อภินันทนาการ

สัญญาเลขที่ R2558B097

สำนักงานกองทุน

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

Life Cycle Assessment of Biomass Briquette

ผศ.ดร.ประพิธาริ์ ธนารักษ์
ดร.พิสิษฏ์ มณีโชติ
นายวิกานต์ วันสูงเนิน
ว่าที่ร้อยตรีศักย์ชัย เพชรสุวรรณ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 18 ส.ค. 2559
เลขทะเบียน 1701558659
เลขเรียกหนังสือ ว ๓๑๔
ว๒๒๖ร
๒๕๕๙

สนับสนุนโดยงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	a
สรุปผู้บริหาร	c
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
การประเมินวัฏจักรชีวิต	3
เชื้อเพลิงอัดแท่ง	12
เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง	14
คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง	13
ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	14
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	19
ขั้นตอนการวิจัยและผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์	22
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล	24
ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล	29
ประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ	35
สรุปผลการวิจัย	41
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	46
- บทความที่เผยแพร่งานวิจัย (Proceeding)	

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ	26
2	บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ	27
3	บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการขึ้นรูป	27
4	บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการอบแห้ง	28
5	บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนบรรจุ	28
6	บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจำหน่าย	29
7	ห่วงโซ่ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์	30
8	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล	31
9	ข้อกำหนดในการวิเคราะห์	31
10	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	32
11	ผลประโยชน์และมูลค่าทางการเงิน	32
12	ผลการวิเคราะห์การลงทุนและความอ่อนไหว	34
13	ผลการสัมภาษณ์ นายชาติ ไชยสิทธิ์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ	36
14	ผลการสัมภาษณ์ นายขวัญชัย อนุรักษ์วัฒนะ ตัวแทนพลังงานจังหวัดพิจิตร	37
15	ผลการสัมภาษณ์ นายอำนาจ ตินะมาตร ตัวแทนบุคคลในชุมชนอื่น	38
16	ผลการสัมภาษณ์ ดร.พิสิษฏ์ มณีโชติ ตัวแทนผู้ให้การอบรม	40
17	ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิต	41

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละภาคเศรษฐกิจ	1
2	กรอบการดำเนินงาน LCA ตามขั้นตอนมาตรฐาน ISO 14040	4
3	การกำหนดขอบเขตของระบบที่ศึกษา	5
4	การจำแนกสารตามประเภทของผลกระทบ	8
5	โครงสร้างภายในของเครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว	12
6	ชนิดและปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก	25
7	เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล และกิจกรรมของกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ	31

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลกำลังการผลิต 1,500 กิโลกรัม/วัน โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตตาม ISO 14040 ตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การอบแห้ง การบรรจุ และการจำหน่าย ผลการวิจัยพบว่ามีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 1.77 tCO_2eq/day ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบมีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 1.64 tCO_2eq/day เนื่องจากวัตถุดิบคือผงถ่านไม้เป็นจำนวนมากถึง 1,500 กิโลกรัม และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 1.18 $kgCO_2eq/kg$ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงเขียวจากหญ้านวลน้อยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.54 $kgCO_2eq/kg$ แนวทางในการลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมคือพัฒนาเตาเผาถ่านที่มีประสิทธิภาพสูงและนำเศษถ่านที่เหลือจากการจำหน่ายมาอัดแท่งจะช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตมีค่าเท่ากับ 496,646.61 บาท และต้นทุนต่อหน่วยของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี เท่ากับ 3.81 บาทต่อ $kgCO_2eq$ มีอัตราส่วนผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (SROI) 3.71 อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (ROI) 3.70 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 1,471,353.39 บาท ระยะเวลาการคืนทุน 3.24 เดือน

การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง โดยใช้การสัมภาษณ์เกษตรกรถึงผลกระทบที่เป็นประโยชน์และใช้การวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ พบว่า ด้านมิติทางสังคม เกษตรกรสามารถนำความรู้ไปผลิตถ่านอัดแท่ง และพัฒนาต่อยอดความรู้ ทำให้เกิดเครือข่ายความร่วมมือจากหลายแหล่ง เช่น พลังงานจังหวัด สถานศึกษา องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น กลุ่มคนในชุมชน และยังขยายผลไปยังหน่วยงาน และชุมชนอื่นๆ โดยสามารถเรียนรู้ได้ในชุมชนดังกล่าวที่ได้จัดทำเป็นแหล่งเรียนรู้ที่เน้นการให้ปฏิบัติจริง ด้านมิติทางเศรษฐกิจ คุณภาพถ่านดีขึ้นเป็นที่ยอมรับของคนในชุมชน เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและลดรายจ่าย ด้านมิติทางวัฒนธรรม เกษตรกรยังคงวัฒนธรรมการใช้ชีวิตเช่นเดิม และมีการเรียนรู้ร่วมกันมากขึ้นเพื่อพัฒนางาน เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชน เพื่อการประกอบอาชีพและลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน ด้านมิติทางสิ่งแวดล้อม ลดขยะจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช ลดมลพิษ หมอกควัน ลดความขัดแย้งของคนในชุมชน และทำให้ชุมชนสะอาด ด้านมิติทางสุขภาพ มีสุขภาพจิตดี มีความสุขจากการได้พบปะ เรียนรู้ร่วมกันของคนในชุมชน ส่วนผลกระทบต่อผู้ให้การถ่ายทอดเทคโนโลยี มีด้านเดียวคือด้านมิติทางสังคม ต่อยอดความรู้ พัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี เป็นสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้กับนิสิต นักศึกษาในมหาวิทยาลัย

คำสำคัญ: การประเมินวัฏจักรชีวิต, เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล, คาร์บอนไดออกไซด์

Abstract

This research presents an assessment of carbon dioxide (CO_2) emission from the operation of a biomass briquetting machine with a production capacity of 1,500 kg/day. The life-cycle assessment of the machine was applied in this study according to ISO 14040, which includes raw material supply and preparation, manufacturing (processing and dehydration), packaging and distribution. The research showed the biomass briquetting released carbon dioxide at 1.77 tCO_2eq/day. The raw material released a maximum quantity of carbon dioxide at 1.64tCO_2eq/day from 1500kg of powdered charcoal. The biomass briquette has carbon dioxide at 1.18 $kgCO_2eq/kg$ comparing to a green fuel from grass at 1.54 $kgCO_2eq/kg$. Therefore, the way to reduce the impact on the environment is to improve the efficiency of charcoal kilns, and process the production waste from charcoal making process into biomass briquettes to reduce CO_2 emission causing harmful effects to environment.

From the economic analytical aspect, the cost for the life-cycle of biomass briquette production is 496,646.61 Baht and the unit cost of reducing CO_2 emission per year is 3.81 Baht per $kgCO_2eq$. The Social Return on the Investment or SROI is 3.71 and the Return on the Investment or ROI is 3.70. The Net Present Value or NPV is 1,471,353.39 Baht and a payback period of 3.24 months.

The social impacts of technology transfer to the community were studied by collecting interviews from local people. The results suggested that local people such can apply the technology and create a network of people who are interested in charcoal briquette production such as the provincial energy office, schools, the local administration office and local people. Moreover, it can become a model to schools and other communities. In the case of economic aspect, technology transfer can improve the quality of charcoal, and receives supports from the local people. Moreover, selling charcoal briquette also generates more incomes. There is no substantial change in the cultural aspect of the community, except the local people can integrate technology into their lives. Biomass briquette production can become an effective way to eliminate agricultural waste or improve environment of the community. Finally, it also strengthens physical and mental health of the local people as well as the beneficial knowledge and technology transfer as a learning source for University students.

Keywords: Life Cycle Assessment, Briquette Biomass, Carbondioxide

บทสรุปผู้บริหาร

การใช้พลังงานเชื้อเพลิงของภาคครัวเรือนยังนิยมใช้ถ่านและฟืนเป็นเชื้อเพลิงหลัก ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งอนุรักษ์พลังงานได้รายงานว่าปี 2555 มีการใช้ถ่านเพื่อเป็นเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3,095 กิโลตันน้ำมันดิบ และใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3,064 กิโลตันน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 27.92 และ 27.64 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในภาคครัวเรือน ประกอบกับพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับฟืนและถ่านได้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ในประเทศ การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานทดแทน มาใช้ประโยชน์เป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วน ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและวัชพืชต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านพลังงานเพื่อทดแทนฟืนและถ่านโดยเฉพาะประชาชนในชนบท จะทำให้มีเชื้อเพลิงใช้ในราคาถูก และเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดรายจ่ายทางด้านพลังงาน รวมถึงในระดับมหภาคยังจะสามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตในภาคการเกษตรลงได้ ปัจจุบันได้มีการวิจัยที่ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่งจากวัสดุหลายประเภท ทั้งจากวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและวัชพืชต่างๆ ของเสียจากภาคอุตสาหกรรมหรือธุรกิจต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีการอัดเชื้อเพลิงที่มีส่วนในการเพิ่มการใช้พลังงาน

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวคิดในการวิจัยเรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อให้ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจก ในตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต ช่วงขั้นตอนก่อนการใช้งานและการกำจัดซาก แม้ว่าการนำชีวมวลที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้น ทำให้ภาพรวมนั้นอาจจะลดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ เนื่องจากลดการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรลง แต่ขั้นตอนระหว่างการกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงนั้นอาจก่อให้เกิดมลพิษในด้านอื่น เช่น มลพิษทางเสียง หรือแม้แต่มลพิษทางอากาศที่ยังไม่สามารถชี้วัดได้ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์และประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล เพื่อนำมาพัฒนา ปรับปรุงกระบวนการผลิตสู่ความยั่งยืนของพลังงานและสิ่งแวดล้อมให้กับประเทศต่อไป โดยโครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล
2. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

โดยมีขอบเขตของโครงการวิจัย ได้แก่

1. งานวิจัยนี้จะเลือกใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion)
2. ชนิดของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการทดลองคือ ถ่านไม้กะลา ถ่านไม้เบญจพรรณและชีวมวลอื่นในชุมชนท้องถิ่น

3. การประเมินวัฏจักรชีวิตทางด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานและเศรษฐศาสตร์ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบการผลิต การใช้งาน การขนส่งและการกำจัดซาก
4. ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล โดยคำนวณจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิต
5. ศึกษาผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะศึกษาต้นทุนวัฏจักรชีวิต, ต้นทุนต่อหน่วย ระยะเวลาคืนทุนพลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล และผลตอบแทนทางด้านสังคม

โดยคณะวิจัยฯได้ทำการวิจัยที่

ชุมชนไผ่สีรุณ ม.10 ต.ท่าหลวง อ.เมือง จ.พิจิตร

ชุมชนบ้านเขาน้อย ต.ดงประคำ อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลของการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบมีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 1.64 tCO_2eq/day เนื่องจากวัตถุดิบคือผงถ่านไม้เป็นจำนวนมากถึง 1,500 กิโลกรัม และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 1.18 $kgCO_2eq/kg$ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงเขียวจากหญ้านวลน้อยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.54 $kgCO_2eq/kg$

ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตมีค่าเท่ากับ 496,646.61 บาท และต้นทุนต่อหน่วยของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี เท่ากับ 3.81 บาทต่อ $kgCO_2eq$ การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลภายใต้เงื่อนไขต่างๆ พบว่า มีอัตราส่วนผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน เท่ากับ 3.71 การเพิ่มต้นทุนในการดำเนินการผลิต ตั้งแต่ร้อยละ 30 – 70 ยังคงทำให้โครงการมีค่า SROI, ROI, PB และ NPV ที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับโครงการได้ เช่นเดียวกับการลดราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งลงเหลือกิโลกรัมละ 5-10 บาท อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าราคาขายที่ลดลงมีความอ่อนไหวต่อค่า SROI, ROI, PB และ NPV มากกว่าการเปลี่ยนแปลงต้นทุน

การศึกษานี้วิเคราะห์ให้เห็นเชิงประจักษ์ว่า ราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อทุกตัวชี้วัด ดังนั้นจะต้องมีการรักษาคุณภาพของกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งให้มีคุณสมบัติตามความต้องการของตลาด ส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นการเสริมสร้างภาพลักษณ์ของชุมชน

การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งฯ ใช้ติดตามประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการ ประกอบด้วย 5 มิติ รวมทั้งหมด 11 ตัวบ่งชี้ จากการสัมภาษณ์ตามตัวบ่งชี้ดังกล่าว พบว่าผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นชุมชนสามารถนำความรู้

ประยุกต์ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้ นอกจากนี้ยังสามารถอบรมเผยแพร่และถ่ายทอดให้กับผู้ที่สนใจ พัฒนาเครื่องและกระบวนการผลิต ต่อยอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิง ชีวมวล พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ มีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือเพื่อขยายผลไปยังชุมชนอื่นๆ เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Claudia and Taraneh (2014) และ Jianjun Hu, et al. (2014) พบว่าการใช้พลังงานจากชีวมวลทำให้คนในชุมชนสามารถลดรายจ่าย สร้างรายได้ พึ่งตนเองได้ สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในชนบทดีขึ้น ลดการขาดแคลนพลังงาน และเพิ่มความยั่งยืนให้กับชุมชน อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ตามมิติผลกระทบทางสุขภาพคนในชุมชนมีความสุขเพราะมีพลังงานและได้พบเจอเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทนร่วมกัน จากการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นพบว่าเป็นผลกระทบที่เป็นประโยชน์หรือผลกระทบทางบวก ส่วนผลกระทบทางลบจากการสัมภาษณ์ยังไม่มีปรากฏขึ้น อาจสรุปได้ว่าถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชยังสามารถที่จะดำเนินการต่อไปได้เพราะมีคนสนใจพลังงานทดแทนมากขึ้นเนื่องมาจากราคาก๊าซหุงต้มมีการปรับตัวสูงขึ้นและมีแนวโน้มที่จะหมดไปในอนาคตข้างหน้า

ประโยชน์ที่ได้รับ (ระบุ ผู้ใช้ประโยชน์ หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์)

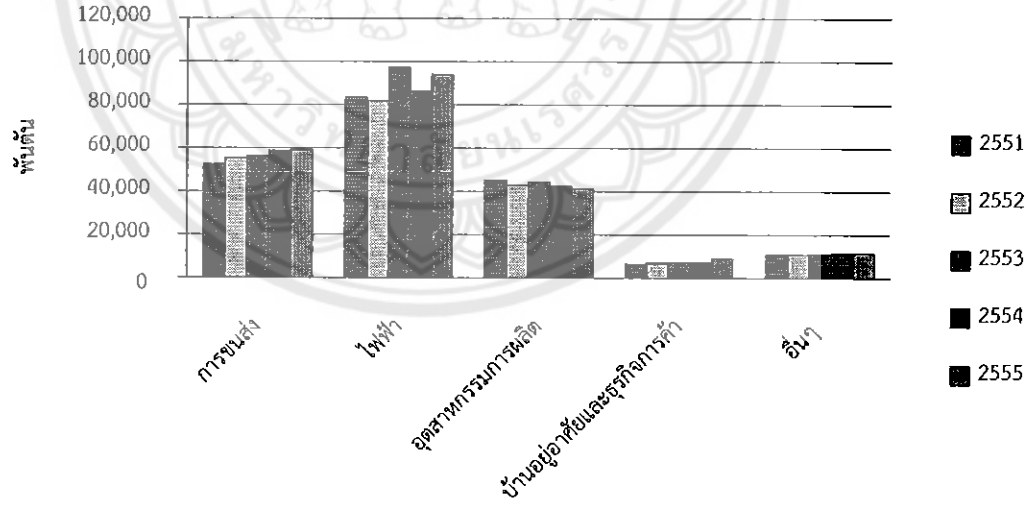
1. เข้าใจถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล
2. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจในการเลือก และปรับปรุงกระบวนการหรือเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนสำหรับการหาพลังงานทดแทนในอนาคต
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมกับกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงด้วยวิธีอื่นๆ ได้ และเพื่อใช้เป็นแนวทางพัฒนากระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงในอนาคตต่อไป

