช่น สวนยางพารา พืชไร่ เป็นต้น)
- ☐ ไม่มีพื้นที่เกษตรกรรมล้อมรอบ
- ☐ อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ ระบุ..... (เช่น แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น)
- ☐ ไม่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ

1.5กำลังการผลิตทั้งหมด..... (ตัน/ปี)

1.6เวลาประกอบกิจการ:วันละ.....กะ กะละ.....ชม.

ตั้งแต่เวลา.....ถึง..... และเวลา.....ถึง.....

ประกอบการสัปดาห์ละ.....วัน วันหยุดเฉลี่ยปีละ.....วัน

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลในส่วนกระบวนการผลิต

2.1 ปริมาณการใช้วัตถุดิบ สารเคมี พลังงาน และ ปริมาณของเสีย แยกย่อยตามกระบวนการผลิต
แต่ละขั้นตอนคิดเป็นรายปีดังนี้

● การพักน้ำยาง

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และสารเคมี						
- น้ำยางข้น		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
ปริมาณของเสีย						
- ยางแห้ง		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

● ถังน้ำยางคอมเพาวด์

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และสารเคมี						
- ปริมาณสารเคมี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- น้ำ		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ (LPG)		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		 / ปี		 / ปี		 / ปี
ปริมาณของเสีย						
- น้ำเสีย		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- อื่นๆ.....		 / ปี		 / ปี		 / ปี

● การดันยาง/จับด้วยยางด้วยกรด

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และ สารเคมี						
- กรดซिटริก		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
ปริมาณของเสีย						
- น้ำเสีย		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

● การล้างด้วยน้ำ

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และ สารเคมี						
- น้ำ		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
ปริมาณของเสีย						
- น้ำเสีย		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

● การอบแห้ง

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี

● การใส่ปุ๋ย

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และ สารเคมี						
- ปุ๋ย						
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
ปริมาณของเสีย						
- เศษปุ๋ย		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

● การทำให้เย็นและบรรจุ

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และ สารเคมี						
- บรรจุภัณฑ์		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
ปริมาณของเสีย						
- เส้นยางยืดที่เสีย		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- เศษบรรจุภัณฑ์		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

● ระบบบำบัดน้ำเสีย

ปี ชนิด	ปี 2552		ปี 2553		ปี 2554	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
ปริมาณของเสีย						
- น้ำเสีย		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- เศษตะกอนจากการบำบัด		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

หมายเหตุ :แหล่งที่มาของน้ำสะอาด 1) น้ำบาดาลปริมาณเฉลี่ย.....ลบ.ม./ปี
2) น้ำประปาปริมาณเฉลี่ย.....ลบ.ม./ ปี
3) น้ำจากแม่น้ำ/ ลำคลอง ปริมาณเฉลี่ย.....ลบ.ม./ ปี
4) น้ำจากแหล่งอื่น ระบุ.....

2.2 ปริมาณการผลิตของโรงงาน และมูลค่าผลิตภัณฑ์เส้นยางยืด

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
ปริมาณการผลิต						
- Size Small (S)		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- Size Medium (M)		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- Size Large (L)		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
รายได้จากการผลิต						
- Size Small (S)		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- Size Medium (M)		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- Size Large (L)		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

2.3 ชนิดปริมาณและมูลค่าของผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by products) ได้แก่

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
ปริมาณ						
- เศษยาง		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- ชิ้นงานเสีย		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- เศษบรรจุภัณฑ์		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
รายได้						
- เศษยาง		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- ชิ้นงานเสีย		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- เศษบรรจุภัณฑ์		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

หมายเหตุ: ข้อมูลที่ได้จากการกรอกแบบสอบถามนี้จะใช้เฉพาะในงานวิจัยของโครงการนี้เท่านั้น จะไม่มีการนำข้อมูล
และชื่อของหน่วยงาน/โรงงานไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงาน/ โรงงานก่อน

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูล

(ดร.ชีระวิทย์ รัตนพันธ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

แบบสอบถามข้อมูลประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตยางอนามัย
ใช้ประกอบการดำเนินงานวิจัยของ
สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์:

เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของการผลิตยางอนามัย
ผลิตจากน้ำยางชั้นและเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตยางอนามัยต่อไป

คำชี้แจง :

- (2) สำหรับแบบสอบถามชุดนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญ ดังนี้
ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของหน่วยงาน/โรงงาน
ส่วนที่ 2 : ข้อมูลในส่วนกระบวนการผลิต
(2) กรุณากรอกข้อมูลตามความเป็นจริงในช่องว่างที่กำหนดให้
(3) โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

จึงเรียนมาเพื่อใคร่ขอความอนุเคราะห์ข้อมูล และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาสละเวลาในการตอบ
แบบสอบถามไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

ดร.ชีระวิทย์ รัตนพันธ์
อาจารย์ประจำสถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน
มหาวิทยาลัยมหิดล
หัวหน้าโครงการวิจัย

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลในส่วนกระบวนการผลิต

2.1 ปริมาณการใช้วัตถุดิบ สารเคมี พลังงาน และ ปริมาณของเสีย เป็นรายปีดังนี้

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
วัตถุดิบ และสารเคมี						
- น้ำยางข้น		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- ปริมาณสารเคมี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
พลังงาน						
- ปริมาณการใช้ไฟฟ้า		kWh/ ปี		kWh/ ปี		kWh/ ปี
- ถ่านหิน		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- แก๊สธรรมชาติ (LPG)		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
น้ำ						
- ปริมาณการใช้น้ำ		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
ของเสีย						
- ยางแห้ง		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- ดุลงยางเสีย		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี
- น้ำเสีย		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี		ลูกบาศก์ เมตร/ ปี
- เศษบรรจุภัณฑ์		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี		กิโลกรัม/ ปี

2.2 ปริมาณการผลิตของโรงงาน และมูลค่าผลิตภัณฑ์ยางอนามัย

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
ปริมาณการผลิต						
- Size Small (S)		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- Size Medium (M)		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- Size Large (L)		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
รายได้จากการผลิต						
- Size Small (S)		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- Size Medium (M)		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- Size Large (L)		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

2.3 ชนิดปริมาณและมูลค่าของผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by products) ได้แก่

ปี ชนิด	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2555	
	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณ	หน่วย
ปริมาณ						
- เศษยาง		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- ชิ้นงานเสีย		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- เศษบรรจุภัณฑ์		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี		ตัน/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี
รายได้						
- เศษยาง		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- ชิ้นงานเสีย		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- เศษบรรจุภัณฑ์		บาท/ ปี		บาท/ ปี		บาท/ ปี
- อื่นๆ.....		/ ปี		/ ปี		/ ปี

หมายเหตุ: ข้อมูลที่ได้จากการกรอกแบบสอบถามนี้จะใช้เฉพาะในงานวิจัยของโครงการนี้เท่านั้น จะไม่มีการนำข้อมูล
และชื่อของหน่วยงาน/โรงงานไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงาน/ โรงงานก่อน

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูล

(ดร.ชีระวิทย์ รัตนพันธ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย