การศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน20 ในสังกัดการยางแห่งประเทศไทย ในอำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

A Feasibility Study of Investment on Wastewater Treatment System to Produce Biogas for production line of Standard Rubber 20 Factory under the Rubber Authority of Thailand in Amphoe Wang Sam Mo Changwat Udon Thani

โดย

นางสาวธนลักษมณ์ ศิรินภาทรัพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)
พ.ศ. 2559

ธนลักษมณ์ ศิรินภาทรัพย์ 2559: การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ในสังกัดการยางแห่งประเทศไทย ในอำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ: อาจารย์มนัทนันท์ ทวีวัฒน์, ปร.ด. 63 หน้า

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สำรวจกระบวนการผลิตและระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ในสังกัดการยางแห่งประเทศไทย ในอำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี (2) ศึกษารูปแบบและทางเลือกด้านเทคนิคในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิต (3) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านการเงินและ (4) ทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย การศึกษาใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการรวบรวมเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งทางอินเตอร์เน็ต ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ เครื่องมือทางการเงินที่ใช้ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, ดัชนีความสามารถในการทำกำไร, อัตราผลตอบแทนภายใน, อัตราผลตอบแทนภายในที่มีการปรับค่าแล้ว และการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน

ผลการศึกษาพบว่า 3 ขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตทั้งหมด 8 ขั้นตอนมีน้ำเสียเกิดขึ้น 150 ลูกบาศก์เมตรต่อการผลิตยาง 80 ตันต่อวัน น้ำเสียจำนวนนี้ถูกนำมาบำบัดด้วยบ่อเติมอากาศ 7 บ่อ เป็นการเพิ่มอ๊อกซิเจนให้น้ำเพื่อลดความสกปรก ทางเลือกใหม่เป็นบ่อหมักย่อยประยุกต์ให้น้ำเสียไหลตามแนวนอนปิดคลุมด้วยพลาสติกความหนาแน่นสูง เพื่อเก็บก๊าซชีวภาพที่ได้ 1,271 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเทียบเท่าก๊าซหุงต้ม 584 กิโลกรัมต่อวัน โดยใช้ 7 บ่อเดิมที่มีอยู่มาแปลงสภาพ ผลการศึกษาด้านการเงินที่อายุโครงการ 11 ปี และต้นทุนเงินทุนร้อยละ 5 ต่อปี พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 76,055 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 5.06 อัตราผลตอบแทนภายในที่มีการปรับค่าแล้วเท่ากับร้อยละ 5.03 และ ดัชนีกำไรเท่ากับ 1.00 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน ผลการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน บ่งชี้ว่าโครงการมีความเสี่ยงสูงต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากโครงการแทบไม่สามารถรับความเปลี่ยนแปลงในทางลบได้เลย

_____ _____ ____ / ____ /____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Thanalak Sirinapasub 2016: A Feasibility Study of Investment on Wastewater Treatment System to Produce Biogas for production line of Standard Rubber 20 Factory under the Rubber Authority of Thailand in Amphoe Wang Sam Mo Changwat Udon Thani. Master of Economics (Business Economics), Major Field: Business Economics, Department of Applied Economics. Independent Study Advisor: Mr. Kanatnan Thaweewat, Ph.D. 63 pages.

This study aimed to 1) explore production process and waste water treatment system of standard rubber 20 (STR 20) factory under Rubber Authority of Thailand in Amphoe Wang Sam Mo Changwat Udon Thani 2) study technical aspects of new alternative to treat waste water and to generate biogas supply. 3) perform financial feasibility and 4) test the ability to sustain change of the investment. The study used primary data obtained from participant observation and in depth interview and secondary data obtained from concerned academic papers of various sources including the internet. Both types of data were used in descriptive and quantitative analysis. The financial tools were net present value (NPV) internal rate of return (IRR) modified internal rate of return (MIRR) profitability index (PI) and switching value test (SVT).

The study result revealed that the first 3 out of 8 steps of production process created 150 cubic meter of waste water per STR 20 production of 80 ton per day. This amount of waste water was treated by 7 aerated lagoons to increase oxygen according to biochemical oxygen demand. The new alternative was modified covered lagoon (MCL) digester based on horizontal flow and covered with high density polyethylene plastic or polyvinyl chloride plastic. The MCL generated 1,271 cubic meter of biogas which was equivalent to 584 kilogram of liquefied petroleum gas by utilizing the same old 7 aerated lagoons. The financial result based on project life of 11 years and capital cost of 5 percent showed that NPV was 76,055 baht IRR was 5.06 percent MIRR was 5.03 percent and PI was 1.00. Thus the project was feasible. SVT result indicated that the project was risky and had to be closely supervised since the project was barely sustainable to change.

_____ _____ ____ / ____ / ____

Student's signature Independent Study Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและเรียบเรียงการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุงล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. ศุภชาติ สุขารมณ์ คณบดีคณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา, อาจารย์ ดร.พิษณุวัฒน์ ทวีวัฒน์ ผู้ทรงคุณวุฒิประจำคณะคณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา, ดร.ฆนัทนันท์ ทวีวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ประธานคณะกรรมการการดำเนินงานโครงการปริญญาโท และหัวหน้าภาควิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาชี้แนะและให้คำปรึกษามาตลอดการศึกษาปริญญาโท

ขอขอบพระคุณ การยางแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี ที่ได้ให้ข้อมูลและรายละเอียดที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณพี่เจ คุณภัทรพงศ์ วงศ์สุวัฒน์ ประธานรุ่น MBE11 ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำ รวมถึงขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโทสาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ (MBE) รุ่น 12 ทุกคนที่สนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา (นายยิ้น - นางทิพวรรณ ศิรินภาทรัพย์) และสมาชิกในครอบครัว รวมถึงญาติพี่น้อง และขอบคุณเพื่อนๆ ของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนตลอดเวลาในการศึกษาปริญญาโทและการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการนำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ไปใช้ ข้าพเจ้าขอยกคุณงามความดีแด่ผู้มีพระคุณที่กล่าวถึงทุกท่าน และหากมีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขอรับผิดชอบด้วยความเต็มใจเป็นอย่างยิ่ง

ธนลักษมณ์ ศิรินภาทรัพย์
พฤษภาคม 2559

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (4)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

ขอบเขตการศึกษา 7

วิธีการศึกษา 8

นิยามศัพท์ 13

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 15

ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา 15

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

กรอบแนวคิดในการศึกษา 29

บทที่ 3 สภาพทั่วไปของโรงงานและระบบบำบัดน้ำเสีย 30

สภาพทั่วไปและกระบวนการผลิตของโรงงานยางแท่งมาตรฐาน 20 30

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน 37

โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย 39

กระบวนการเปลี่ยนก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในการผลิต 45

การประมาณการผลตอบแทนและต้นทุนของโครงการ 45

บทที่ 4 ผลการศึกษา 48

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน 48

การทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลง 53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	55
สรุปผลการศึกษา	55
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	59
ภาคผนวก	61
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	63

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยปี 2558	1
2	สถิติผลผลิตยางธรรมชาติแยกตามประเภทของประเทศไทยปี 2542-2557	2
3	ปริมาณการส่งออกยางแท่งแยกตามชั้น ระหว่างปี 2552 - 2557	3
4	เปรียบเทียบราคาก๊าซหุงต้มที่ใช้ในอุตสาหกรรมและราคาซื้อก๊าซหุงต้มของโรงงานผลิตยางแท่ง มาตรฐาน 20 ระหว่างปี 2556 – 2558	5
5	ค่าเฉลี่ยของลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ออกจากโรงงานอุตสาหกรรม	43
6	ค่าน้ำเสียก่อนการบำบัดที่ปล่อยลงสู่บ่อที่ 1 ของการยางแห่งประเทศไทย โรงงานฝ่าย 5	44
7	เปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม (LPG) และจำนวนเงินที่ประหยัดได้	46
8	ต้นทุนในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ	47
9	ต้นทุนในการดำเนินงาน	47
10	ประมาณการงบกระแสเงินสดโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20	50
11	ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน	52
12	ผลการทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงของโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20	53

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผลผลิตยางธรรมชาติแยกตามประเภทของประเทศไทยปีระหว่างปี 2542 – 2557	2
2	โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4
3	บ่อปิดคลุมด้วยพลาสติก (Cover Lagoon)	5
4	กรอบแนวคิดในการศึกษา	29
5	ที่ตั้งโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย	30
6	บริเวณภายในโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20	31
7	กระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20	32
8	เครื่องลำเลียงยางก้อนถ้วย (Slab Cutter) ลงบ่อล้างที่ 1	33
9	ลำเลียงยางด้วยตะกร้าลงสู่บ่อล้างที่ 2	33
10	เครื่องตัดแบบใบคู่ Twin Screw Pre-breaker สำหรับตัด-สับยางก้อนถ้วย	34
11	เครื่องย่อยยางก้อนถ้วย (Intermediate Shredder)	34
12	เครื่องรีดยางก้อนถ้วย (Creper)	35
13	เครื่องตัดย่อยยางก้อนถ้วยอย่างละเอียด (Final-Shredder)	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	นำยางในตะกงเตรียมเข้าเตาอบ	36
15	ชั่งน้ำหนักยางแท่งก้อนละ 35 กิโลกรัม	36
16	เครื่องอัดยางแท่งมาตรฐาน 20	37
17	เครื่องสแกนโลหะและบรรจุหีบห่อ	37
18	น้ำเสียไหลลงสู่รางน้ำรองรับน้ำเสียที่ปล่อยจากการผลิตยางมาตรฐาน 20	38
19	ตะแกรงสำหรับกรองเศษใบไม้ ทราย กรวด จากน้ำเสียที่ออกจากการผลิต	38
20	น้ำเสียบ่อที่ 7	39
21	บ่อหมักย่อยประยุกต์ (Modified Covered Lagoon Digester ; MCL)	40
22	ตะแกรงสำหรับกรองเศษใบไม้ ทราย กรวด จากน้ำเสียที่ออกจากการผลิต	41
23	บ่อน้ำเสียที่จะปรับปรุง	41
24	พลาสติกปิดคลุมบ่อน้ำเสีย	42
25	ระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์เมื่อเกิดก๊าซชีวภาพปากบ่อจะขยายตัวขึ้น	42

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางพาราอันดับหนึ่งของโลก เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งอำนวยต่อการปลูกยาง นอกจากนี้วิถีชีวิตของคนไทยที่มีลักษณะพึ่งพาเกษตรกรรมเป็นหลักมาตั้งแต่สมัยประวัติศาสตร์ จึงมีความถนัดในด้านการทำเกษตรกรรมส่งผลให้มีการสร้างรายได้ให้เกษตรกรชาวสวนยางมากกว่า 1 ล้านครัวเรือน และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลของศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในปี 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 22.177 ล้านไร่ และมีเนื้อที่ที่สามารถกรีดได้ทั้งสิ้น 18.082 ล้านไร่ โดยในปี 2557 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตจากยางธรรมชาติ 4.271 ล้านตัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยปี 2558

จังหวัด	เนื้อที่กรีดได้ (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)
รวมทั้งประเทศ	18,082,915	4,271,827	236
ภาคเหนือ	659,135	99,204	151
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3,253,934	648,966	199
ภาคกลาง	2,167,301	491,090	227
ภาคใต้	12,002,545	3,032,567	253

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558)

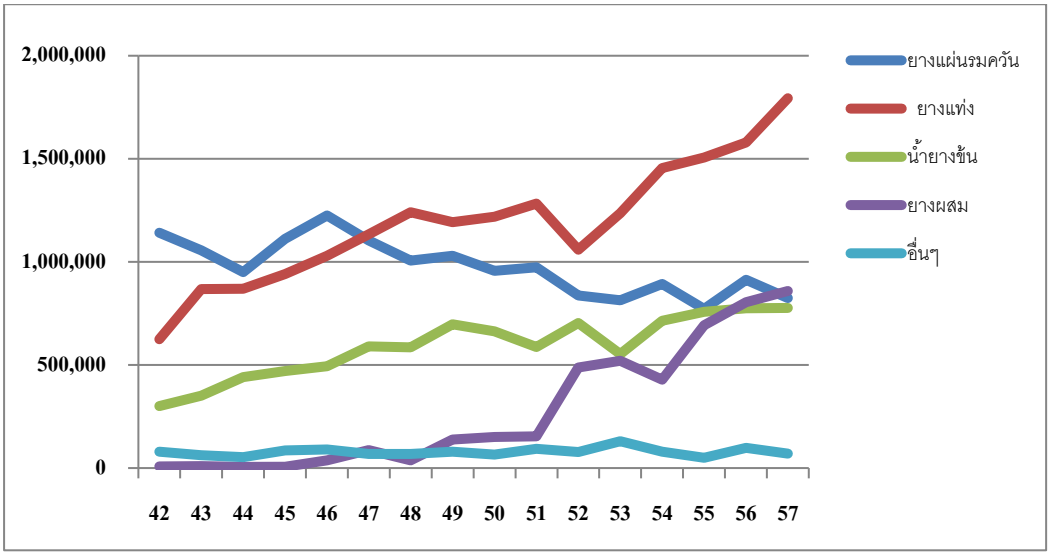
จากสถิติผลผลิตยางธรรมชาติพบว่าผลผลิตยางแยกตามประเภทต่างๆ ได้แก่ ยางแท่ง ยางผสม และน้ำยางข้น มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยยางแท่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากประเทศคู่ค้ามีแนวโน้มเปลี่ยนมาใช้ยางแท่งทดแทนยางแผ่นรมควันเป็นจำนวนมากเพราะยางแท่งมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งต่างจากยางแผ่นรมควันที่ใช้ดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่ในการวัดคุณภาพซึ่งไม่ได้มาตรฐาน และสามารถนำไปแปรรูปได้ง่ายสะดวกต่อการขนส่งเคลื่อนย้ายโดยเครื่องจักร ไม่ต้องเพิ่มความระมัดระวังมิให้เกิดการฉีกขาด อีกทั้งราคาโดยเฉลี่ยถูกกว่าราคายางแผ่นรมควันที่มีราคาสูง จากสถิติผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยแยกตามประเภท ระหว่างปี 2542 – 2557 พบว่าข้อมูลในการผลิตยางประเภทต่างๆมีปริมาณลดลงแตกต่างจากยางแท่งซึ่งมีผลผลิตเพิ่มมากเรื่อยๆ ซึ่งในปี 2557 มีปริมาณการผลผลิตถึง 1.793 ล้านตัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 2 และภาพที่ 1 (สถาบันวิจัยยาง, 2558)

ตารางที่ 2 สถิติผลผลิตยางธรรมชาติแยกตามประเภทของประเทศไทยปี 2542-2557

(หน่วย : เมตริกตัน)

ปี	ยางแผ่นรมควัน	ยางแท่ง	น้ำยางข้น	ยางผสม	อื่นๆ	รวม
2542	1,141,900	624,800	300,640	8,250	78,970	2,154,560
2543	1,055,900	868,200	350,975	9,700	61,712	2,346,487
2544	951,015	869,830	440,714	5,790	52,200	2,319,549
2545	1,111,420	940,400	470,800	6,984	85,500	2,615,104
2546	1,225,170	1,029,600	494,675	37,100	89,460	2,876,005
2547	1,104,180	1,134,030	590,890	86,544	68,649	2,984,293
2548	1,005,700	1,240,265	585,300	36,715	69,178	2,937,158
2549	1,028,930	1,192,055	697,980	138,163	79,865	3,136,993
2550	957,337	1,218,326	663,926	151,437	64,979	3,056,005
2551	973,273	1,282,036	587,047	154,485	92,910	3,089,751
2552	837,294	1,058,892	703,817	487,160	77,216	3,164,379
2553	813,033	1,235,802	552,841	520,355	130,104	3,252,135
2554	892,249	1,455,094	713,804	428,276	79,610	3,569,033
2555	771,993	1,505,651	757,364	693,210	49,792	3,778,010
2556	912,676	1,579,788	775,662	804,784	97,518	4,170,428
2557	824,030	1,793,945	776,597	858,818	70,585	4,323,975

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2558)



ภาพที่ 1 ผลผลิตยางธรรมชาติแยกตามประเภทของประเทศไทยปี ระหว่างปี 2542 - 2557

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2558)

ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการผลิตยางแท่งแบบที่ยอมรับโดยทั่วไปแบ่งการผลิตออกเป็น 8 ชั้น ได้แก่ ยางมาตรฐาน XL, ยางมาตรฐาน 5L,ยางมาตรฐาน 5, ยางมาตรฐาน 5CV, ยางมาตรฐาน 10, ยางมาตรฐาน10 CV, ยางมาตรฐาน 20 และ ยางมาตรฐาน20 CV ซึ่งในแต่ละชั้นจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป แต่จากการค้นคว้า พบว่าตลาดมีความต้องการยางมาตรฐาน 20 เป็นจำนวนมาก เนื่องจากคุณภาพที่ได้มีมาตรฐาน โดยการผลิตมีต้นทุนต่ำกว่ายางแผ่นและยางแท่งชนิดอื่นๆ ซึ่งในปี 2557 พบว่าการส่งออกของยางแท่งมาตรฐาน 20 มีการส่งออกเป็นจำนวนมากที่สุด ยางแท่งมาตรฐาน 20 สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น ยางรถยนต์ ยางกันกระแทกท่าเรือ สายพานต่างๆ รวมถึงยางที่ใช้ในงานวิศวกรรม ในปัจจุบันส่วนใหญ่ความต้องการมาจากอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ รถจักรยานยนต์ ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณการส่งออกยางแท่งมาตรฐาน XL 314 ตัน ยางมาตรฐาน 5L 4,237 ตัน ยางมาตรฐาน 5 292 ตัน ยางมาตรฐาน 10 81,697 ตัน ยางมาตรฐาน 20 1,402,696 ตัน ยางมาตรฐาน CV 25,767 ตัน ยางไม่ระบุชั้น 59,602 ตัน รวมปริมาณการส่งออกยางแท่งทั้งสิ้น 1,574,605 ตัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณการส่งออกยางแท่งแยกตามชั้น ระหว่างปี 2552 - 2557

(หน่วย : เมตริกตัน)

ปี	ยางมาตรฐาน XL	ยางมาตรฐาน 5L	ยางมาตรฐาน 5	ยางมาตรฐาน 10	ยางมาตรฐาน 20	ยางมาตรฐาน CV	ยางไม่ระบุชั้น	รวม
2552	650	10,546	-	54,472	735,085	114,624	35,197	950,574
2553	396	8,270	20	79,535	827,696	152,251	38,248	1,106,416
2554	328	7,392	-	92,128	1,137,468	17,829	45,669	1,300,815
2555	228	5,625	59	79,641	1,159,971	12,776	60,117	1,318,417
2556	164	5,253	222	71,735	1,255,000	15,512	44,376	1,392,262
2557	314	4,237	292	81,697	1,402,696	25,767	59,602	1,574,605

ที่มา: การยางแห่งประเทศไทย (2557)

จากการใช้ยางแท่งมาตรฐาน 20 และการผลิตยางขั้นต้นของเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งนิยมผลิตยางก้อนถ้วยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่โรงงานของภาคเอกชนยังมีจำนวนน้อย และการลงทุนในการจัดตั้งโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก ดังนั้น คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2553 ให้องค์การสวนยาง (อ.ส.ย.) ในขณะนั้น ดำเนินโครงการพัฒนาตลาดและแปรรูปยาง เพื่อเพิ่มมูลค่าตามนโยบายของรัฐบาลโดยก่อสร้างโรงงานยางแท่งมาตรฐาน 20 พร้อมติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดกำลังผลิต 20,000 ตันต่อปี เพื่อเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางพาราในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้มีแหล่งจำหน่ายผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ป้องกันการกดราคาของพ่อค้าและโรงงานเอกชนซึ่งผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ที่มา: Google map (2559)

ปัจจุบันโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ทั้ง 3 แห่งอยู่ในความดูแลของการยางแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นองค์กรที่เกิดจากควบรวมองค์กรภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับยางพารา 3 องค์กร คือ องค์การสวนยาง (อ.ส.ย.) สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) และสถาบันวิจัยยาง (สวย.) ของกรมวิชาการเกษตร เพื่อให้เป็นองค์กรกลางที่รับผิดชอบดูแลบริหารจัดการยางพาราของประเทศครบวงจรทั้งระบบ ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ทั้งการผลิต การแปรรูป การตลาด อุตสาหกรรม งานวิจัยและงานวิชาการ รวมถึงการพัฒนาเกษตรกร แต่การดำเนินงานของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ในจังหวัดอุดรธานีประสบปัญหาต้นทุนในการผลิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานของการยางแห่งประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในจังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดนครพนม โดยเฉพาะค่าเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากโรงงานมีระยะทางที่ห่างไกลจากคลังก๊าซหุงต้มในจังหวัดขอนแก่นประมาณ 160 กิโลเมตร ส่งผลให้มีต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตสูงกว่าราคาก๊าซหุงต้มทั่วไปประมาณ 1.21 บาท ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบราคาก๊าซหุงต้มที่ใช้ในอุตสาหกรรมและราคาซื้อก๊าซหุงต้มของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ระหว่างปี 2556 – 2558

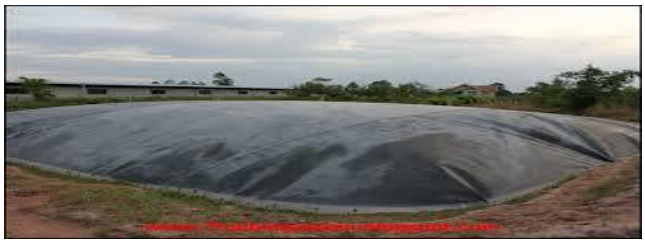
(หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม)

ปี	ราคาก๊าซหุงต้มทั่วไป	ราคาก๊าซหุงต้ม ณ โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 จ.นครพนม	ราคาก๊าซหุงต้ม ณ โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 จ.ศรีสะเกษ	ราคาก๊าซหุงต้ม ณ โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 จ.อุดรธานี
2556	29.74	30.69	30.60	30.95
2557	20.36	30.03	29.94	30.29
2558	23.38	24.33	24.24	24.59
เฉลี่ย	27.40	28.35	28.26	28.61

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2558)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวในข้างต้น ส่งผลให้โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของการยางแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี มีค่าใช้จ่ายในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 เพิ่มขึ้นเนื่องจากในขั้นตอนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 จำนวน 1 ตัน จะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม 17.55 กิโลกรัม ดังนั้นหากโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ผลิตเต็มกำลังการผลิต 20,000 ตันต่อปี โรงงานจะต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิต 351,000 กิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนในส่วนของเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 10,042,110 บาทต่อปี (20,000 ตัน x 17.55 กิโลกรัม x 28.61 บาท/กิโลกรัม)

ในปัจจุบันพบว่ามีการนำแนวคิดเรื่องเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม โดยการใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาให้แก่ผู้ประกอบการที่ต้องการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต รวมไปถึงลดปัญหามลพิษทางอากาศที่จะกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าว ได้แก่ ระบบปิดคลุมด้วยพลาสติก (Cover Lagoon) ซึ่งเป็นระบบบ่อบำบัดที่เก็บน้ำเสียที่มีค่าเกณฑ์มาตรฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียได้เป็นจำนวนมาก รวมถึงยังสามารถควบคุมไม่ให้กลิ่นของบ่อน้ำเสียกระจายไปยังบริเวณโดยรอบได้อีกด้วย ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 3 (วรางคณาง ม่วงนา, 2553)



ภาพที่ 3 บ่อปิดคลุมด้วยพลาสติก (Cover Lagoon)
ที่มา: www.thaibiogasgen.blogspot.com (2559)

ดังนั้น หากโรงงานสามารถปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียได้ จะทำให้โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน20 ของการยางแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี สามารถลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มได้ รวมทั้งยังเป็นการสร้างธรรมาภิบาลด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีให้กับชุมชนในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซหุงต้มกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ต้องใช้เงินลงทุนสูง ดังนั้นจึงควรศึกษาความเป็นไปได้ให้ละเอียดรอบคอบก่อนการนำเสนอเพื่อขออนุมัติงบประมาณในการตัดสินใจลงทุนในโครงการนี้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. สำรวจกระบวนการผลิตและระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

2. ศึกษาด้านเทคนิคของการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

3. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

4. ทดสอบการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่ง มาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การยางแห่งประเทศไทยสามารถนำข้อมูลจากการศึกษาไปใช้ประกอบการพิจารณาในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้แทนก๊าซหุงต้ม (LPG) ในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

2. สถาบันการเงินใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาสินเชื่อสำหรับการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานยางแท่งมาตรฐาน 20

3. ภาครัฐสามารถนำข้อมูลจากการศึกษาไปใช้ในการกำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 และพัฒนาอุตสาหกรรมยางพารา แก้ไขปัญหาและลดต้นทุนในการดำเนินงานได้

4. ผู้ที่สนใจได้ทราบถึงต้นทุนและผลตอบแทนจากการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบบำบัดน้ำเสียจากก๊าซชีวภาพในโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้จะศึกษาความคุ้มค่าของการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย ตำบลผาสุก อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี ที่มีการดำเนินการผลิตอยู่แล้ว โดยเป็นการศึกษาเพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อก๊าซหุงต้ม (LPG) ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของโรงงานในระยะยาว

2. ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคถึงกระบวนการในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 และระบบบำบัดน้ำเสียแต่เดิมของโรงงานที่จะปรับปรุงเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่เหมาะสมกับการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

3. การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ซึ่งจะใช้เครื่องมือที่มีการปรับมูลค่าของเงินตามเวลาเท่านั้น ได้แก่ การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทน (Net Present Value: NPV), อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR), อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว (Modified Internal Rate of Return: MIRR) และดัชนีความสามารถในการทำกำไร (Profitability Index: PI) รวมไปถึงการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test)

4. ระยะเวลาในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

5. จากการที่โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย ตำบลผาสุก อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี ได้จดทะเบียนภายใต้การยางแห่งประเทศไทย จึงไม่มีการเสียภาษีนำส่งกรมสรรพากร เนื่องจากเป็นหน่วยงานในสังกัดของภาครัฐ

วิธีการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วมที่โรงงานยางแท่งมาตรฐาน 20 อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี เพื่อศึกษาถึงกระบวนการผลิตยางแท่ง เช่นการล้างยางถ้วย กระบวนการรีดน้ำออกจากยางถ้วย และสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้บริหารจำนวน 1 ท่าน คือ นายภัทรพงศ์ วงศ์สุวัฒน์ หัวหน้างานบริหารความเสี่ยงและควบคุมภายใน รวมถึงสัมภาษณ์เชิงลึกเจ้าหน้าที่ของโรงงานจำนวน 3 ท่าน คือ ว่าที่ร้อยตรีอัยกร ปาฐวงศ์ และนายฤกษ์ชัย เลขทิพย์ เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านเทคโนโลยีในการผลิต และสัมภาษณ์นางสาวศิริพร ไพคำนาม เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านปริมาณน้ำเสียที่นำไปผลิตก๊าซของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการรวบรวมข้อมูล การศึกษาค้นคว้าจากงานวิทยานิพนธ์ งานวิจัย เอกสารทางวิชาการและเว็บไซต์ของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วยสภาพทั่วไปของการซื้อขายวัตถุดิบยางก้อนถ้วย ลักษณะยางก้อนถ้วยที่มีคุณภาพ จากสถาบันวิจัยยาง ในด้านข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐาน 20 จากองค์การสวนยาง, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และสถาบันวิจัยยาง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เป็นการศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ในข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งนำเสนอด้วยการเขียนบรรยายโดยมีรูปภาพประกอบและใช้เครื่องมือทางสถิติได้แก่ ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย โดยการศึกษาเชิงพรรณนา จะแบ่งเนื้อหาที่จะทำการศึกษาประกอบไปด้วย

1.1 เพื่ออธิบายสภาพทั่วไปของกระบวนการผลิตยางมาตรฐาน 20 ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ในขั้นตอนต่างๆ

1.2 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค เพื่อเลือกเทคโนโลยีและรูปแบบการลงทุนที่เหมาะสมในลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย ตำบลผาสุก อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือทางด้านการเงินมาใช้วิเคราะห์ได้แก่ การประเมินค่าโครงการในการลงทุน การวิเคราะห์

ความเสี่ยง ซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนปรับปรุงระบบบ่อบำบัดน้ำเสียว่า มีความคุ้มค่าที่จะลงทุนหรือไม่ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในข้อ 3 และ ข้อ 4 โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 ต้นทุนเงินทุน คือการเพิ่มเงินลงทุนโดยหาแหล่งเงินทุนจากภายนอกกิจการของโครงการ เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความเสี่ยงของโครงการ

2.2 การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทน (Net Present Value : NPV) คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งคำนวณด้วยการจัดทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุของโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน หรือคำนวณหา NPV จากความแตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนรวม และมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนรวม ทำการกำหนดระยะเวลาโครงการ (t) เริ่มต้นไว้ที่ 0 เพื่อเป็นการกำหนดเงินทุนไว้ต้นปีเพื่อป้องกันการขาดสภาพคล่องของโครงการ โดยหลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ ควรรับหรืออนุมัติเมื่อ NPV เท่ากับหรือมากกว่า 0 แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมที่จะลงทุนได้ แต่ถ้า NPV ของโครงการติดลบหรือมีค่าต่ำกว่าศูนย์ ไม่ควรรับหรืออนุมัติโครงการ

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{NB_t}{(1+WACC)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{IC_t}{(1+WACC)^t}$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)

NB_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

IC_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ ณ ปีที่ t (บาท)

WACC = ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาของโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

2.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือ ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีเป็นร้อยละของโครงการ หรืออัตราผลตอบแทนในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ โดย IRR คืออัตราส่วนลดภายในโครงการหรือก็คือ

อัตราผลตอบแทนที่โครงการได้รับจากการลงทุนไป หลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ รับทุกโครงการที่มีค่า IRR เท่ากับหรือสูงกว่าต้นทุนของเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จึงจะตัดสินใจลงทุนในโครงการนั้น ๆ

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{NB_t}{(1+r)^t} \quad \sum^{n} \quad \frac{IC_t}{(1+r)^t} = 0$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)

NB_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

IC_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ ณ ปีที่ t (บาท)

r = อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

2.4 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว (Modified Internal of Return : MIRR) โดยวิธี MIRR มีข้อสมมติว่าเงินลงทุนที่ได้ลงทุนเมื่อเริ่มโครงการหรือระหว่างการดำเนินโครงการนั้น จะนำมารวมเป็นเงินลงทุนในครั้งแรกโดยคิดต้นทุนค่าเสียโอกาสเท่ากับต้นทุนของเงินทุน ส่วนผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานที่ได้รับมาระหว่างการดำเนินโครงการนั้น จะนำไปลงทุนต่อจนปีสุดท้ายของโครงการ โดยได้รับอัตราผลตอบแทนเท่ากับต้นทุนของเงินทุนเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นจะนำมูลค่าของเงินที่ได้ในปีสุดท้ายมารวมกันเป็นมูลค่า ณ ปีสุดท้ายของโครงการ (Terminal Value : TV) และจะหาอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่า ณ ปีสุดท้ายของโครงการนี้เท่ากับเงินลงทุนครั้งแรกพอดีและอัตราส่วนส่วนนี้ก็คือ MIRR นั่นเอง ดังนั้นเกณฑ์การตัดสินใจ คือ รับทุกโครงการที่มีค่า MIRR มากกว่าหรือเท่ากับต้นทุนเงินทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักหรืออัตราคิดลดที่เหมาะสมของโครงการ แสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมและให้ความคุ้มค่าในการลงทุนโดย

$$MIRR = \left[\frac{\sum_{t=0}^{n} B_t (1+r_{t,n})^{n-t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r_{0,t})}} \right]^{1/n} - 1$$

เมื่อกำหนดให้

B_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

C_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ ณ ปีที่ t (บาท)

$r_{0,t}$ = ต้นทุนของเงินทุน (ร้อยละ)

$r_{t,n}$ = อัตราผลตอบแทนจากการนำเงินไปลงทุนซ้ำ (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

โดยมีข้อสมมติว่า $r_{0,t} = r_{t,n}$

2.5 ดัชนีความสามารถในการทำกำไร (Profitability Index : PI) คือ อัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิจาการดำเนินการต่อมูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุนเริ่มแรก โดยเกณฑ์การตัดสินใจ คือ จะยอมรับโครงการที่มีค่า PI มากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมื่อมีการปรับเป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยค่าเสียโอกาสของทุนโดย

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{NB_t}{(1+WACC)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{IC_t}{(1+WACC)^t}}$$

เมื่อกำหนดให้

PI = ดัชนีความสามารถในการทำกำไร (เท่า)

NB_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

IC_0 = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ (บาท)

WACC = ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

2.6 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test) (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542) โดยสามารถนำแนวคิดนี้มาวิเคราะห์สถานการณ์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจมีผลกระทบต่อการดำเนินโครงการ ซึ่งในที่สุดทำให้ต้นทุนหรือผลประโยชน์ของโครงการไม่เป็นไปตามคาดหวัง การวิเคราะห์จะใช้การเปลี่ยนข้อสมมติต่างๆ ไปในทิศทางที่คาดว่าอาจจะเกิดขึ้น ตัวแปรที่สำคัญจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้มากที่สุดเท่าไหร่ แล้ววิเคราะห์ผลตามข้อสมมติใหม่ เพื่อตรวจดูว่ายังสามารถยอมรับโครงการดังกล่าวได้อีกหรือไม่ โดยที่โครงการยังสามารถยอมรับได้ในระดับต่ำที่สุดคือ ค่า NPV เท่ากับศูนย์ ซึ่งชี้วัดจากเกณฑ์การวัดค่าโครงการเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง ดังนี้

2.6.1 การทดสอบค่าความเปลี่ยนแปลงทางด้านผลตอบแทนสุทธิ หมายความว่า ผลตอบแทนของโครงการสามารถลดลงได้มากที่สุดร้อยละเท่าใด ก่อนที่จะทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$SVT_B = \frac{NPV}{PVB} \text{ X } 100$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

PVB = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนของโครงการ

2.6.2 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการลงทุน หมายความว่า ผลตอบแทนของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละเท่าใด ก่อนที่จะทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$SVT_{IC} = \frac{NPV}{PVIC} \text{ X } 100$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

PVIC = มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการลงทุนของโครงการ

2.6.3 การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนในการดำเนินงาน หมายความว่า ผลตอบแทนของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละเท่าใด ก่อนที่จะทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$SVT_{OC} = \frac{NPV}{PVOC} \text{ X } 100$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

PVOC = มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนการดำเนินงานของโครงการ

2.6.4 การทดสอบความแปรเปลี่ยนด้านต้นทุนรวมสามารถเพิ่มขึ้นได้มากสุดเท่าไร ที่จะทำให้โครงการยังคงคุ้มค่าในการลงทุน

$$SVT_{C} = \frac{NPV}{PVC} \text{ X } 100$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

PVC = มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

นิยามศัพท์

ยางแท่ง (Block rubber) หมายถึง ยางที่ผ่านการย่อยเป็นชิ้นเล็กๆ และอบให้แห้งด้วยความร้อน แล้วจึงอัดเป็นแท่ง เป็นยางที่มีการกำหนดมาตรฐาน คุณสมบัติทางเทคนิคตามกระบวนการวิทยาศาสตร์

ยางแท่งมาตรฐาน 20 (Standard Rubber 20) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกรรมวิธีที่ได้มาตรฐาน เริ่มต้นจากการสรรหาและควบคุมวัตถุดิบอย่างเข้มงวดก่อนที่จะเข้ากระบวนการแปรรูปจนกระทั่งผลิตเสร็จ และมีการทดสอบคุณภาพด้วยห้องทดลองที่มีมาตรฐาน โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพคือ มีความกว้างxสูงxยาว ด้วยขนาด 35.5 x 70 x 16.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 35 กิโลกรัมต่อแท่ง และมีคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณสิ่งสกปรกไม่เกิน 0.16% ปริมาณเถ้าและปริมาณสิ่งระเหยไม่เกิน 0.80% ปริมาณไนโตรเจนไม่เกิน 0.60% ค่าความอ่อนตัวเริ่มแรก (Po) และดัชนีความอ่อนตัวของยาง(PRI) ไม่เกิน 30 และ 40

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) หมายถึง ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไร้อากาศ องค์ประกอบหลักของก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4)

ประมาณ 60-70 % ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38 % ก๊าซอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และไนโตรเจน (N_2) ประมาณ 2 % เป็นต้น

ระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์ (Modified Covered Lagoon Digester ; MCL) หมายถึง บ่อหมักย่อยที่ลักษณะการไหลของน้ำเสียเป็นแบบตามแนวยาวที่ถูกออกแบบให้มีลักษณะการหมักย่อยแบบต่อเนื่องกันไป

แผ่นพลาสติก High Density Polyethylene (HDPE) หมายถึง แผ่นพลาสติกที่มีความหนาเป็นพิเศษ

แผ่นพีวีซี Polyvinyl (PVC) หมายถึง แผ่นพลาสติก

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและด้านเทคนิคในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ทำการศึกษาที่ตำบลผาสุก อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี ผู้ศึกษาได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี รวมถึงประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

การวิเคราะห์และประเมินโครงการ (Project Analysis and Appraisal) คือ การรวบรวมวิเคราะห์โครงการ การนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินว่าควรจะมีหรือไม่มีโครงการ โดยเน้นการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการมีโครงการ เพื่อพิจารณาว่าควรจะดำเนินงานตามโครงการนั้นหรือไม่ ดังนั้นเมื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเบื้องต้นของโครงการดังกล่าวแล้ว ต้องทำการศึกษาความเป็นไปได้โดยละเอียด (Feasibility Study) คือ การศึกษาค้นคว้าและการจัดทำเอกสารที่ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็น ซึ่งแสดงถึงเหตุผลที่จะมาสนับสนุน (Justification) ความถูกต้องสมบูรณ์ (Soundness) ของโครงการ เพื่อให้โครงการเป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้ โดยเงื่อนไขที่สำคัญทางเศรษฐศาสตร์คือการใช้ทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการตัดสินใจในโครงการใดนั้น ต้องให้ผลประโยชน์ตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจะประกอบไปด้วยการศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542; หฤทัย มีนะพันธ์, 2550; จุไร ทัพวงษ์และคณะ, 2555)

1. ความเป็นไปได้ทางด้านตลาดหรืออุปสงค์ การวิเคราะห์อุปสงค์เป็นการตรวจสอบขนาดของอุปสงค์ในปัจจุบัน การจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตและปัจจุบันด้านราคา รวมถึงปริมาณของผลผลิต การนำเข้าและการส่งออกแล้วทำการคาดคะเนอุปสงค์ในอนาคต ซึ่งการคาดคะเนขนาดของอุปสงค์ทั้งหมดของผลผลิตหรือความต้องการต่อผลผลิตของโครงการนั้นๆ โดยคาดคะเนปริมาณที่คาดว่าจะขายได้โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น ค่าแนวโน้มในอดีต และแบบจำลองเศรษฐมิติ รวมถึงพิจารณาความสามารถในการตอบสนองความต้องการของตลาด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ก่อนที่จะทำการศึกษารายละเอียดของโครงการจะต้องคาดคะเนถึงปริมาณสินค้าหรือบริการที่สามารถผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ถ้าโครงการผลิตสินค้าและบริการขึ้นมาแล้วไม่มีตลาดรองรับ หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะทำให้โครงการมีรายได้และมีผลตอบแทนจากการลงทุนตามที่ต้องการ ก็ไม่มีเหตุผลที่จะลงทุนในการผลิตของโครงการดังกล่าว

2. ความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค คือ การพิจารณาข้อดี ข้อเสียด้านต่างๆ ด้วยการเลือกเทคนิคในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ขนาดของโครงการ ความประหยัดจากขนาด สถานที่ตั้งของโครงการ จำนวนประชากรและหน่วยงานที่จะได้รับประโยชน์จากโครงการนี้ รวมถึงประสิทธิภาพในการใช้ การดูแลรักษาระบบเทคโนโลยี ปริมาณวัตถุดิบ และการประมาณการต้นทุนการผลิตรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ซึ่งแต่ละเทคนิคอาจให้ผลตอบแทนแตกต่างกันได้ ดังนั้น เทคนิคการผลิตที่มีต้นทุนต่ำที่สุดก็ไม่จำเป็นว่าจะทำให้โครงการมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เราจึงควรเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละทางเลือกว่าทางเลือกใดดีที่สุด สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาเพิ่มเติม คือ เทคนิคที่เหมาะสมกับขนาดของอุปสงค์ที่มีต่อโครงการ และเหมาะสมกับสถานะทางการเงินของโครงการ

3. ความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่ได้รับความสำคัญมาก เพราะโครงการที่จะทำการปรับปรุงนั้นมีผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม หรือที่เรียกว่าผลกระทบภายนอกของโครงการ (External Economics) ซึ่งอาจมีทั้งทางด้านดี เช่น การปรับปรุงคุณภาพชีวิตของชุมชนใกล้เคียง ทางด้านลบ เช่น คุณค่าหรือทรัพยากรธรรมชาติได้รับความเสียหาย ประชากรในพื้นที่ได้รับความเดือดร้อนจากการดำเนินโครงการ ดังนั้นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่อาจจะส่งผลกระทบต่อโครงการ ซึ่งต้องนำผลกระทบดังกล่าวมาคิดเป็นผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายของโครงการด้วย เรียกว่า ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายทางอ้อม ซึ่งการคำนึงถึงผลกระทบนี้ จะนำไปสู่การเลือกสถานที่ตั้งและการออกแบบวางแผนโครงการที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustained Development)

4. ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ เป็นการศึกษาเพื่อจะดูว่าโครงการมีผลต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจทั้งระบบหรือไม่ หรือถ้ามี ผลที่เกิดขึ้นมีเพียงพอต่อการตัดสินใจให้มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดหรือไม่ ซึ่งการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจะประเมินมุมมองโดยส่วนรวมของระบบเศรษฐกิจ รวมถึงผลตอบแทน และต้นทุนแล้วจึงประเมินจากมุมมองของการเพิ่มหรือลดรายได้ประชาชาติหรือสินค้าและบริการขั้นสุดท้าย

5. ความเป็นไปได้ด้านการเงิน เป็นการศึกษาการลงทุนและผลตอบแทนของโครงการด้านผลกำไรทางการเงิน ซึ่งจะต้องมีการจัดทำงบการเงินต่าง ๆ เช่น งบกำไรขาดทุน งบดุล และงบกระแสเงินสดเพื่อกำหนดว่าโครงการจะมีเงินทุนเพียงพอต่อการดำเนินงานในอนาคตหรือไม่ สามารถทำกำไรให้แก่โครงการหรือมีความสามารถในการชำระหนี้ โดยใช้เครื่องมือที่สำคัญในการวิเคราะห์ ได้แก่ วิธีการปรับลดกระแสเงินสด (Discounted Cash Flow Method) การจัดเตรียมกระแสเงินสดของโครงการ การทำส่วนลดกระแสเงินสด การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ(IRR)

6. ความเป็นไปได้ด้านสถาบัน เป็นการประเมินจุดอ่อนจุดแข็งขององค์การต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติและการดำเนินงานของโครงการ เช่น ศักยภาพของบุคลากร วิธีการปฏิบัติงาน

อำนาจการตัดสินใจ รวมถึงนโยบาย โครงสร้างองค์กร การบริหารงาน เพื่อให้การบริหารงานในโครงการมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งแต่ละด้านจะต้องมีความสัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงหรือการตัดสินใจด้านใดด้านหนึ่งนั้น จะส่งผลกระทบไปสู่การพิจารณาหรือการตัดสินใจด้านอื่น ๆ ด้วย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียก๊าซชีวภาพจากโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานีในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์โครงการด้านเทคนิค และวิเคราะห์โครงการด้านการเงินเป็นหลัก เนื่องจากการวิเคราะห์โครงการด้านเทคนิค จะทำให้ทราบถึงเทคนิคที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 เช่น ปริมาณก๊าซที่ได้ เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิต และการประมาณการต้นทุนในการลงทุน และต้นทุนในการดำเนินงาน สำหรับการวิเคราะห์โครงการด้านการเงินจะต้องจัดทำงบการเงินต่าง ๆ เช่น งบกระแสเงินสด งบกำไรขาดทุน เพื่อกำหนดว่าโครงการจะต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนเท่าใด การวิเคราะห์งบกระแสเงินสด การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนของโครงการ เนื่องจากการยางแห่งประเทศไทยเป็นหน่วยงานของภาครัฐจึงไม่มีการคำนวณภาษีนำส่งกรมสรรพากร ในงบการเงินจึงไม่มีการคิดคำนวณภาษี และสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านตลาดไม่ได้ทำการศึกษา เนื่องจากเป็นการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงงานเพื่อนำมาลดต้นทุนในการซื้อก๊าซหุงต้ม (LPG) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของโรงงาน

การวิเคราะห์โครงการด้านเทคนิค

การวิเคราะห์โครงการด้านเทคนิคหรือด้านวิศวกรรมเป็นการวิเคราะห์เพื่อดูความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility) รวมถึงการวิเคราะห์ความถูกต้องเหมาะสม (Soundness) ของทางเลือกทางด้านเทคนิคและวิศวกรรม รวมทั้งความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของทางเลือกเหล่านั้น เพื่อนำไปสู่การประมาณการต้นทุนที่ถูกต้องสมเหตุสมผล และบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542; หฤทัย มีนะพันธ์, 2550; จุไร ทัพวงษ์ และคณะ, 2555) ซึ่งการวิเคราะห์ต้องพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ

1. การเลือกเทคโนโลยีในการผลิต สามารถพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ คือ ความสอดคล้องกับขนาดการผลิต และคุณภาพของผลผลิตที่ต้องการ รวมทั้งความเหมาะสมของวัตถุดิบที่หาได้ โดยผ่านการทดลองมาแล้วอย่างดี และเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนามาแล้ว ไม่ล้าสมัยในเวลาอันสั้น อายุการใช้งาน มีความสะดวกต่อการใช้งาน การบำรุงรักษา และการจัดหาอะไหล่ ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากเกินไป จากที่กล่าวมาจะช่วยให้ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) และยังสามารถใช้วัตถุดิบ แรงงานในท้องถิ่นนั้นได้ สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมในท้องถิ่น

2. การเลือกขนาดของโครงการ สามารถพิจารณาจากขนาดของโครงการ แนวโน้มของตลาดในอนาคต การผลิตและต้นทุนค่าใช้จ่ายของโครงการ ราคาของผลผลิต ต้นทุนการจำหน่ายผลผลิต ความประหยัดที่เกิดจากการเพิ่มการผลิตในอนาคต ซึ่งจะนำไปสู่การจัดขั้นตอน (Phasing) ของโครงการ รวมถึงความสามารถทางด้านการบริหารและดำเนินงานเงินทุนในการดำเนินงาน โดยการพิจารณาใช้หลักความมีประสิทธิผลของต้นทุน (Cost Effectiveness)

3. การเลือกสถานที่ตั้งของโครงการ ควรเลือกสถานที่ตั้งให้ได้รับผลตอบแทนมากที่สุด หรือเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด และควรมีความสัมพันธ์กับค่าขนส่ง ซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนปัจจัยในการผลิต ปัจจัยทางสังคมการเมือง จำนวนแรงงาน ศักยภาพการเติบโตของตลาด สถานที่ตั้งของคู่แข่งขัน กฎหมายผังเมืองระเบียบข้อบังคับ ราคาที่ดิน รวมทั้งจะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการขยายตัวของกิจการ และการขยายตัวของธุรกิจเดียวกันในอนาคต

4. การเลือกจังหวะเวลาการลงทุน ควรเลือกจังหวะเวลาที่มีปัจจัยในการสนับสนุนพร้อม เช่น ฝ่ายการเมือง โครงการหรือนโยบายภาครัฐ หรือมีงบประมาณ มากกว่าเหตุผลความเหมาะสมด้านระยะเวลาที่จะเริ่มดำเนินการ

5. การออกแบบวางผังโครงการ คือ การกำหนดรูปแบบ การวางตำแหน่งของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต อาคารและสิ่งก่อสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่พร้อมไว้รองรับการขยายโครงการและเทคโนโลยีรุ่นใหม่ที่จะนำเข้ามาใช้ในอนาคต รวมถึงความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายและการไหลเวียนของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การดำเนินงาน สถานที่จัดเก็บวัตถุดิบ สินค้าสำเร็จรูป และระบบสาธารณูปโภค ต้องพิจารณาร่วมกับการปฏิบัติตามกฎหมายผังเมือง เช่นลักษณะรูปแบบอาคาร รูปแบบทางสถาปัตยกรรม

6. กำหนดการดำเนินงาน คือ การจัดทำกำหนดการดำเนินงานต่างๆที่ง่ายต่อความเข้าใจ ช่วยในการติดตาม และการควบคุมงานโครงการได้อย่างต่อเนื่อง โดยการประมาณการทางด้านเวลาและค่าใช้จ่าย การจัดเตรียมแผนปฏิบัติงาน มีเครื่องมือที่นำมาใช้ คือ PERT (Program Evaluation and Review Technique) และ CPM (Critical Path Method) สำหรับโครงการทั่ว ๆ ไป การจัดทำแผนภูมิแท่ง (Bar Charts) หรือแผนภูมิแกนต์ (Gantt Charts)

การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค และการประมาณการต้นทุนจะมีความสัมพันธ์ต่อกัน ในการวิเคราะห์เพื่อเลือกทางเลือกด้านเทคนิคจึงต้องมีการประเมินทางเลือกในรูปของต้นทุน โดยจะนำต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์มาพิจารณาร่วมด้วย กล่าวคือ นอกจากจะรวมต้นทุนทางบัญชีซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่มีการจ่ายออกไปจริงในรูปของเงินสด (Explicit Cost) ยังรวมถึงค่าใช้จ่ายที่ไม่ชัดแจ้ง และไม่มีการจ่ายออกไปจริงเป็นเงินสดด้วย (Implicit Cost) นอกจากนั้นยังนำค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่เกิดจากการมีโครงการแล้วส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่อยู่ภายนอกโครงการ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มาคิดเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการเช่นเดียวกัน ดังนั้นค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่กล่าวมาจึง

เป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการโดยที่การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคในการเลือกเทคโนโลยีหรือเครื่องจักร จะมีความแตกต่างกันไป การคำนวณเงินลงทุน อายุการใช้งาน และค่าดำเนินงาน รวมทั้งค่าบำรุงดูแลรักษา จึงมีความยากในการประมาณการค่าใช้จ่าย

ดังนั้นหลักการที่ใช้กำหนดขนาดที่ดีที่สุดมี 2 วิธี คือ 1) วิธีต้นทุนต่ำสุด คือการกำหนดขนาดต่ำสุดของโครงการ และความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ ขั้นตอนต่อไป คือการกำหนดขนาดที่แน่นอนของโครงการ เพื่อการดำเนินงานให้สอดคล้องกับขนาดของตลาด โดยประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่ำสุดตลอดอายุโครงการ 2) วิธีผลตอบแทนสูงสุด โดยประยุกต์ได้ 3 กรณี คือ กรณีที่หนึ่งเป็นโครงการประเภทเดียวกัน กรณีที่สองเป็นการเลือกโครงการขนาดเล็กมาเริ่มดำเนินการก่อน และกรณีที่สามเป็นการเลือกขนาดที่ดีที่สุด (Optimum Scale) (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542) ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ทำการคัดเลือกวิธีที่ดีที่สุดทางด้านเทคนิคในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี โดยจะทำการศึกษาเกี่ยวกับ การเลือกทำเลที่ตั้ง เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต และการออกแบบวางผังระบบ

การวิเคราะห์โครงการด้านการเงิน

การวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงิน เป็นกระบวนการวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายในรูปตัวเงินของโครงการ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542; หฤทัย มีนะพันธ์, 2550; Koh, Ang, Brighamand Ehrhardt., 2014) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อประเมินความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน และความสามารถในการทำกำไรให้แก่ผู้เป็นเจ้าของโครงการ นั่นคือโครงการสามารถก่อให้เกิดรายได้คุ้มค่าต่อค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ซึ่งมีอัตราผลตอบแทนที่ดี โดยประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน

2. เพื่อประเมินขีดความสามารถในการบริหารทางด้านการเงิน การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะการจัดการด้านเงินทุน และการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ ต้นทุน ผลตอบแทน การเลือกอัตราส่วนลด ผลตอบแทนสุทธิ กระแสเงินสดของโครงการ มูลค่าเงินตามเวลา หลักเกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยงและสภาวะที่ไม่แน่นอน ได้แก่

3.1 ต้นทุนโครงการ หมายถึง มูลค่าของปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินการของโครงการ ซึ่งก็คือจำนวนเงินทั้งหมดที่โครงการจ่ายในการจัดหาปัจจัยการผลิตซึ่ง

ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่สามารถมองเห็นได้ชัดแจ้งในรูปของเงินสด (Explicit Cost) และค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดแจ้ง (Implicit Cost) ในต้นทุนของโครงการจึงมีความหมายกว้าง คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม

3.2 ผลตอบแทนจากการลงทุน คือ สิ่งที่นักลงทุนได้รับจากการดำเนินงานตลอดอายุของโครงการ ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของกระแสเงินสดสุทธิที่ได้รับ

3.3 การประมาณการกระแสเงินสดทางการเงิน เป็นการหากระแสผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดทางการเงิน หรือ ค่าใช้จ่ายและรายรับที่เกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการ โดยการกำหนดอายุของโครงการจะกำหนดจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรเป็นหลัก แต่ก็ไม่ควรเกิน 25 ปี เพราะเมื่อคิดลดแล้วมูลค่าเงินในปัจจุบันจะน้อยมากจนไม่มีนัยสำคัญ การประมาณการกระแสเงินสดเรานิยมใช้ราคาคงที่ตลอดอายุโครงการ (Real Price) เนื่องจากการคาดการณ์เงินเฟ้อในอนาคตทำได้ยาก โดยความแตกต่างระหว่างกระแสรายรับ และกระแสรายจ่ายของโครงการ คือ กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow) หรือกระแสผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) โดยทั่วไปจะจัดทำอยู่ในรูปของตารางที่แสดงถึงการประมาณการของต้นทุนหรือรายจ่าย (Outflow) และประมาณการผลตอบแทนและรายรับ (Inflow) ปีต่อปี ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

กระแสเงินสด = ผลตอบแทนต่อปี – ค่าใช้จ่ายต่อปี

การประมาณการกระแสเงินสดกำหนดไว้เป็นรายปี เนื่องจากกำหนดกระแสเงินสดเป็นรายวันจะมีความถี่มาก ทำให้การประมาณการมีโอกาสเกิดความผิดพลาดสูงสำหรับเงินทุนเริ่มต้นจะถูกกำหนดไว้ในต้นปีที่ดำเนินโครงการ เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการขาดสภาพคล่องของโครงการ ส่วนต้นทุนการดำเนินงานและผลตอบแทนจะถูกกำหนดไว้ตอนสิ้นปี เพราะการสรุปไว้ช่วงสิ้นปีทำให้เราทราบถึงกระแสเงินสดสุทธิที่แน่นอนตลอดอายุของโครงการในแต่ละปีว่ากระแสเงินสดนั้นเกิดจากรายการใดบ้าง และกระแสเงินสดสุทธิจะแตกต่างจากกำไร ส่วนหนึ่งเป็นเพราะไม่ได้แยกเผื่อค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ไว้ต่างหาก แต่รวมค่าเสื่อมราคาไว้ และด้วยเหตุนี้ค่าเสื่อมราคาจึงไม่ปรากฏในการคำนวณต้นทุนโครงการ นอกจากนั้นกระแสเงินสดที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการลงทุนจึงแตกต่างจากที่นักบัญชีใช้ ในทางภาษาบัญชีกระแสเงินสดจะเป็นผลรวมของกำไรบวกด้วยค่าเสื่อมราคาที่เผื่อไว้ โดยทั่วไปจะเป็นกำไรหลังหักภาษี ลักษณะสำคัญของผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดก็คือ จะรวมผลตอบแทนของทุนและผลตอบแทนการใช้ทุนเข้าไว้ด้วยกัน คือ ไม่หักค่าเสื่อมออกจากผลตอบแทน และไม่ได้เผื่อดอกเบี้ยของทุนที่นำไปใช้ ซึ่งในส่วนที่ไม่ได้หักค่าเสื่อมราคาเพราะกระแสผลตอบแทนสุทธิได้เผื่อให้กับผลตอบแทนของทุนไว้แล้วตลอดอายุของโครงการ และที่ไม่ได้หักดอกเบี้ยของเงินทุนที่นำมาใช้ก็เพราะผลจากการทำส่วนลดหรือผลลัพธ์ของกระแสเงินสดที่ปรับค่าด้วยต้นทุนของเงินทุนก็คือเผื่อผลตอบแทนจากการใช้ทุนไปแล้ว(ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542; หฤทัย มีนะพันธ์, 2550)

3.4 การกำหนดอัตราส่วนลด ในการวิเคราะห์โครงการด้านการเงิน จะมีเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนอยู่ 2 ประเภท คือ 1) เกณฑ์แบบไม่ปรับมูลค่าตามเวลาซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ไม่นำเวลาเข้ามาเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดมูลค่าของเงินตรา (Value of Money) อันจะมีผลให้มูลค่าเงินในอนาคต (Future Value) เท่ากับมูลค่าเงินในปัจจุบัน (Present Value) และ 2) เกณฑ์แบบปรับมูลค่าตามเวลา ซึ่งเป็นกระบวนการที่คิดเอาเงินลงทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่แตกต่างกันมาปรับให้อยู่ในรูปของเวลาปัจจุบัน เนื่องจากข้อเท็จจริงที่ว่าโครงการส่วนใหญ่มักมีอายุโครงการมากกว่า 1 ปี มูลค่าของเงินจึงมีความแตกต่างกัน จึงเป็นการยากที่จะตัดสินใจว่าลงทุนโครงการใดเหมาะสมต่อการลงทุน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะใช้เกณฑ์การตัดสินใจแบบปรับมูลค่าตามเวลา เพราะมูลค่าของเงินในปัจจุบันและในอนาคตจะมีมูลค่าไม่เท่ากัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ มูลค่าของเงินในอนาคต 1 บาท ในอีก 1 ปีข้างหน้า จะมีค่าน้อยกว่าเงิน 1 บาทในวันนี้ เพื่อทำให้ต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในปีต่าง ๆ ในอนาคต สามารถนำมารวมด้วยกันแล้วทำการเปรียบเทียบได้ จึงมีการปรับลดต้นทุนและผลประโยชน์ในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) โดยให้ตั้งอยู่บนฐานเดียวกันในปัจจุบัน หรือเวลาที่เป็นศูนย์ ซึ่งกระบวนการปรับค่าของเวลาดังกล่าว คือการหักลดมูลค่าของเงินที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วยอัตราคิดลด (Discount Rate) ซึ่งการเลือกใช้อัตราคิดลดควรเลือกอัตราคิดลดที่เหมาะสม ไม่สูงหรือต่ำเกินไป ถ้าหากสูงเกินไปจะทำให้มีการลงทุนในระบบเศรษฐกิจน้อยกว่าที่ต้องการ เพราะจะทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินต่ำเกินไป แต่ถ้ากำหนดให้อัตราคิดลดต่ำเกินไป จะทำให้มีการตัดสินใจลงทุนในโครงการที่ให้ผลประโยชน์ต่ำไป หรือโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันของเงินสูงเกินไป ดังนั้นในการกำหนดอัตราคิดลดที่เหมาะสม ได้แก่ต้นทุนของเงินทุนของโครงการ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542; หฤทัย มีนะพันธ์, 2550) โดยในงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ต้นทุนเงินทุน

อัตราคิดลดที่พิจารณามี 2 แบบ คือ 1) อัตราคิดลดที่แท้จริง (Real Discount Rate) ใช้ในกรณีที่ราคาปัจจัยการผลิตและราคาผลผลิตเป็นราคาคงที่ โดยมีการปรับลดค่าอัตราดอกเบี้ยในตลาดด้วยอัตราเงินเฟ้อที่คาดหมายในระบบเศรษฐกิจ 2) อัตราคิดลดตลาด (Nominal Discount Rate) ใช้ในกรณีที่ราคาปัจจัยการผลิต และราคาผลผลิตเป็นราคาตลาด การทำส่วนลดจะเริ่มตั้งแต่ปีที่ 1 หรือเริ่มปีที่ 2 จะให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่แตกต่างกัน ถ้าเริ่มทำส่วนลดตั้งแต่ปีที่ 1 นั้นเหตุผลเพราะในทางปฏิบัติ ต้นทุนและค่าใช้จ่ายไม่ได้เกิดขึ้นในวันเดียว แต่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงานในแต่ละปี การวิเคราะห์โครงการจะใช้ระบบการลงบัญชีปลายปีไม่ใช่ต้นปี

3.5 หลักเกณฑ์ในการประเมินโครงการ เมื่อเลือกเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุน และเลือกอัตราคิดลดที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิเคราะห์โครงการจะประเมินความคุ้มค่าของโครงการ โดยมีหลักเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

3.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value : NPV) คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งคำนวณด้วยการจัดทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุของโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน หรือคำนวณหา NPV จากความ

แตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนรวม และมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนรวม ทำการกำหนดระยะเวลาโครงการ (t) เริ่มต้นไว้ที่ 0 เพื่อเป็นการกำหนดเงินทุนไว้ต้นปีเพื่อป้องกันการขาดสภาพคล่องของโครงการ โดยหลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ ควรรับหรืออนุมัติเมื่อ NPV เท่ากับหรือมากกว่า 0 แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมที่จะลงทุนได้ แต่ถ้า NPV ของโครงการติดลบหรือมีค่าต่ำกว่าศูนย์ ไม่ควรรับหรืออนุมัติโครงการ ข้อดีของการประเมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) เป็นวิธีที่คำนึงถึงความสำคัญของมูลค่าเงินตามเวลา โดยมีการคิดมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดตลอดอายุของโครงการ 2) ในกรณีที่จะต้องเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งจะมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่น 3) เป็นวิธีที่สามารถพิจารณาความเสี่ยงด้านสภาพคล่องหรือกระแสเงินสดในอนาคตได้ ส่วนข้อเสียของการประมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) ไม่สามารถบอกได้ว่าโครงการใดจะให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนที่ลงทุนคุ้มค่ามากกว่ากัน บอกได้เพียงผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการ 2) ในทางปฏิบัติการประเมินความคุ้มค่าโดยวิธีนี้อาจมีความคาดเคลื่อนได้ เนื่องจากตามทฤษฎีผลตอบแทนที่ได้รับในปีแรก ๆ จะถูกนำมาลงทุนต่อโดยได้รับอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการคงที่ตลอดอายุโครงการ

$$NPV \quad \sum_{t=0}^{n} \frac{NB_t}{(1+WACC)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{IC_t}{(1+WACC)^t}$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(บาท)

NB_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

IC_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ ณ ปีที่ t (บาท)

WACC = ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาของโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

3.5.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คืออัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีเป็นร้อยละของโครงการ หรืออัตราผลตอบแทนในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ โดย IRR คืออัตราส่วนลดภายในโครงการ หรือก็คืออัตราผลตอบแทนที่โครงการได้รับจากการลงทุนเป็นอัตราดอกเบี้ยสูงสุดที่โครงการสามารถจ่ายให้กับทรัพยากรที่ใช้ สำหรับหลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ รับทุกโครงการที่มีค่า IRR เท่ากับหรือสูงกว่าต้นทุนของเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก หรือ ค่าเสียโอกาสของทุน จึงจะตัดสินใจลงทุนในโครงการนั้น

ๆ ข้อดีของการประมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) เป็นวิธีที่บ่งบอกถึงอัตราผลตอบแทนของโครงการเป็นร้อยละ ซึ่งเข้าใจง่าย สะดวกต่อการอ้างอิง 2) เป็นวิธีที่สามารถบ่งบอกถึงความปลอดภัยของการลงทุนของโครงการ เพราะถ้า IRR มากจะทำให้โอกาสของการขาดทุนน้อยลง ส่วนข้อเสียของการประเมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) หากกระแสเงินสดของโครงการไม่ปกติ (-) ค่าที่ได้จะมีหลายค่าทำให้การประเมินความคุ้มค่าอาจผิดพลาดได้ 2)ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับโครงการที่มีขนาด และระยะเวลากระแสเงินสดรับแตกต่างกัน 3) มีวิธีการคำนวณยุ่งยากกว่าวิธีอื่น

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{NB_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{IC_t}{(1+r)^t} = 0$$

เมื่อกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(บาท)

NB_t = ผลตอบแทนจากการดำเนินงาน

IC_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ ณ ปีที่ t (บาท)

r = อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

3.5.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว (Modified Internal Rate of Return : MIRR) โดยมีข้อสมสติว่า เงินลงทุนที่ได้ลงทุนเมื่อเริ่มโครงการหรือระหว่างดำเนินโครงการจะนำมารวมเป็นเงินลงทุนในครั้งแรก โดยคิดต้นทุนค่าเสียโอกาสเท่ากับต้นทุนของเงินทุน ส่วนผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานที่ได้รับมาระหว่างดำเนินโครงการนั้น จะนำไปลงทุนต่อจนถึงปีสุดท้ายของโครงการ โดยได้รับอัตราผลตอบแทนเท่ากับต้นทุนของเงินทุนเช่นเดียวกัน จากนั้นจะนำมูลค่าของเงินที่ได้ในปีสุดท้ายมารวมกันเป็นมูลค่า ณ ปีสุดท้ายของโครงการ (Terminal Value : TV) และหาอัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่า ณ ปีสุดท้ายของโครงการเท่ากับเงินลงทุนครั้งแรกพอดี อัตราคิดลดนั้นคือ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้ว หรือ MIRR (Lin. S. A. Y, 1976) หลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ รับทุกโครงการที่มีค่า MIRR เท่ากับหรือสูงกว่าต้นทุนของเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จึงจะตัดสินใจลงทุนในโครงการนั้น ๆ ข้อดีของการประมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) เป็นวิธีที่คำนึงถึงความสำคัญของมูลค่าเงินตามเวลา โดยมีการคิดมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดตลอดอายุของโครงการ 2) สามารถกำหนดกระแสเงินสดที่นำไปลงทุนต่อได้

ส่วนข้อเสียของการประเมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) อาจมีปัญหาในการจัดลำดับความคุ้มค่าของโครงการ ในกรณีที่โครงการมีขนาดแตกต่างกัน

$$\text{MIRR} = \left[\frac{\sum_{t=0}^{n} B_t (1 + r_{t,n})^{n-t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1 + r_{0,t})}} \right]^{1/n} - 1$$

เมื่อกำหนดให้

B_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

C_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ ณ ปีที่ t (บาท)

$r_{0,t}$ = ต้นทุนของเงินทุน (ร้อยละ)

$r_{t,n}$ = อัตราผลตอบแทนจากการนำเงินไปลงทุนซ้ำ (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

โดยมีข้อสมมติว่า $r_{0,t} = r_{t,n}$

3.5.4 ดัชนีความสามารถในการทำกำไร (Profitability Index : PI) คือ อัตราส่วนของผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิที่เกิดขึ้นหลังจากปีที่มีการลงทุนเริ่มแรกต่อมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนเริ่มแรกหลักในการตัดสินใจ คือ ถ้า PI มีค่ามากกว่า 1 โครงการนั้นสามารถลงทุนได้ ข้อดีของการประมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) แสดงผลกระทบต่อมูลค่าของกิจการจากโครงการลงทุนที่พิจารณา 2) สามารถพิจารณากระแสเงินสดตลอดอายุของโครงการ 3) สามารถพิจารณาค่าของเงินที่มีระยะเวลาต่างกันได้ 4) สามารถพิจารณาความเสี่ยงของกระแสเงินสดในอนาคตได้ 5) มีประโยชน์สำหรับการเรียงลำดับและการเลือกโครงการลงทุนเมื่อมีเงินลงทุนจำกัด ส่วนข้อเสียของการประเมินความคุ้มค่าของวิธีนี้ คือ 1) ต้องประมาณการอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการเพื่อใช้ในการคำนวณ 2) ในทางปฏิบัติการประเมินความคุ้มค่าโดยวิธีนี้อาจมีความคาดเคลื่อนได้ เนื่องจากตามทฤษฎีผลตอบแทนที่ได้รับในปีแรก ๆ จะถูกนำมาลงทุนต่อโดยได้รับอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการคงที่ตลอดอายุโครงการ

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{NB_t}{(1+WACC)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{IC_t}{(1+WACC)^t}}$$

เมื่อกำหนดให้

PI = ดัชนีความสามารถในการทำกำไร(เท่า)

NB_t = ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน ณ ปีที่ t (บาท)

IC_t = ต้นทุนในการลงทุนของโครงการ (บาท)

WACC = ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ)

t = ระยะเวลาโครงการ (0, 1, ..., n)

n = อายุของโครงการเป็นปี

การวิเคราะห์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

ความเสี่ยงเป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งมีความไม่แน่นอนแต่สามารถทราบโอกาสหรือประมาณความน่าจะเป็นได้ ความไม่แน่นอนเกิดจากหลายสาเหตุ โดยทั่วไปแล้วความไม่แน่นอนมักจะเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ 1) ไม่สามารถทำนายเหตุการณ์ในอนาคตได้ และ 2) ข้อจำกัดของการได้มาซึ่งข้อมูลที่แน่นอน ดังนั้นความไม่แน่นอนจึงเป็นปัญหาสำคัญในการวิเคราะห์โครงการ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคมากมายในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542) ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้การวิเคราะห์ 2 แบบคือ

1. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) คือ การพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการ โดยการกำหนดตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความไวของ NPV หรือ IRR มากที่สุด โดยการทดสอบว่าถ้าตัวแปรเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลกระทบต่อ NPV หรือ IRR อย่างไรบ้าง ซึ่งจะทำให้ผู้วิเคราะห์โครงการไม่หวังผลความสำเร็จของโครงการสูงไป และลดความเสี่ยงของโครงการที่อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรบางตัว

2. การทดสอบค่าความเปลี่ยนแปลง (Switching Value Test) เป็นการพิจารณาว่าตัวแปรที่สำคัญจะส่งผลกระทบกับโครงการลงทุน และสามารถเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ไม่พึงประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด โดยที่โครงการยังสามารถยอมรับได้ในระดับต่ำที่สุด ซึ่งจะชี้วัดจากเกณฑ์การวัดค่า

โครงการเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง เช่น ผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุดหรือ ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรางคณาง ม่วงนา (2553) ศึกษาความเป็นไปได้การวิเคราะห์ทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกของฟาร์มสุกรแบบดั้งเดิมโดยกำหนดพื้นที่ศึกษาที่ฟาร์มสุกรเจียไครฮั้ว ตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปทางกายภาพและลักษณะปัญหาด้านการจัดการของเสียจากฟาร์ม และทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงิน ทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกในฟาร์มสุกรแบบดั้งเดิม