งานวิจัยนี้ได้รับการเผยแพร่ในที่ประชุมวิชาการระดับชาติ

- **ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ, ประพิธาริ์ ธนารักษ์, พิสิษฏ์ มณีโชติ และ วิกานต์ วันสูงเนิน.** (13 พฤศจิกายน 2557). การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช. (Proceeding). **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลรัตนโกสินทร์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
- **ประพิธาริ์ ธนารักษ์, พิสิษฏ์ มณีโชติ, วิกานต์ วันสูงเนิน, บงกช ประสิทธิ์ และ ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ.** (22 กรกฎาคม 2558). การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง. (Proceeding). **นเรศวรวิจัยครั้งที่ 11.** มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การใช้พลังงานเชื้อเพลิงของภาคครัวเรือนยังนิยมใช้ถ่านและฟืนเป็นเชื้อเพลิงหลัก ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งอนุรักษ์พลังงานได้รายงานว่าปี 2555 มีการใช้ถ่านเพื่อเป็นเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3,095 กิโลตันน้ำมันดิบ และใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3,064 กิโลตันน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 27.92 และ 27.64 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในภาคครัวเรือน [1] ประกอบกับพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับฟืนและถ่านได้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ในประเทศ [2] การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานทดแทน มาใช้ประโยชน์เป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วน ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและวัชพืชต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านพลังงานเพื่อทดแทนฟืนและถ่านโดยเฉพาะประชาชนในชนบท จะทำให้มีเชื้อเพลิงใช้ในราคาถูก และเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดรายจ่ายทางด้านพลังงาน รวมถึงในระดับมหภาคยังจะสามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตในภาคการเกษตรลงได้ ปัจจุบันได้มีการวิจัยที่ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่งจากวัสดุหลายประเภท ทั้งจากวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและวัชพืชต่างๆ ของเสียจากภาคอุตสาหกรรมหรือธุรกิจต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีการอัดเชื้อเพลิงที่มีส่วนในการเพิ่มการใช้พลังงาน จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานในบ้านอาศัยและธุรกิจการค้านั้นมีส่วนในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพที่ 1 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละภาคเศรษฐกิจ [3]

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวคิดในการวิจัยเรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อให้ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจก ในตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต ช่วงขั้นตอนก่อนการใช้งานและการกำจัดซาก แม้ว่าการนำชีวมวลที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้น ทำให้ภาพรวมนั้นอาจจะลด

ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ เนื่องจากลดการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรลง แต่ขั้นตอนระหว่างการกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงนั้นอาจก่อให้เกิดมลพิษในด้านอื่น เช่น มลพิษทางเสียง หรือแม้แต่มลพิษทางอากาศที่ยังไม่สามารถชี้วัดได้ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์และประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล เพื่อนำมาพัฒนา ปรับปรุงกระบวนการผลิต สู่ความยั่งยืนของพลังงานและสิ่งแวดล้อมให้กับประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล
2. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. งานวิจัยนี้จะเลือกใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion)
2. ชนิดของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในการทดลองคือ ถ่านไม้กะลา ถ่านไม้เบญจพรรณและชีวมวลอื่นในชุมชนท้องถิ่น
3. การประเมินวัฏจักรชีวิตทางด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานและเศรษฐศาสตร์ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบการผลิต การใช้งาน การขนส่งและการกำจัดซาก
4. ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล โดยคำนวณจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิต
5. ศึกษาผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะศึกษาต้นทุนวัฏจักรชีวิต, ต้นทุนต่อหน่วย ระยะเวลาคืนทุนพลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เข้าใจถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล
2. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจในการเลือก และปรับปรุงกระบวนการหรือเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนสำหรับการหาพลังงานทดแทนในอนาคต
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมกับกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงด้วยวิธีอื่นๆ ได้ และเพื่อใช้เป็นแนวทางพัฒนากระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงในอนาคตต่อไป

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

จัดสัมมนาผลการศึกษา โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นเจ้าหน้าที่ของรัฐบาล เช่น อบต. กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ครู อาจารย์ หรือแม้แต่ชาวบ้านที่สนใจ เพื่อสามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดสู่เกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรชีวิตในครั้งนี้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม และการจัดการสิ่งแวดล้อม สู่ความยั่งยืนของชุมชน

สถานที่ทำการทดลอง

ชุมชนไผ่สีรุณ ม.10 ต.ท่าหลวง อ.เมือง จ.พิจิตร

ชุมชนบ้านเขาน้อย ต.ดงประคำ อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

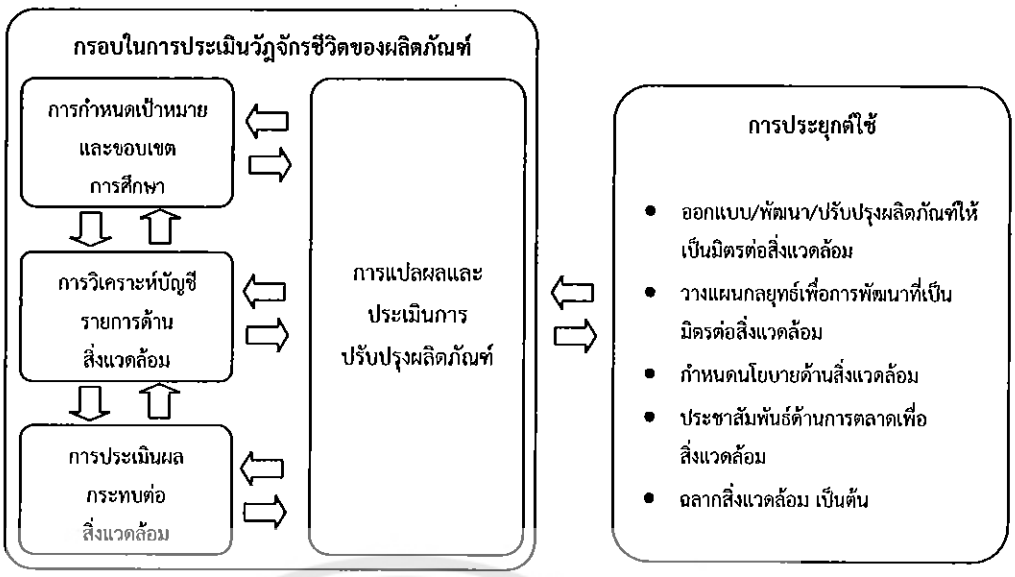
1. การประเมินวัฏจักรชีวิต [4]

1.1 ความหมายของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA) คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การใช้ใหม่/แปรรูป และการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์หลังจากการใช้งาน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า พิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะหาวิธีการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

1.2 หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต

หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ซึ่งดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 14040 ได้แก่ (1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope Definition) (2) การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis: LCI) (3) การประเมินผลกระทบ (Life Cycle Impact Assessment : LCIA) และ (4) การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Interpretation) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบการดำเนินงาน LCA ตามขั้นตอนมาตรฐาน ISO 14040

1.2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา

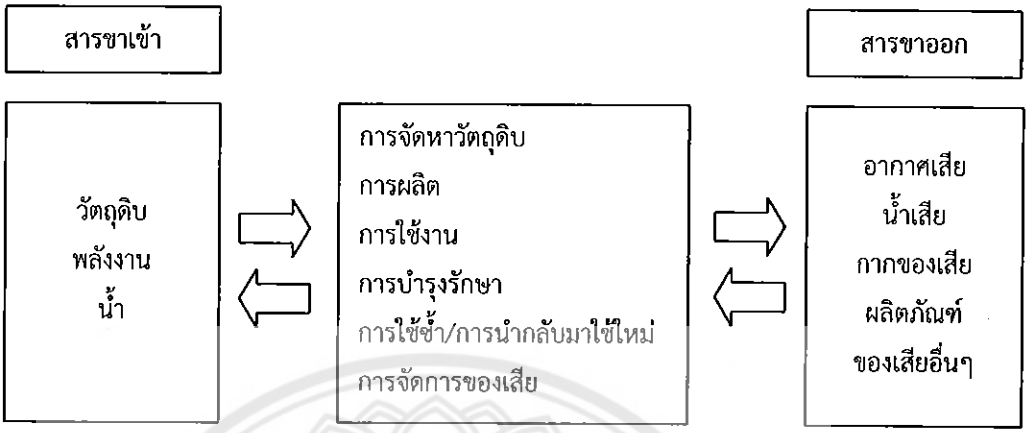
1) การกำหนดเป้าหมาย (Goal Definition)

การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ เป็นขั้นตอนแรกในการทำ LCA โดยพิจารณาถึงเหตุผลในการศึกษา เพื่อให้ผู้รับสามารถนำผลการประเมินไปใช้ได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะในส่วนของวิธีทำ LCA ขึ้นอยู่กับการกำหนดวัตถุประสงค์ ผลการวิเคราะห์อาจผิดพลาดถ้าการใช้งานไม่ได้ถูกกำหนดไว้อย่างเหมาะสมเป้าหมายเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษารายละเอียดและการสรุปผล เพราะเป้าหมายและวัตถุประสงค์ จะทำให้สามารถแยกแยะความสำคัญของส่วนต่าง ๆ ของเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง การกำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ต้องครอบคลุมปัญหาเหล่านี้ ได้แก่ การนำผลการวิเคราะห์การประเมินวัฏจักรชีวิตไปใช้ทำอะไร การเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นเมื่อมีการนำหลักการ LCA มาพิจารณาและผลิตภัณฑ์ใหม่จะได้รับการปรับปรุงในเรื่องใดบ้างซึ่งทำให้เกิดผลอย่างไร