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ ในกรณีที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกมีความสมบูรณ์ จะพบว่าให้ผลการลงทุนที่คุ้มค่า ณ อัตราคิดลดที่ร้อยละ 4.75 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 891,884.57 บาทมีค่าเป็นบวก อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.64 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับ ร้อยละ 23 และผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 763,613.30 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 2.04 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับ ร้อยละ 20 สำหรับกรณีที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกไม่มีความสมบูรณ์ พบว่าผลการประเมินทางการด้านการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ให้ผลการลงทุนไม่คุ้มค่า ส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกได้แบ่งศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือกรณีราคาสุกรในตลาดลดลงร้อยละ 40 และราคาสุกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 พบว่าเมื่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกมีความสมบูรณ์จะให้ผลการลงทุนที่คุ้มค่าทั้ง 2 กรณี ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกที่มีความสมบูรณ์ให้ผลการลงที่มีความคุ้มค่าทั้งทางด้านการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยปัญหาทางด้านกลิ่นเหม็นและแมลงวันลดลงอีกด้วย

จากการตรวจเอกสาร พบว่าสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการเลือกเทคโนโลยีในการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำความรู้จากงานวิจัยดังกล่าวมากำหนดทิศทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำมาปรับปรุงระบบของโครงการ

อัญชลี วังวิเศษกุล (2553) ศึกษาความเป็นไปได้การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาที่เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิต การใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจาก

ปริมาณขยะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปัญหาขยะจึงเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนโดยเฉพาะในเขตเมืองเทศบาลที่มีการขยายตัวของที่อยู่อาศัย และจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ พบว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 1 ตันโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีมูลค่าเป็นลบ ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับ 4.18 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ของโครงการมีค่าน้อยกว่า 1 คือมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมแล้วมีอัตราส่วนของผลตอบแทนที่มากกว่าต้นทุนเท่ากับ 0.46 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ -52.72 ซึ่งอัตราดอกเบี้ยของเงินทุนที่นำมาใช้ในการลงทุนในโครงการนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่นำมาใช้ภายในโครงการ หรืออัตราคิดลดอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าน้อยกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 8 ถือว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ในกรณีที่ 1โครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตันต่อวัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2.70 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.24 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 20.30 กรณีที่ 2 โครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตันต่อวัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 13.33 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.91 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 26.17 และกรณีที่ 3โครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตันต่อวัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 23.96 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.34 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 27.76 พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน และมีแนวโน้มที่เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน

จากการตรวจเอกสาร พบว่าสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการศึกษาเทคโนโลยีในการผลิตก๊าซชีวภาพ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งสามารถนำความรู้จากงานวิจัยดังกล่าวมากำหนดทิศทางในการปรับปรุงระบบของโครงการ

ดวงใจ จีนานุรักษ์ (2557) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลจากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวลในอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี โดยใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นเชื้อเพลิง ศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคของโครงการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงิน และอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (Adder) ของโครงการ โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ได้แก่ ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน ดัชนีกำไร และการทดสอบค่าแปรเปลี่ยน ซึ่งมีการใช้เครื่องมือทางการเงินได้ครอบคลุมมากกว่า

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี มีการปลูกหญ้าเนเปียร์ประมาณ 500 ไร่ การปลูกครั้งหนึ่งเก็บเกี่ยวได้นาน 6-7 ปี และให้ผลผลิต 60-80 ตันต่อไร่ต่อปี โดยเก็บเกี่ยวปีละ 3 ครั้ง ซึ่งเพียงพอต่อการนำหญ้าเนเปียร์ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยใช้ปริมาณหญ้าเท่ากับ 35,837 ตันต่อปี ซึ่งโรงไฟฟ้าตั้งอยู่บนพื้นที่ 12 ไร่ อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ใช้เทคโนโลยีแบบเปลี่ยนชีวมวลเป็นก๊าซเชื้อเพลิง ผลิตไฟฟ้าด้วยขบวนการเชิงเคมีความร้อน แบบอากาศไหลลงที่มีขนาด 1 เมกะวัตต์ เมื่อทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน โดยกำหนดอายุโครงการ 26 ปี ที่ต้นทุนเงินทุนร้อยละ 9.91 โดยพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ –51.85 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการก่อน และหลังปรับค่าเท่ากับร้อยละ 0.29 และ 6.61 ต่อปี ตามลำดับ ดัชนีกำไรเท่ากับ 0.45 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรเปลี่ยนพบว่า ถ้าโครงการสามารถเพิ่มผลตอบแทนขึ้นได้ร้อยละ 21.04 หรือลดต้นทุนการดำเนินงานลงร้อยละ 25.47 หรือลดต้นทุนในการลงทุนลงร้อยละ 54.78 จึงจะทำให้โครงการมีความคุ้มค่า โดยผู้วิจัยเสนอแนะว่าถ้ารัฐบาลจะสนับสนุนโครงการในลักษณะนี้ รัฐบาลควรจะเพิ่มอัตราส่วนเพิ่มราคาซื้อไฟฟ้า (Adder) จาก 0.50 บาท เป็น 2.03 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

จากการตรวจเอกสาร พบว่าสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน ซึ่งสามารถนำความรู้จากงานวิจัยดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของโครงการ

ภัทรพงศ์ วงศ์สุวัฒน์ (2558) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ในจังหวัดบุรีรัมย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจตลาดของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา โดยศึกษารูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิคของโครงการลงทุนในโรงงาน รวมถึงวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน และทำการทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงของโครงการลงทุนโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ได้แก่ ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน ดัชนีกำไร และการทดสอบค่าแปรเปลี่ยน ซึ่งมีการใช้เครื่องมือทางการเงินได้ครอบคลุม

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการมี 2 กรณี อายุโครงการที่ 10 ปี พบว่าในกรณีที่ไม่ขอรับสิทธิในการช่วยเหลือจากการลงทุน และการขอรับสิทธิช่วยเหลือจากการลงทุน จะได้อัตราคิดลดเท่ากับ 10.74 และ 10.61 ดังนั้นโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 18.53 และ 30.11 ล้านบาท ดัชนีกำไร (PI) เท่ากับ 1.35 และ 1.57 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 17.01 และ 20.45 ส่วนอัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว (MIRR) เท่ากับร้อยละ 14.13 และ 15.73 การวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนพบว่าอัตราผลตอบแทนลดลงได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 10.10 และ 16.31 และต้นทุนในการลงเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดเท่ากับร้อยละ 35.22 และ 57.23 ตามลำดับ

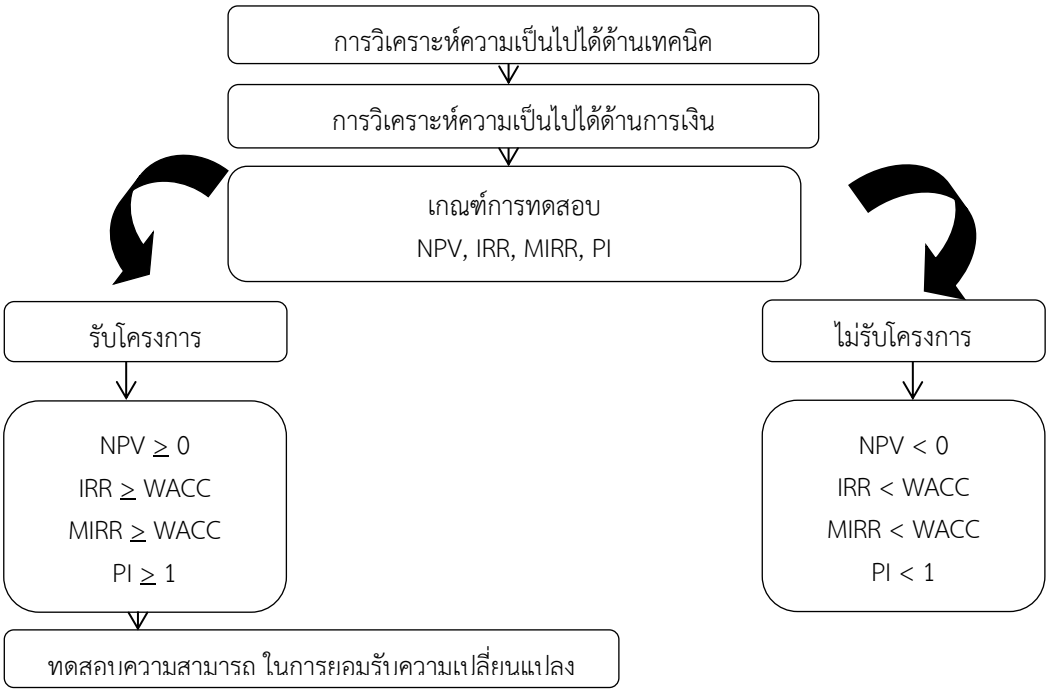
จากการตรวจเอกสาร พบว่าสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน โดยเฉพาะการนำเครื่องมือทางการเงินเช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทน อัตรา

ผลตอบแทนภายในโครงการ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว และดัชนีความสามารถในการทำกำไร

จากการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 และการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางการเงิน ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาความคุ้มค่าในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย ตำบลผาสุก อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี เพื่อศึกษาถึงความความคุ้มค่าในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของการยางแห่งประเทศไทยและเป็นทางเลือกของสหกรณ์ที่มีการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 โดยนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในทั้งก่อนและหลังปรับค่าแล้วดัชนีความสามารถในการทำกำไร และการทดสอบค่าแปรเปลี่ยนของโครงการลงทุน

กรอบแนวคิดในการศึกษา

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี จากแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมานั้น สามารถนำมากำหนดกรอบแนวความคิดในการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการศึกษา

บทที่ 3

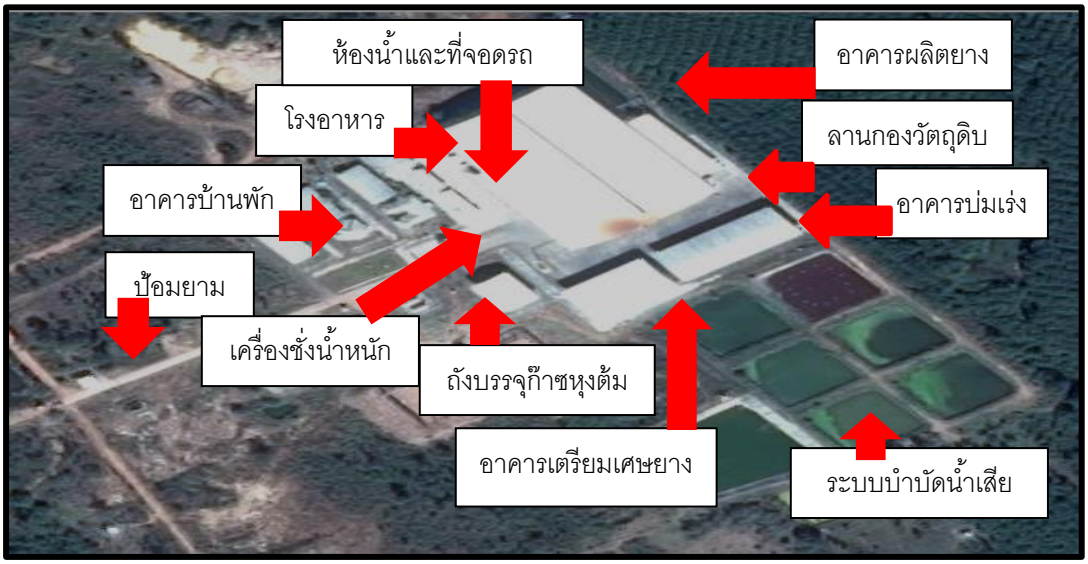
สภาพทั่วไปของโรงงานและระบบบำบัดน้ำเสีย

สภาพทั่วไปและกระบวนการผลิตของโรงงานยางแท่งมาตรฐาน 20

โรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย เกิดขึ้นตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ตั้งอยู่เลขที่ 122 หมู่ 15 ตำบลผาสุก อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี บริเวณที่ตั้งของโรงงานติดกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 227 (กุมภวาปี – พังโคน) บนเนื้อที่ 50 ไร่ ดังแสดงในภาพที่ 5 เปิดดำเนินการมาแล้ว 3 ปี มีพนักงาน ลูกจ้าง ประมาณ 100 คน ขนาดกำลังการผลิตของโรงงาน 20,000 ตันต่อปี ซึ่งวัตถุดิบได้จากการรวบรวมยางก้อนถ้วยจากเกษตรกรชาวสวนยาง และสถาบันเกษตรกร เพื่อผลิตเป็นยางแท่งมาตรฐาน 20 และจำหน่ายให้กับผู้รับซื้อทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยที่เชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของโรงงาน คือ ก๊าซหุงต้ม (LPG)

ภาพที่ 5 ที่ตั้งโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย
ที่มา: Google map

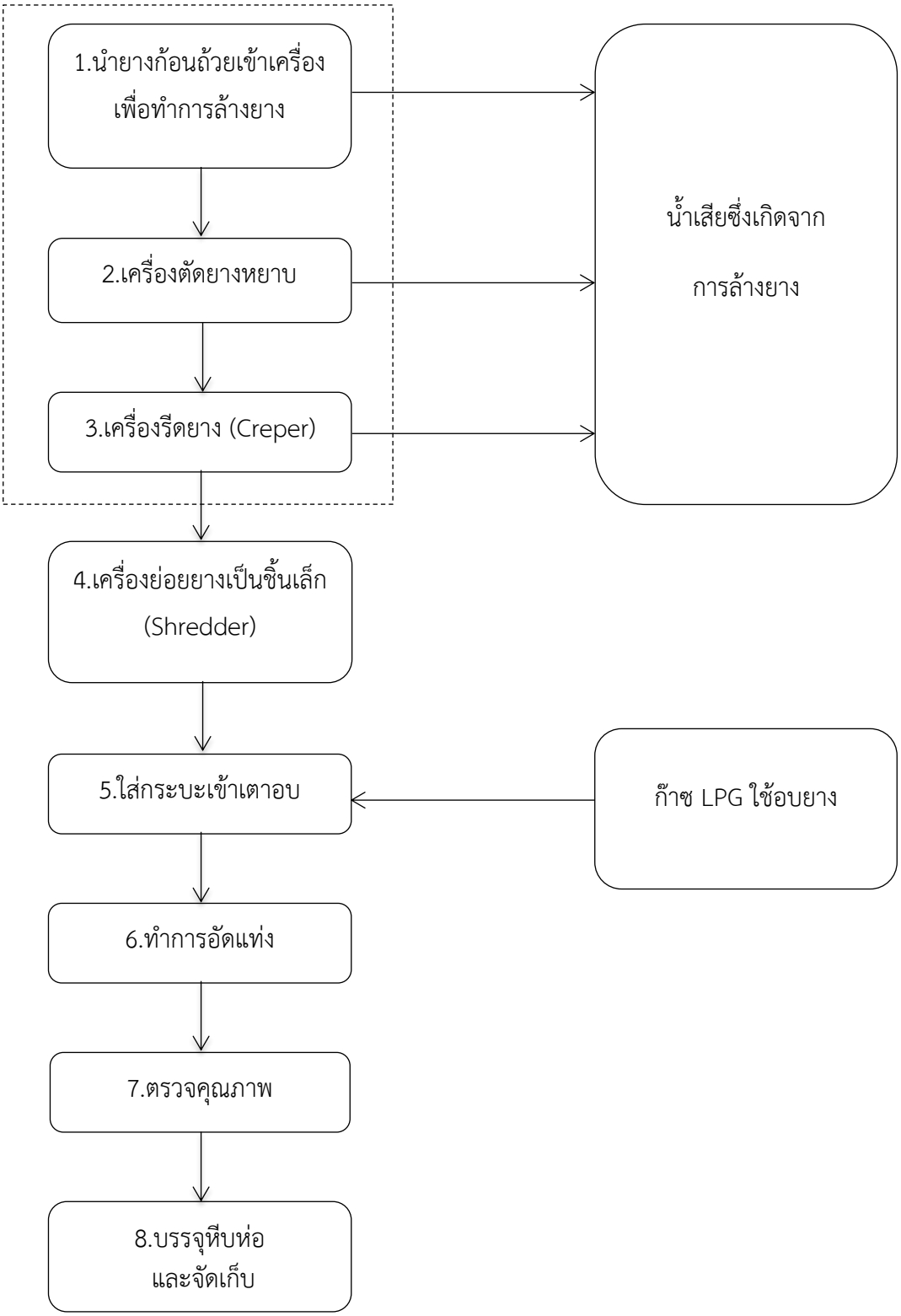
บริเวณภายในของโรงงานจะประกอบไปด้วยอาคารผลิตยาง อาคารเตรียมเศษยาง อาคารบ่มเร่งวัตถุดิบ ลานกองวัตถุดิบ เครื่องชั่งน้ำหนัก อาคารบ้านพัก ที่จอดรถ ห้องน้ำ ป้อมยาม ถังบรรจุก๊าซหุงต้ม และระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 บริเวณภายในโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20
ที่มา: ฝ่ายโรงงาน 5 การยางแห่งประเทศไทย (2557)

ยางแท่งมาตรฐาน 20 เป็นยางที่มีกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน มีการคัดเลือกวัตถุดิบที่ได้คุณภาพ สะอาด ทันสมัย และสามารถลดขนาดให้ได้ตามที่กำหนด จากนั้นเข้าสู่กระบวนการอบยางให้สุกในอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงนำเข้าสู่กระบวนการอัดแท่งให้ได้น้ำหนัก 35 กิโลกรัมต่อก้อน ตามมาตรฐานการทดสอบทางเคมีของห้องปฏิบัติการโดยมีกระบวนการทั้งสิ้น 8 ขั้นตอน ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 7

กระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 สามารถสรุปขั้นตอนดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20
ที่มา: จากการศึกษา

กระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

1. นำยางก้อนถ้วยเข้าสายการผลิตโดยสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) เข้าเครื่องลำเลียงยางก้อนถ้วย (Slab Cutter) ลงบ่อล้างที่ 1 เพื่อทำความสะอาดยางก้อนถ้วย ดังแสดงในภาพที่ 8

ภาพที่ 8 เครื่องลำเลียงยางก้อนถ้วย (Slab Cutter) ลงบ่อล้างที่ 1
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

2. ลำเลียงยางด้วยตะกร้าลำเลียงเครื่องที่ 1 (Bucket elevator No.1) เข้าเครื่องตัดละเอียด (Rotary Cutter) ลงบ่อล้างที่ 2 และยางถูกลำเลียงด้วยตะกร้าเครื่องที่ 2 (Bucket elevator No.2) เข้าสู่สายพานลำเลียงที่1 (Screw Conveyor No.1) ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ลำเลียงยางด้วยตะกร้าลงสู่บ่อล้างที่ 2
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

3. สายพานลำเลียงแบบหมุน (Screw Conveyor No.1) เครื่องที่1 ลำเลียงยางมาสายพานแบบหมุนเครื่องที่ 2 (Screw Conveyor No.2) และลำเลียงต่อไปเข้าเครื่องตัดแบบใบคู่ (Twin Screw Pre-breaker) เพื่อตัดและสับยางลงบ่อล้างที่ 4 ดังแสดงในภาพที่ 10

ภาพที่ 10 เครื่องตัดแบบใบคู่ Twin Screw Pre-breaker สำหรับตัด-สับยางก้อนถ้วย
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

4. ยางก้อนถ้วยถูกลำเลียงด้วยสายพานแบบเกลียว (Screw Conveyor) เข้าสู่เครื่องรีดยาง (Creper) เครื่องที่ 1,2 และ3 ลงสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) เข้าสู่เครื่องย่อยยางก้อนถ้วย (Intermediate Shredder) ลงบ่อล้างที่ 5 ดังแสดงในภาพที่ 11

ภาพที่ 11 เครื่องย่อยยางก้อนถ้วย (Intermediate Shredder)
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

5. ยางก้อนถ้วยจากบ่อล้างที่ 5 ถูกลำเลียงต่อด้วยสายพานลำเลียงแบบเกลียว (Screw Conveyor) เข้าเครื่องรีด (Creper) เครื่องที่ 4,5,6 และ7 ผ่านน้ำทำความสะอาดยางตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 12

ภาพที่ 12 เครื่องรีดยางก้อนถ้วย (Creper)
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

6. ลำเลียงยางก้อนถ้วยมายัง เครื่องตัด-ย่อยยางก้อนถ้วยตัวสุดท้าย ที่สับละเอียด (Final Shredder) ลงบ่อล้างที่ 6 ดังแสดงในภาพที่ 13

ภาพที่ 13 เครื่อง ตัด ย่อยยางก้อนถ้วยอย่างละเอียด (Final-Shredder)
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

7. ปั๊มดูดยาง (Crumb Pump) ทำการดูดยางเพื่อส่งขึ้นไปยังตัวเติมยาง (Filling Station) และโปรยยางลงช่องภาชนะอบยาง หลังจากนั้นนำยางในภาชนะเข้าเตาอบ โดยต่อช่องดูดอากาศ (Infeed conveyor) ดังแสดงในภาพที่ 14

ภาพที่ 14 นำยางในตะกงเตรียมเข้าเตาอบ
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

8. ยางก้อนถ้วยที่ผ่านการอบ ออกจากเตาอบโดยใช้อุณหภูมิในการอบที่ 105 – 120 องศา และชั่งน้ำหนักให้ได้ 35 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 15

ภาพที่ 15 ชั่งน้ำหนักยางแท่งก้อนละ 35 กิโลกรัม
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

9. นำยางที่ชั่งได้ 35 กิโลกรัม นำเข้าเครื่องอัดแท่ง ให้เป็นแท่งเดียวกัน เป็นยางแท่งมาตรฐาน 20 ดังแสดงในภาพที่ 16

ภาพที่ 16 เครื่องอัดยางแท่งมาตรฐาน 20
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

10. เข้าเครื่องสแกนเพื่อตรวจหาโลหะหรือสิ่งปลอมปน และ บรรจุหีบห่อยางแท่งมาตรฐาน 20 ดังแสดงในภาพที่ 17

ภาพที่ 17 เครื่องสแกนโลหะและบรรจุหีบห่อ
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

การผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 จะมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการล้างยางเพื่อทำให้ยางแท่งที่ผลิตได้มีความสะอาด เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งการยางแห่งประเทศไทยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ซึ่งเป็นระบบที่อาศัยการเติมออกซิเจนในน้ำโดยใช้เครื่องเติมอากาศที่ติดตั้งแบบทุ่นลอย เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณที่เพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ และสามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วกว่าการปล่อยให้

ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย จึงทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึง ตามกระบวนการ ดังนี้

1. น้ำจากกระบวนการล้างยางไหลลงสู่ท่อน้ำโดยรอบโรงงาน ไปยังบ่อพักบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในภาพที่ 18

ภาพที่ 18 น้ำเสียไหลลงสู่รางน้ำรองรับน้ำเสียที่ปล่อยจากการผลิตยางมาตรฐาน 20
ที่มา: จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

2. น้ำเสียจากการล้างยางจะถูกส่งออกมากรองเศษ เพื่อแยกเศษยาง ใบไม้ และกรวดทรายออกในขั้นแรก ดังแสดงในภาพที่ 19

ภาพที่ 19 ตะแกรงสำหรับกรองเศษใบไม้ ทราย กรวด จากน้ำเสียที่ออกจากการผลิต
ที่มา: การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

3. น้ำที่ผ่านการแยกเศษยางและใบไม้แล้วจะส่งต่อมาพักที่บ่อแรกซึ่งจะมีเครื่องเติมอากาศออกซิเจนเพื่อตีน้ำไม่ให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทั้งน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมที่มีความสกปรกค่อนข้างมาก โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลากักเก็บน้ำ (Detention Time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ ออกซิเจนละลายในน้ำและน้ำเสีย นอกจากนี้ต้องมีบ่อบ่ม (Polishing Pond หรือ Maturation Pond) ในการรับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่มโดยน้ำจากบ่อแรกก็จะล้นออกตามท่อที่ทางโรงงานฝังไว้เพื่อส่งน้ำออกไปยังบ่ออื่นๆ จนกระทั่งถึงบ่อที่เจ็ดซึ่งเป็นบ่อสุดท้าย ซึ่งระยะเวลาเก็บกักก็ต้องมีความเหมาะสมไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณของสาหร่าย (Algae) ในบ่อบ่มมากเกินไป และน้ำที่เสร็จสิ้นจากกระบวนการบำบัดก็จะมีคุณภาพที่ดีเหมาะต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 20

ภาพที่ 20 น้ำเสียบ่อที่ 7
ที่มา: การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

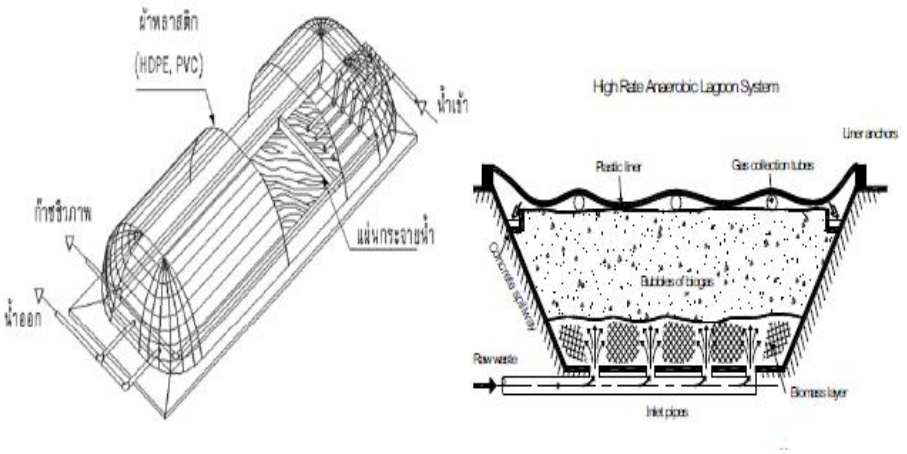
การเลือกทำเลที่ตั้ง

จากการสำรวจโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของการยางแห่งประเทศไทยทั้ง 3 แห่งซึ่งตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดนครพนม และจังหวัดอุดรธานี พบว่าโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 มีที่ตั้งห่างจากคลังก๊าซเป็นระยะทางถึง 160 กิโลเมตรทำให้มีต้นทุนในการขนส่งก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่เป็นต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตสูงกว่าโรงงานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดนครพนม ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันกับผู้ประกอบการรายอื่นจึงมีความจำเป็นต้องลดต้นทุนในการผลิต โดยการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ใน

กระบวนการผลิตของโรงงานจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถลดต้นทุนได้ รวมไปถึงน้ำเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอต่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ จากการผลิตมีปริมาณน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการผลิตมากพอต่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ทำให้ผู้วิจัยจึงเลือกโครงการนำร่องที่จะทำการศึกษาจากโรงงานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดอุดรธานี

เทคโนโลยีในการผลิต

โครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของการยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี เลือกระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่นำมาศึกษาได้แก่ ระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์ (Modified Covered Lagoon Digester ; MCL) ซึ่งเป็นระบบบ่อหมักย่อยที่ลักษณะการไหลของน้ำเสียเป็นแบบตามแนวยาว (Horizontal Flow) ที่ถูกออกแบบให้มีลักษณะการหมักย่อยแบบต่อเนื่องกันไป ก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้จะถูกกักเก็บเอาไว้ใต้ผืนพลาสติกคลุมบ่อก๊าซชีวภาพนี้ ซึ่งพร้อมนำไปใช้ได้ทันที กากตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยแล้วจะไหลไปตามแนวการเคลื่อนตัวของน้ำเสียตามแนวยาวและถูกระบายออกที่ด้านท้ายของบ่อนี้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของปุ๋ยชีวภาพต่อไป ด้านท้ายบ่อหมักก๊าซชีวภาพจะติดตั้งอุปกรณ์แยกตะกอนออกจากน้ำเสียส่วนใส เพื่อระบายเฉพาะน้ำเสียส่วนใสออกจากระบบก๊าซชีวภาพเท่านั้น โดยระบบดังกล่าวจะมีการติดตั้งระบบหมุนเวียนน้ำเสียและตะกอน เพื่อทำหน้าที่หมุนเวียนตะกอนและน้ำเสีย เพื่อรักษาสภาวะสมดุลของการย่อยสลาย ทำให้เดินระบบได้ง่าย และระบบมีเสถียรภาพ โดยลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักย่อยประยุกต์เป็นสระหรือบึงรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีการคลุมด้วยแผ่นพลาสติกจำพวก High Density Polyethylene (HDPE) หรือแผ่นพีวีซี (PVC) เพื่อให้เกิดสภาพไม่ใช้อากาศและใช้เป็นตัวเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยอาจคลุมทั้งบ่อหรือคลุมเฉพาะในส่วนที่มีการสร้างมีเทนก็ได้ โดยที่มีการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของตะกอนแบคทีเรียกับน้ำเสียให้มากขึ้นซึ่งทำได้หลายวิธีเช่น ปรับปรุงให้มีการกระจายน้ำเข้าที่ดีขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 บ่อหมักย่อยประยุกต์ (Modified Covered Lagoon Digester ; MCL)
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ในส่วนที่จะเข้ามาปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียนั้นจะต้องทำการศึกษารายละเอียดเพื่อนำไปประกอบการพิจารณาการตัดสินใจในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ โดยขั้นตอนในการปรับปรุงจะมีขั้นตอนต่างๆ ทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

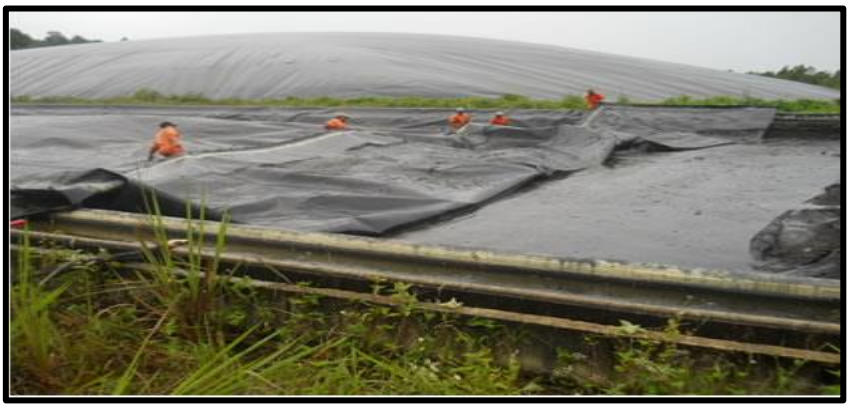
1. น้ำเสียจากการล้างยางจะถูกส่งออกมากรองเศษ เพื่อแยกเศษยาง ใบไม้ และกรวดทรายออกในขั้นแรก ดังแสดงในภาพที่ 22

ภาพที่ 22 ตะแกรงสำหรับกรองเศษใบไม้ ทราย กรวด จากน้ำเสียที่ออกจากการผลิต
ที่มา: การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

2. น้ำที่ผ่านการแยกเศษยางและใบไม้แล้วจะส่งต่อมาพักที่บ่อแรกซึ่งจะทำการปิดคลุมบ่อด้วยพลาสติกสีดำเพื่อใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biodegradable Organic Matters) โดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digesting System) สารอินทรีย์ขนาดใหญ่จะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงและจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซชีวภาพ ดังแสดงในภาพที่ 23

ภาพที่ 23 บ่อน้ำเสียที่จะปรับปรุง
ที่มา: การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

3. ปิดคลุมบ่อเพื่อทำการหมักสารอินทรีย์ โดยใช้ระบบการทำงานแบบไร้อากาศซึ่งจะทำให้น้ำเสียมีความเหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของ COD (Chemical Oxygen Demand) และ BOD (Biological Oxygen Demand) ที่อยู่ในสารหมัก โดยกระบวนการนี้จะใช้ระยะเวลาในการหมักเฉลี่ย 45-60 วันจึงจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อนำไปใช้งานได้ ดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 พลาสติกปิดคลุมบ่อน้ำเสีย
ที่มา: www.greenthaibiogas.com

4. เมื่อเกิดก๊าซชีวภาพพลาสติกที่ปิดคลุมปากบ่อจะขยายตัวขึ้น จะทำการเปิดวาล์วเพื่อส่งเข้าไปยังระบบในขั้นตอนของการอบยาง เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ดังแสดงในภาพที่ 25

ภาพที่ 25 ระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์เมื่อเกิดก๊าซชีวภาพปากบ่อจะขยายตัวขึ้น
ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2558)

การประมาณการปริมาณการผลิตก๊าซจากระบบบำบัดน้ำเสีย

การคำนวณหาปริมาตรก๊าซชีวภาพที่เกิดในแต่ละวัน จากน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม คือ

BGG. = Q*COD/1000*Eff. COD removed*Gas Yield / %

โดยที่ BGG = ปริมาณก๊าซ (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร)

Q = ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)

COD = ปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

Efficiency COD removed=ความสามารถในการเปลี่ยนออกซิเจนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (%)

Gas Yield = อัตราการเปลี่ยนของเสียในรูปของ COD เป็นก๊าซมีเทน มีค่าเท่ากับ 0.35 (ลบ.ม./กก.COD ที่ถูกกำจัด/วัน)

% = ค่าเฉลี่ยของก๊าซชีวภาพในมีเทน

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยพื้นฐานจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของของเสียที่ใช้เป็นวัตถุดิบ หากใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะได้แก๊สชีวภาพ 2-200 ลูกบาศก์เมตรต่อ 1 ตันของปริมาณน้ำเสีย ปริมาณผลผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ป้อนเข้า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้อย่างมาก ปริมาณก๊าซชีวภาพจะมีค่าสูงก็ต่อเมื่อค่าซีโอดีในน้ำเสียที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีค่าสูง มีการบำบัดในถังที่มีการให้ความร้อน (Mesospheric process) และมีการปั่นหรือกวนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง โดยค่าเฉลี่ยของลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ออกจากโรงงานจะมีค่ามาตรฐาน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ออกจากโรงงานอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	โรงงานขนาดเล็ก	โรงงานขนาดกลาง	โรงงานขนาดใหญ่	มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
pH	4.75	4.69	6.33	5.5-9.0
COD (mg/l)	13,000	15,000	19,300	400

ตารางที่ 5 (ต่อ)

พารามิเตอร์	โรงงานขนาดเล็ก	โรงงานขนาดกลาง	โรงงานขนาดใหญ่	มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
BOD (mg/l)	6,465	10,555	12,645	60
TKN (mg/l)	228	248	512	200
TS (mg/l)	13,030	12,550	19,845	-
SS (mg/l)	7,445	5,790	6,990	150
TDS (mg/l)	5,580	6,820	12,850	5,000

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2559)

ปริมาณการปล่อยน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

จากข้อมูลของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี พบว่าน้ำเสียก่อนการบำบัดที่ปล่อยลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสียบ่อที่ 1 จะมีค่าน้ำเสีย ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าน้ำเสียก่อนการบำบัดที่ปล่อยลงสู่บ่อที่ 1 ของการยางแห่งประเทศไทยโรงงานฝ่าย 5

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	น้ำเสียของโรงงาน
pH	5.5-9.0	6.58
COD (mg/l)	< 120	18,162.5
BOD (mg/l)	$\leq$ 20	3420
TKN (mg/l)	< 100	645.66
TDS (mg/l)	< 3000	3470

ที่มา: ใบรายงานผลการทดสอบจากฝ่ายโรงงาน 5 การยางแห่งประเทศไทย (2559)

ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักประยุกต์ปิดคลุมด้วยพลาสติกความหนาแน่นสูงในโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของการยางแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี มีขนาด 40*40*6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถผลิตยางได้วันละ 80 ตัน สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด เท่ากับอัตราการใช้น้ำเพื่อการผลิตยางแท่ง มาตรฐาน 20 ในการผลิต 150 ลูกบาศก์เมตร/วัน x ค่าปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ 18,162.5 มิลลิกรัมต่อลิตร x ค่าความสามารถในการเปลี่ยนออกซิเจนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเท่ากับร้อยละ 80 x อัตราการเปลี่ยนของเสียในรูปของ COD เป็นก๊าซมีเทน มีค่าเท่ากับ 0.35 ลบ.ม./กก. COD ที่ถูกกำจัด/วัน x ค่าเฉลี่ยของก๊าซชีวภาพในมีเทนซึ่งเท่ากับร้อยละ 60 รวมเป็นปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ทั้งสิ้น 1,271.365 ลูกบาศก์เมตรต่อการผลิต

ยาง 80 ตัน และถ้านำไปคำนวณเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตจะได้เท่ากับ 584.82 กิโลกรัม (ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.46 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

BGG. = Q*COD/1000*Eff. COD removed*Gas Yield / %

= 150/1000*18,162.5*80*0.35/60%

= 1,271.365

กระบวนการเปลี่ยนก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในการผลิต

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) คือ ก๊าซที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ด้วยแบคทีเรียชนิดไม่อาศัยออกซิเจน (Anaerobic) ทำให้เกิดกลุ่มก๊าซขึ้นขณะเกิดการย่อยสลาย กลุ่มก๊าซนี้ เรียกว่า ก๊าซชีวภาพ ซึ่งประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณร้อยละ 60 – 70 คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณร้อยละ 30 – 40 ที่เหลือจะเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) ซึ่งก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติติดไฟได้จึงสามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิง ต่างๆ เช่น การหุงต้ม เชื้อเพลิงรถยนต์ เชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ก๊าซมีเทน: 50-60%, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์: 25-35%, ก๊าซไนโตรเจน: 2-7%, ก๊าซไฮโดรเจน: 1-5% และก๊าซอื่น ๆในส่วนการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในการผลิต โรงงานจะต้องเปลี่ยนหัวจุดเชื้อเพลิงให้รองรับกับก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ก็จะทำให้สามารถดำเนินการผลิตได้เช่นเดียวกับการใช้ก๊าซหุงต้มในการผลิต

การประมาณการผลตอบแทนและต้นทุนของโครงการ

การประมาณผลตอบแทนของโครงการจากส่วนที่ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการคำนวณผลตอบแทนของโครงการสามารถคำนวณได้จากปริมาณการใช้ก๊าซที่ประหยัดได้ตลอดระยะเวลา 10 ปี โดยที่ผลตอบแทนของโครงการเกิดจากการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม (LPG) และจำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ตามแผนยุทธศาสตร์ของฝ่ายโรงงาน 5 การยางแห่งประเทศไทย ที่ทำการผลิตยางแท่งมาตรฐาน20 ในปี 2 – 3 ที่ปริมาณผลผลิต 16,000 ตันต่อปี และตั้งแต่ปี 4 ที่ปริมาณผลผลิตประมาณ 18,000 ตันต่อปี โดยในส่วนของการกำหนดราคาก๊าซหุงต้ม ให้ใช้ราคาก๊าซหุงต้มที่รวมค่าขนส่งแล้ว เท่ากับ 28.61 บาท ซึ่งสูงกว่าราคาทั่วไป 1.21 บาทต่อกิโลกรัม มาคำนวณหาผลตอบแทนที่สามารถประหยัดต้นทุนในการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม(LPG) และจำนวนเงินที่ประหยัดได้

ปีที่ผลิต	(ตัน) ปริมาณการผลิต	ปริมาณการใช้ก๊าซ LPG (กิโลกรัม)			(บาท)
		ก่อนใช้ก๊าซ	หลังใช้ก๊าซ	ประหยัดได้	ผลตอบแทน
0	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	16,000	280,800	163,836	116,964	3,346,340
3	16,000	280,800	163,836	116,964	3,346,340
4	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
5	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
6	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
7	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
8	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
9	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
10	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
11	18,000	315,900	184,315	131,585	3,764,647
รวม	176,000	3,088,800	1,802,192	1,286,608	36,809,856

ที่มา: จากการสัมภาษณ์

การประมาณต้นทุนและค่าใช้จ่ายของโครงการส่วนที่ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการดำเนินงานมีต้นทุนแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ ต้นทุนในการลงทุน (Investment Cost) และต้นทุนในการดำเนินงาน (Operation Cost) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ต้นทุนในการลงทุน (Investment Cost) คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพสามารถดำเนินการ รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 21,000,000 บาท ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 8 ประกอบด้วย

1.1 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นเงินทั้งสิ้น 500,000 บาท

1.2 ค่าติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักย่อยประยุกต์เป็นเงินทั้งสิ้น 20,000,000 บาท

1.3 ค่าติดตั้งระบบลำเลียงก๊าซเป็นเงินทั้งสิ้น 200,000 บาท

1.4 ค่าก่อสร้างห้องควบคุมขนาด 2*3 เมตร และระบบไฟฟ้าเป็นเงินทั้งสิ้น 300,000 บาท

ตารางที่ 8 ต้นทุนในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

(หน่วย: บาท)

รายละเอียด	ค่าใช้จ่าย
ค่าปรับปรุงบ่อบำบัด	500,000
ค่าติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย	20,000,000
ค่าติดตั้งระบบลำเลียงก๊าซ	200,000
ค่าก่อสร้างห้องควบคุมและค่าระบบไฟฟ้า	300,000
รวม	21,000,000

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2559)

2. ต้นทุนในการดำเนินงาน (Operation Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการ และต่อเนื่องตลอดระยะเวลาโครงการ รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 798,000 บาท ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 9 ประกอบด้วย

2.1 ค่าจ้างพนักงานควบคุมระบบจำนวน 2 คน ค่าจ้างเดือนละ 20,000 บาทต่อคน รวมเป็นเงิน 40,000 บาทต่อเดือน และค่าประกันสังคมของพนักงาน 2 คนอีกเดือนละ 1,500 บาท รวมทั้งปี 498,000 บาทต่อปี

2.2 ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาเดือนละ 20,000 บาท เป็นเงิน 240,000 บาทต่อปี

2.3 ค่าไฟฟ้าห้องควบคุมระบบเดือนละ 5,000 บาท เป็นเงิน 60,000 บาทต่อปี

ตารางที่ 9 ต้นทุนในการดำเนินงาน

(หน่วย: บาท)

รายละเอียด	ค่าใช้จ่ายต่อปี
ค่าจ้างพนักงานควบคุมระบบ	498,000
ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา	240,000
ค่าไฟฟ้าห้องควบคุมระบบ	60,000
รวมต้นทุนในการดำเนินงาน	**798,000**

หมายเหตุ: พนักงานที่ใช้ความชำนาญในการปฏิบัติงานสูง อัตราเงินเดือน 20,000 บาท
ค่าประกันสังคม คิดร้อยละ 5 ของอัตราเงินเดือน แต่ไม่เกิน 750 บาท/คน/เดือน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2559)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินในการลงทุนการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี การวิเคราะห์ผลประโยชน์สุทธิทางด้านการเงินที่ผู้ประกอบกิจการจะได้รับ โดยวิเคราะห์จากต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการ ซึ่งจะวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ คือ

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

3. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว (Modified Internal Rate of Return: MIRR)

4. ดัชนีความสามารถทำกำไร (Profit Index: PI)

5. การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของโครงการโดยใช้วิธีการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test: SVT)

ข้อสมมติในการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้มีระยะเวลาดำเนินโครงการ 11 ปี โดยมีระยะเวลาในการปรับปรุงและติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ระยะเวลา 1 ปี และนำก๊าซที่ได้จากการปรับปรุงมาใช้ในการผลิตเป็นระยะเวลา 10 ปี ซึ่งกำหนดมาจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย

2. การยางแห่งประเทศไทย เป็นหน่วยงานของรัฐบาล จึงสามารถกู้เงินลงทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มาใช้ในการลงทุนโดยที่ได้รับอัตราดอกเบี้ยต่ำ ตามนโยบายการสนับสนุนสินเชื่อแก่ผู้ประกอบการยาง โดยมีอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี จึงกำหนดต้นทุนเงินทุนของโครงการที่ร้อยละ 5 ต่อปี

3. ผลตอบแทนจะคำนวณจากส่วนต่างของรายได้จากการประหยัดในการสั่งซื้อก๊าซหุงต้ม (LPG) ที่เป็นต้นทุนของการผลิต โดยผลตอบแทนและต้นทุนตลอดอายุโครงการให้เป็นจำนวนคงที่ (Real Cash Flow) โดยการประมาณการกระแสเงินสดในส่วนของต้นทุนจะรวมไว้ในตอนต้นปี ส่วนผลตอบแทนและต้นทุนในการดำเนินงานจะรวมไว้ตอนท้ายปี

4. การคำนวณค่าเสื่อมราคาของโครงการในส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นแบบเส้นตรง ตามกฎหมายสรรพากร (พระราชกฤษฎีกา (ฉบับที่ 145))

5. โครงการนี้ไม่เสียภาษีเงินได้นิติบุคคล เนื่องจากเป็นหน่วยงานของรัฐบาล

6. กำลังการผลิตในปีที่ 2-3 เท่ากับ 16,000 ตันต่อปี และในปีที่ 4-11 เท่ากับ 18,000 ตันต่อปี

7. การกำหนดต้นทุนในการดำเนินงาน (Operation Cost) ได้แก่ ค่าแรงในการดำเนินการผลิต (เงินเดือน ค่าจ้าง), ค่าใช้จ่ายผันแปรอื่น ๆ กำหนดให้คงที่ตลอดอายุโครงการ

การประมาณการงบกระแสเงินสด

การประมาณการกระแสเงินสดรับและเงินสดจ่ายตลอดอายุของโครงการ อาศัยข้อมูลจากข้อสมมติด้านต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ โดยกำหนดให้ผลตอบแทนของโครงการเกิดจากส่วนต่างของรายได้ที่มีผลตอบแทนที่เกิดจากการประหยัดค่าใช้จ่ายการสั่งซื้อก๊าซมาใช้ในการผลิต ซึ่งสามารถผลิตก๊าซเพื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม (LPG) โดยกู้เงินลงทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มาใช้ในการลงทุนโดยที่ได้รับอัตราดอกเบี้ยต่ำ ในอัตราร้อยละ 5 ต่อปี ตามนโยบายการสนับสนุนสินเชื่อแก่ผู้ประกอบการยาง อีกทั้งโครงการนี้ไม่เสียภาษีเงินได้นิติบุคคล เนื่องจากเป็นหน่วยงานของรัฐบาล จึงสามารถประมาณการงบกระแสเงินสดของการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่ง มาตรฐาน 20 ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ประมาณการงบกระแสเงินสดโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

(หน่วย: บาท)

	ปี	0	1	2	3	4	5
	รวม						
ผลตอบแทน (B)	36,809,856	-	-	3,346,340	3,346,340	3,764,647	3,764,647
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (PVB)	26,944,573	-	-	3,035,229	2,890,694	3,097,184	2,949,699
ต้นทุนการดำเนินงาน (OC)	7,980,000	-	-	798,000	798,000	798,000	798,000
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนการดำเนินงาน (PVOC)	5,868,519	-	-	723,810	689,342	656,517	625,254
ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน (NB)	28,829,856	-	-	2,548,340	2,548,340	2,966,647	2,966,647
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน(PVNB)	21,076,055	-	-	2,311,420	2,201,352	2,440,668	2,324,446
ต้นทุนในการลงทุน (IC)	21,000,000	21,000,000	-	-	-	-	-
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการลงทุน (PVIC)	21,000,000	21,000,000	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	7,829,856	-21,000,000	-	2,548,340	2,548,340	2,966,647	2,966,647

ตารางที่ 10 (ต่อ)

(หน่วย: บาท)

	ปี	6	7	8	9	10	11
	รวม						
ผลตอบแทน (B)	36,809,856	3,764,647	3,764,647	3,764,647	3,764,647	3,764,647	3,764,647
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (PVB)	26,944,573	2,809,238	2,675,464	2,548,061	2,426,725	2,311,167	2,201,111
ต้นทุนการดำเนินงาน (OC)	7,980,000	798,000	798,000	798,000	798,000	798,000	798,000
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนการดำเนินงาน (PVOC)	5,868,519	595,480	567,124	540,118	514,398	489,903	466,574
ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน (NB)	28,829,856	2,966,647	2,966,647	2,966,647	2,966,647	2,966,647	2,966,647
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน (PVNB)	21,076,055	2,213,758	2,108,341	2,007,943	1,912,327	1,821,264	1,734,537
ต้นทุนในการลงทุน (IC)	21,000,000	-	-	-	-	-	-
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการลงทุน (PVIC)	21,000,000	-	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	7,829,856	2,966,647	2,966,647	2,966,647	2,966,647	2,966,647	2,966,647

ที่มา: จากการคำนวณ (2559)

จากการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการโดยงบกระแสเงินสดนั้น สามารถประเมินความคุ้มค่าของโครงการได้ และในทุกหลักเกณฑ์ได้ทำการคิดลดให้กระแสเงินสดให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยกำหนดอัตราส่วนลดที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับความเสี่ยงของการลงทุน ด้วยต้นทุนของโครงการที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 5 ซึ่งสามารถคำนวณหลักเกณฑ์การตัดสินใจทางด้านการเงินที่มีผลการวิเคราะห์ทางการเงิน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ทางการเงิน

ตัวชี้วัด	ค่าจากการประมาณการ	หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ	การตัดสินใจ
NPV	76,055	NPV ≥ 0	ลงทุน
IRR	5.06	IRR ≥ WACC	ลงทุน
MIRR	5.03	MIRR ≥ WACC	ลงทุน
PI	1.00	PI ≥ 1	ลงทุน

ที่มา: จากการคำนวณ (2559)

1.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) คือมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดของโครงการซึ่งสามารถคำนวณได้จากการทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับ 76,055 บาท การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือหากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ แสดงว่าเป็นโครงการที่สมควรจะดำเนินการ เนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบ ณ ปัจจุบันมากกว่าค่าใช้จ่ายซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการนี้

1.2 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.06 การพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนที่ส่วนใหญ่ให้ความนิยมมากที่สุด เนื่องจากแนวคิดของ IRR จะมีความสอดคล้องกับอัตราผลกำไรของโครงการ และยังไม่มีการกำหนดอัตราส่วนลดไว้ก่อนหน้านี้ แต่ถ้าเป็นอัตราส่วนลดที่ทำให้โครงการมีความคุ้มทุน นั่นคืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งหากว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันสูงกว่าค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้ก็ไม่สมควรที่จะลงทุนในโครงการดังกล่าว ในทางตรงกันข้ามหากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันยิ่งต่ำกว่าค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้มากเท่าไรแสดงเป็นโครงการที่ให้ผลตอบแทนมากขึ้น จากโครงการพบว่าสามารถสร้างอัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการได้เท่ากับร้อยละ 5.06 ซึ่งมากกว่าต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่มีค่าเท่ากับ 5.00 ดังนั้นสรุปได้ว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

1.3 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว (MIRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.03 ซึ่ง MIRR เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนที่ได้แก้ไขจากการปรับปรุงข้อสมมติเรื่องอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนซ้ำของวิธีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) โดยเปลี่ยนมาใช้ข้อสมมติเดียวกันกับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ เงินลงทุนที่ได้ลงทุนเมื่อมีการเริ่มโครงการหรือระหว่าง

ดำเนินโครงการ จะนำมารวมเป็นเงินลงทุนในครั้งแรกโดยคิดต้นทุนค่าเสียโอกาสเท่ากับต้นทุนของเงินทุน ส่วนผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานที่ได้รับมาระหว่างดำเนินโครงการนั้น จะต้องถูกนำไปลงทุนซ้ำจนถึงปีสุดท้ายของโครงการโดยได้รับอัตราผลตอบแทนเท่ากับต้นทุนของเงินทุนเช่นเดียวกัน ดังนั้นเมื่อนำค่า MIRR ที่ได้จากการคำนวณมาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการตัดสินใจที่กำหนดไว้ว่าจะรับหรืออนุมัติโครงการก็ต่อเมื่อค่า MIRR มากกว่าหรือเท่ากับต้นทุนเงินทุนของโครงการ พบว่าโครงการสามารถสร้างอัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการได้เท่ากับร้อยละ 5.03 ซึ่งมากกว่าต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่มีค่าเท่ากับ 5.00 ดังนั้นสรุปได้ว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

1.4 ดัชนีความสามารถในการทำกำไร (PI) มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่ง PI คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิในการดำเนินงานกับมูลค่าปัจจุบันกระแสต้นทุน ดังนั้นเมื่อนำค่าดัชนีความสามารถในการทำกำไร (PI) ที่ได้จากการคำนวณมาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการตัดสินใจที่กำหนดไว้ว่าจะรับหรืออนุมัติโครงการก็ต่อเมื่อค่าดัชนีความสามารถในการทำกำไร(PI) มากกว่าหรือเท่ากับ 0 พบว่าโครงการมีอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิในการดำเนินงานกับมูลค่าปัจจุบันกระแสต้นทุน เท่ากับ 1.00 เท่า ซึ่งสรุปได้ว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

การทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลง

เนื่องจากการศึกษาโครงการเป็นการคาดการณ์ผลตอบแทนในอนาคต โครงการจำเป็นต้องพิจารณาว่าตัวแปรที่จะส่งผลกระทบต่อโครงการลงทุน สามารถเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ไม่พึงประสงค์ได้มากน้อยเพียงใดที่จะยังสามารถยอมรับโครงการได้ ซึ่งจะได้ทำการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test) ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงของโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20

การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน	สูตรในการคำนวณ	ผลการคำนวณ
ผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_B)	NPV/PVB x 100	0.28%
ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_{OC})	NPV/PVOC x 100	1.30%
ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_{NB})	NPV/PVNB x 100	0.36%
ต้นทุนในการลงทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_{IC})	NPV/PVIC x 100	0.36%

ที่มา: จากการคำนวณ (2559)

1.1 ผลตอบแทนที่เกิดจากส่วนต่างของก๊าซที่สามารถผลิตได้และต้นทุนในการซื้อก๊าซหุงต้ม (LPG) ลดลงได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_B) ก่อนที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยให้ต้นทุนของโครงการมีค่าคงที่ ซึ่งผลจากการคำนวณเท่ากับ 0.28% หมายความว่าในกรณีที่โครงการดำเนินงานแล้วต้องประสบกับปัญหาผลตอบแทนลดลง และยังสามารถทำให้โครงการสามารถดำเนินงานต่อไปได้ ผลตอบแทนดังกล่าวต้องไม่ลดลงมากกว่า 0.28% จากผลตอบแทนสุทธิจากการประมาณการ หรือผลตอบแทนสุทธิจากส่วนต่างจากรายได้จากการประหยัดก๊าซเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต

1.2 ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_{OC}) ก่อนที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยให้ผลตอบแทนของโครงการมีค่าคงที่ ซึ่งผลจากการคำนวณเท่ากับ 1.30% หมายความว่าในกรณีที่โครงการมีความจำเป็นในการเพิ่มต้นทุนในการดำเนินงานของโครงการได้มากที่สุดแล้วไม่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของโครงการ

1.3 ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_{NB}) ก่อนที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยให้ผลตอบแทนของโครงการมีค่าคงที่ซึ่งผลจากการคำนวณเท่ากับ 0.36% หมายความว่าในกรณีที่โครงการดำเนินงานแล้วต้องประสบกับปัญหาผลตอบแทนลดลง และยังสามารถทำให้โครงการสามารถดำเนินงานต่อไปได้ ผลตอบแทนดังกล่าวต้องไม่ลดลงมากกว่า 0.36% จากผลตอบแทนสุทธิจากการประมาณการ หรือผลตอบแทนสุทธิจากส่วนต่างจากรายได้จากการประหยัดก๊าซเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต

1.4 ต้นทุนในการลงทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด (SVT_{IC}) ก่อนที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยให้ผลตอบแทนของโครงการมีค่าคงที่ ซึ่งผลจากการคำนวณเท่ากับ 0.36% หมายความว่าในกรณีที่โครงการมีความจำเป็นในการเพิ่มต้นทุนในการลงทุนของโครงการได้มากที่สุดแล้วไม่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของโครงการ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและระบบบำบัดน้ำเสียโดยทำการศึกษากระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 และระบบที่เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่หากมีการไปลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 เพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการพิจารณารูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิคว่าควรเลือกใช้เทคโนโลยีแบบใดจึงมีความเหมาะสมของโครงการ และทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนในโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 รวมถึงทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงของการลงทุนของโครงการ มีวิธีการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงานฝ่ายโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 การยางแห่งประเทศไทย อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี และใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านเทคนิคและระบบติดตั้ง ราคาก่อสร้าง ค่าจ้างแรงงาน ค่าเงินเดือน ราคาวัสดุอุปกรณ์ ราคาสาธารณูปโภค รวมถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลมาประมาณการและคำนวณต้นทุนในการดำเนินการ และผลตอบแทนของโครงการ ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

กระบวนการผลิตและระบบบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน เริ่มขั้นตอนแรกด้วยการล้างยางก้อนถ้วย ขั้นตอนที่สองทำการลำเลียงสายพานเข้าสู่เครื่องตัดหยาบ ขั้นตอนที่สามส่งต่อเข้าเครื่องรีดยางด้วยสายพานแบบเกลียวเพื่อทำการรีดน้ำที่อยู่ในก้อนยาง ขั้นตอนที่สี่ก่อนที่จะส่งต่อไปยังเครื่องย่อยยางเป็นชิ้นเล็กๆ ขั้นตอนที่ห้านำยางชิ้นเล็กๆใส่กระบะเข้าเตาอบเพื่อทำการอัดแท่ง ขั้นตอนที่หกเมื่อนำยางออกมาจากเตาอบนำมาตรวจคุณภาพ ขั้นตอนที่เจ็ดทำการบรรจุหีบห่อ และขั้นตอนที่แปดจัดเก็บยางแท่งมาตรฐานในคลังต่อไป โรงงานมีกำลังการผลิตยาง 80 ตันต่อวัน ใน 3 กระบวนการแรกของขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 150 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งแต่เดิมน้ำเสียทางโรงงานใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอ๊อกซิเจนประกอบด้วย 7 บ่อทำการบำบัดน้ำเสียทั้งหมด มีบ่อสำคัญคือบ่อแรกที่รองรับน้ำเสียจากการกระบวนการล้างยาง โดยใช้เครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอย 16 ตัว เพื่อให้เพียงพอต่อจุลินทรีย์ที่นำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติซึ่งทำให้โรงงานเสียค่าไฟฟ้าในการปั่นน้ำจำนวนมาก จากการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ในขั้นตอนที่ห้าการอบยางแท่งจำเป็นต้องใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) เป็นจำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องสั่งซื้อก๊าซมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ทำให้การผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 มีต้นทุนสูงจาก

การขนส่งก๊าซที่มีระยะทางห่างจากคลังก๊าซจังหวัดขอนแก่น ดังนั้นจึงมีความสนใจลดต้นทุนในการผลิตยางแท่งโดยการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียจากระบบเติมอากาศเป็นระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์ เพราะจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพมากเพียงพอที่จะนำไปผลิตก๊าซชีวภาพและสามารถนำก๊าซชีวภาพที่ได้กลับเข้ามาใช้ในการอบยางต่อไป

รูปแบบและทางเลือกทางด้านเทคนิคของโครงการ

ทางเลือกใหม่จะเลือกใช้เทคโนโลยีในระบบบำบัดน้ำเสียจะใช้แบบบ่อหมักย่อยประยุกต์ (Modified Covered Lagoon Digester ; MCL) ซึ่งเป็นระบบบ่อหมักย่อยที่มีลักษณะการไหลของน้ำเสียเป็นแบบตามแนวยาว (Horizontal Flow) ซึ่งถูกออกแบบให้มีลักษณะการหมักย่อยแบบต่อเนื่องกันไป ก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้จะถูกกักเก็บเอาไว้ใต้ผืนพลาสติกคลุมบ่อก๊าซชีวภาพด้วยแผ่นพลาสติกจำพวก High Density Polyethylene (HDPE) หรือแผ่นพีวีซี (PVC) เพื่อให้เกิดสภาพไม่ใช้อากาศและใช้เป็นตัวเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยอาจคลุมทั้งบ่อหรือคลุมเฉพาะในส่วนที่มีการสร้างมีเทนก็ได้ โดยที่มีการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของตะกอนแบคทีเรียกับน้ำเสียให้มากขึ้นซึ่งทำได้หลายวิธีเช่น ปรับปรุงให้มีการกระจายน้ำเข้าที่ดีขึ้น และปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยพื้นฐานจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของของเสียที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักประยุกต์ปิดคลุมด้วยพลาสติกความหนาแน่นสูงในโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ของการยางแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี มีขนาด 40*40*6 ลูกบาศก์เมตร โดย 3 บ่อแรกจะทำการพักน้ำเสียเพื่อทำให้เกิดก๊าซ หลังจากได้ส่งก๊าซกลับเข้าไปยังการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 แล้วจะปล่อยน้ำเสียส่งออกไปยังอีก 4 บ่อที่เหลือ โดยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด เท่ากับอัตราการใช้น้ำเพื่อการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ในการผลิต 150 ลูกบาศก์เมตร/วัน สามารถวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ 18,162.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความสามารถในการเปลี่ยนออกซิเจนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเท่ากับร้อยละ 80 โดยอัตราการเปลี่ยนของเสียในรูปของ COD เป็นก๊าซมีเทน มีค่าเท่ากับ 0.35 ลบ.ม./กก. รวมปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ทั้งสิ้น 1,271.365 ลูกบาศก์เมตรต่อการผลิตยาง 80 ตัน และถ้านำไปคำนวณเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตจะได้เท่ากับ 584.82 กิโลกรัม (ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.46 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) พร้อมนำไปใช้ได้ทันที ส่วนกากตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยแล้วจะไหลไปตามแนวการเคลื่อนตัวของน้ำเสียตามแนวยาวและถูกระบายออกที่ด้านท้ายของบ่อนี้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของปุ๋ยชีวภาพต่อไป

การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน และการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินสำหรับการลงทุนโครงการครั้งนี้จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนด คือ โครงการมีอายุ 11 ปี ผลตอบแทนจะคำนวณจากส่วนต่างของรายได้จากการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 โดยผลตอบแทนและต้นทุนตลอดอายุโครงการให้เป็นจำนวนคงที่ (Real Cash Flow) เนื่องจากต้นทุน

และผลตอบแทนไม่เปลี่ยนแปลงตามอัตราเงินเฟ้อ ดังนั้นผลตอบแทนของโครงการมีความน่าเชื่อถือ และในระยะสั้นหากเกิดความความผันผวนของราคาก๊าซที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนของโครงการในระยะยาว และในการประมาณการกระแสเงินสดในส่วนของต้นทุนจะรวมไว้ในตอนต้นปี โดยโครงการมีต้นทุนในการลงทุนเท่ากับ 21,798,000 บาท แหล่งเงินทุนของโครงการมาจากกู้เงินลงทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร นำมาใช้ในการลงทุน ตามนโยบายการสนับสนุนสินเชื่อแก่ผู้ประกอบการยางของรัฐบาล โดยมีอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี ซึ่งโครงการนี้ไม่เสียภาษีเงินได้นิติบุคคล เนื่องจากเป็นหน่วยงานของรัฐบาล และผลตอบแทนจากการลงทุนในโครงการนี้เท่ากับ 76,055 บาท

ผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิต มีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากเมื่อนำเกณฑ์ในการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่ามากกว่าศูนย์ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว (MIRR) มีค่ามากกว่าต้นทุนเงินทุนของโครงการ และดัชนีความสามารถในการทำกำไร (PI) มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งผลการการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทนเท่ากับ 76,055 บาท

2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 5.06

3. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้วมีเท่ากับร้อยละ 5.03

4. ดัชนีความสามารถในการทำกำไรเท่ากับ 1.00

5. การทดสอบความแปรเปลี่ยนของโครงการซึ่งโครงการสามารถรองรับต่อผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุดถึงร้อยละ 0.28 ส่วนของต้นทุนในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นได้มากสุดที่ร้อยละ 1.30 และผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานลดลงได้มากที่สุดร้อยละ 0.36 โดยสามารถรองรับต่อต้นทุนในการลงทุนที่เพิ่มขึ้นได้จากเดิมมากที่สุดถึงร้อยละ 0.36

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาพบว่ามูลค่าในปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับ 76,055 บาท จะทำให้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 5.06 , อัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มีการปรับค่าแล้ว (MIRR) เท่ากับ 5.03 และดัชนีความสามารถในการทำกำไร (PI) เท่ากับ 1.00 เท่า ซึ่งเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่อย่างไรก็

ตามผลตอบแทนที่ได้น้อยมากเมื่อเทียบกับเงินลงทุนของโครงการ ทำให้โครงการดังกล่าวไม่มีความเหมาะสมในการลงทุน

2. จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการรองรับความเปลี่ยนแปลงของโครงการด้านผลตอบแทนที่ลดลงมากที่สุด (SVT_B) เท่ากับร้อยละ 0.28 ต้นทุนในการดำเนินงานสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุด (SVT_{OC}) เท่ากับร้อยละ 1.30 ,ต้นทุนในการลงทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุด (SVT_{IC}) เท่ากับร้อยละ 0.36 และผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานสามารถลดลงได้มากที่สุด(SVT_{NB}) เท่ากับร้อยละ 0.36 ซึ่งจากผลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าโครงการดังกล่าวสามารถรองรับความเสี่ยงได้ในระดับที่ต่ำมาก หากมีการเปลี่ยนแปลงในด้านผลตอบแทนและต้นทุนก็จะทำให้โครงการได้รับผลกระทบจนไม่สามารถดำเนินโครงการต่อไปได้ในที่สุด ดังนั้นหากโครงการต้องการดำเนินงานต่อไปจำเป็นต้องหาวิธีในการลดต้นทุนในการลงทุนให้ได้มากกว่าต้นทุนในการลงทุนของการศึกษาในครั้งนี้

3. จากการศึกษาพบว่ายังคงมีอีกหลายจังหวัดที่มีโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 แต่ยังไม่ได้มีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ทำให้เสียโอกาสในการลดต้นทุนการผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ดังนั้นการยางแห่งประเทศไทยควรมีการส่งเสริมให้โรงงานของการยางแห่งประเทศไทย รวมไปถึงผู้ประกอบการโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ที่มีปริมาณน้ำเสียเพียงพอต่อการผลิตก๊าซเพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนในการสั่งซื้อก๊าซหุงต้ม (LPG) การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน 20 ขึ้นอยู่กับปริมาณค่ามาตรฐานของน้ำเสียระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่ ขนาดพื้นที่ของบ่อน้ำเสีย รวมไปถึงระยะห่างกับชุมชนใกล้เคียงกับโรงงาน ดังนั้นหากผู้ประกอบการหรือผู้ที่สนใจโครงการลงทุนในลักษณะดังกล่าว จำเป็นต้องหาข้อมูลปริมาณน้ำเสียเพื่อใช้ผลิตก๊าซชีวภาพที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมประกอบการตัดสินใจต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2558. “**ค่าเฉลี่ยของลักษณะสมบัติของ น้ำเสียที่ออกจากโรงงาน**” (Online).http://thaitapiocastarch.makewebeasy.com, 20 มกราคม 2559.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2558. “**คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 5**” (Online). http://www.dede.go.th, 15 มกราคม 2559.

จุไร ทัพวงษ์, วิชญะ นาครักษ์, วิโรจน์ นรารักษ์, สมศักดิ์ มีทรัพย์หลาก, สุภาสินี ตันติศรีสุข. 2555. **การวิเคราะห์โครงการและแผนงาน (Project and Program Analysis)**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์.

ดวงใจ จีนานุรักษ์. 2557. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลจากหญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1 อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริษัท กรีน ไทย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด. 2559. “**พลาสติกปิดคลุมบ่อน้ำเสีย**” (Online). http://www.greenthaibiogas.com/DetailGallery.aspx?id=600098&contype=ListPortfolio, 14 กุมภาพันธ์ 2559.

ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. 2542. **การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พลังเกษตร. 2558. “**มารู้จักกับยางแท่ง**” (Online). http://www.palangkaset.com, 15 มกราคม 2559.

ภัทรพงศ์ วงศ์สุวัฒน์. 2558. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ใน จังหวัดบุรีรัมย์**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรางคณาง ม่วงนา. 2553. **การวิเคราะห์ทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินปิดคลุมด้วยพลาสติกของฟาร์มสุกรแบบดั้งเดิม.** วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยยาง. 2558. “**สถิติยางไทย**” (Online).
http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm, 20 ตุลาคม 2558.

สยามเคมี.คอม สารเคมี และผลิตภัณฑ์เคมี. 2558. **“ก๊าซชีวภาพ(Biogas)”** (Online).
http://www.siamchemi.com. 22 มีนาคม 2559.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. “**ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร ยางพารา**” (Online).
http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/rubber.pdf, 20 ตุลาคม 2558.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2558. “**ระบบบ่อหมักย่อยประยุกต์**” (Online).
http://www.google.co.th/search?q=สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 14 กุมภาพันธ์ 2559.

หฤทัย มีนะพันธุ์. 2550. **หลักการวิเคราะห์โครงการ : ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ**. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

อัญชลี วังวิเศษกุล. 2553. **การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช.**วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Annie Koh, S. K. Ang, E. F. Brigham, and M. C. Ehrhardt. 2014. **Financial Management Theory and Practice**. An Asia edition. Singapore.

Google map. 2558. “**ที่ตั้งโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย**” (Online). www.google map.com, 19 พฤศจิกายน 2558.

Lin, S. A. Y. 1976. “The modified rate of return and investment criterion.” **The Engineering Economist** 21 (4): 237-247.

Thai Biogas Generator . 2558. “**บ่อปิดคลุมด้วยพลาสติก (Cover Lagoon)**” (Online).
http://www.thaibiogasgen.blogspot.com, 22 มกราคม 2559.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ใบอนุญาตผลิตพลังงานควบคุม

รายการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	เอกสาร	วัน	หมายเหตุ
ใบอนุญาตผลิตพลังงานควบคุม -ผู้ประกอบการยื่นคำขอ “ใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม” แก่ พพ. หรือ สกพ. -พพ. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน -พพ. อนุมัติใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม	-กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน - สำนักงานกำกับกิจการพลังงาน	คำขอใบรับอนุญาตผลิตพลังงานควบคุม(พค.1)	60	ขนาดตั้งแต่ 200-1,000 kVA สกพ. เป็นผู้ตรวจสอบและส่งให้ พพ.เป็นผู้เห็นชอบ สามารถ ดาวน์โหลดเอกสารได้ที่ http://www.dede.go.th ติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมที่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) กระทรวงพลังงาน เลขที่ 17ถนนพระรามที่ 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 โทรศัพท์ 0-2223-0021-9 ต่อ 1411พลังงานควบคุม (พค.1)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวธนลักษมณ์ ศิรินภาทรัพย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	2 เดือนกรกฎาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	บริหารธุรกิจบัณฑิต (การเงิน) มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ธุรกิจส่วนตัว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	จังหวัดชลบุรี