2) การกำหนดขอบเขต (Scope Definition)

การกำหนดขอบเขต คือการบ่งชี้และกำหนดสิ่งที่ต้องการประเมินและกำหนดการรวบรวมสิ่งที่อำนวยประโยชน์ต่อเป้าหมายของ LCA ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดสิ่งที่เราต้องการศึกษา รวมถึงการกำหนดหน่วยหน้าที่หรือสิ่งที่ผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ (Functional Unit : FU) การออกแบบระบบอ้างอิงหรือผลิตภัณฑ์อ้างอิงเพื่อแสดงวัตถุประสงค์ของการศึกษาการออกแบบตัวแปรการประเมินทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายของ LCA และการบ่งชี้กระบวนการผลิตที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อมในระบบผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับเป้าหมายของ LCA ซึ่งการกำหนดขอบเขตประกอบไปด้วย ขอบเขตระบบ (System Boundary) หมายถึง ขอบเขตระหว่างระบบผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมหรือระบบผลิตภัณฑ์อื่น โดยที่ระบบผลิตภัณฑ์หมายรวมเอาหน่วยที่

รวบรวมวัตถุดิบและพลังงานที่มีการเชื่อมโยงกัน ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันหรือหลายอย่าง โดยที่สามารถแบ่งขั้นตอนของทรัพยากร วัตถุดิบ หรือพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบก่อนมีการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการต่าง ๆ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การกำหนดขอบเขตของระบบที่ศึกษา

หน่วยหน้าที่และหน่วยการทำงานของระบบ (Function and Functional Unit) ซึ่งระบบอาจมีหน้าที่หลายอย่าง และหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นที่อาจถูกเลือกมาเพื่อทำการศึกษา LCA โดยขึ้นอยู่กับเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา ดังนั้นในการกำหนดขอบเขตของการศึกษา จึงต้องระบุหน้าที่ของระบบที่ทำการศึกษาให้ชัดเจน และหน่วยการทำงาน (Functional Unit : FU) ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับสารขาเข้าและสารขาออกของระบบ มีความสำคัญในการใช้เปรียบเทียบผลของ LCA โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ต่างกัน ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานของ LCA ที่สามารถวัดผลความแตกต่างของระบบได้ และมีหน้าที่พื้นฐาน 3 ประการคือ ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ความคงทนและคุณสมบัติพื้นฐานคุณภาพของข้อมูลที่ต้องการเนื่องจากการศึกษา LCA ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก และข้อมูลมีความแตกต่างกันทั้งที่มาและวิธีการเพื่อได้มาซึ่งข้อมูล ดังนั้นการระบุรายละเอียดและระดับคุณภาพของข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการใช้ผลของ LCA เปรียบเทียบกัน การกำหนดคุณภาพของข้อมูลตามมาตรฐานควรคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

- ระยะเวลาที่ต้องการศึกษาเพื่อให้ทราบว่าข้อมูลดังกล่าวอยู่ในช่วงเวลาใดและระยะเวลาในการเก็บข้อมูล
- เทคนิคที่ต้องการศึกษา
- พื้นที่ที่ต้องการศึกษา
- ความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลและต้องเป็นตัวแทนของสภาพจริง
- แหล่งที่มาของข้อมูล เพื่อสามารถตรวจสอบประเภทของข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูล
- ความหลากหลายและความไม่แน่นอนของข้อมูลและวิธีที่ใช้

1.2.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis: LCI)

การจัดทำบัญชีรายการข้อมูล หมายถึงการเก็บรวบรวมและคำนวณข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา รวมถึงการสร้างผังของระบบผลิตภัณฑ์ (Product System) การคำนวณหาปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึง การใช้ทรัพยากรและพลังงาน หรือการปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ อากาศ ดิน และน้ำ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแต่ละช่วงจากวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์บัญชีรายการอาจต้องทำซ้ำไปซ้ำมา โดยเรียนรู้จากข้อมูลที่เก็บมาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอาจทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีเก็บข้อมูลหรือประเด็นปัญหา เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาที่กำหนดไว้จุดมุ่งหมายของการทำบัญชีรายการก็คือการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการที่ได้มีการนิยามไว้แล้วในขั้นตอนการกำหนดขอบเขต (Scope Definition) การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยประเด็นสำคัญต่างๆ ดังนี้

1) การสร้างหน่วยของข้อมูลหรือ การเตรียมการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างหน่วยของข้อมูล เป็นการระบุกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ในรูปผังแสดงกระบวนการ ในการผลิตผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดหน้าที่และหน่วยการทำงาน โดยเริ่มจากการศึกษาวัตถุดิบ การใช้พลังงาน ขั้นตอนการผลิต การขนส่งการบริโภคและการกำจัด ซึ่งจำเป็นต้องระบุวัตถุดิบ พลังงานและกระบวนการต่าง ๆ ให้ครบถ้วนเนื่องจากมวลสารที่เข้าระบบจะต้องสมมูลกับมวลสารที่ออกจากระบบ

2) การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีความแตกต่างกันตั้งแต่การเริ่มใช้วัตถุดิบซึ่งมีหลากหลายประเภท ต้องสามารถแยกเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลได้ และข้อมูลเหล่านั้นต้องมีการเชื่อมโยงกัน ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดเป้ าหมายและขอบเขตการศึกษาว่าจะมีการพิจารณาละเอียดมากน้อยเท่าใด

3) การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการรวบรวมข้อมูล หากระบบที่เกี่ยวข้องมีหลายประเภท ต้องมีการแจกแจงตามประเภทผลิตภัณฑ์ตามเหตุผลที่ชัดเจนและวิธีที่ระบุไว้ แล้วนำมาคำนวณซึ่งกระบวนการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น NETS (Numerical Environmental Total Standard) Method เป็นต้น ขึ้นอยู่กับผู้วิจัย นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับ LCA จำนวนมากที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองงานด้าน LCA โดยเฉพาะสามารถเลือกได้ตามชนิดและข้อมูลของงาน เช่น ฐานข้อมูลโปรแกรม SimaPro ที่ถูกพัฒนาขึ้นและเป็นที่นิยมในวงการ LCA

4) การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ต้องมีการควบคุมกระบวนการตั้งแต่การคัดเลือกข้อมูลจนถึงการปรับปรุงข้อมูลและสรุป

5) การเชื่อมโยงข้อมูล

ข้อมูลที่ได้ต้องมีความเชื่อมโยงกัน โดย Input และ Output จะต้องสัมพันธ์กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ส่วนต่างๆ ในกระบวนการย่อย

6) การปันส่วนและการแปรใช้ใหม่

การประเมินวัฏจักรชีวิตในระบบที่มีความซับซ้อน เป็นไปไม่ได้ที่จับคลอบคลุมผลกระทบจากขอบเขตของระบบได้ทั้งหมด วิธีแก้ไขสามารถทำได้ 2 วิธี คือ (1) เพิ่มขอบเขตของระบบ (2) จัดทำรายการที่มีความสัมพันธ์กับการศึกษาและประเมินผลกระทบ

7) การนำเสนอของข้อมูลในรูปของแบบฟอร์มที่เข้าใจง่าย

การนำเสนอข้อมูลแก่ผู้รับ เป็นส่วนสำคัญมาก เพราะการทำ LCA จะบรรลุวัตถุประสงค์ได้เมื่อผู้รับสามารถนำไปใช้ประโยชน์และเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน การนำเสนอข้อมูลประกอบด้วย รายละเอียดของกระบวนการผลิต คุณลักษณะของข้อมูล เช่น คุณภาพของข้อมูล ข้อจำกัด และที่มาของข้อมูล เป็นต้น รูปแบบที่เป็นที่นิยม เช่น กราฟแท่ง กราฟวงกลม

1.2.3 การประเมินผลกระทบ (Life Cycle Impact Assessment: LCIA)

เป็นการนำข้อมูลมาทำการแปลงแยกแยะตามชนิดของผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากขั้นตอนในการทำบัญชีรายการ (Inventory) เราจะทราบข้อมูลของการแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด การแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมบางอย่างเป็นสิ่งสำคัญแต่บางอย่างไม่ใช่ เพื่อให้ LCA สามารถช่วยในการตัดสินใจ ข้อมูลในขั้นตอนการทำบัญชีรายการต้องได้รับการตีความก่อน ซึ่งการตีความต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแหล่งทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของสภาพการทำงาน และต้องแสดงให้เห็นว่าการแลกเปลี่ยนทางสิ่งแวดล้อมใดที่สำคัญ

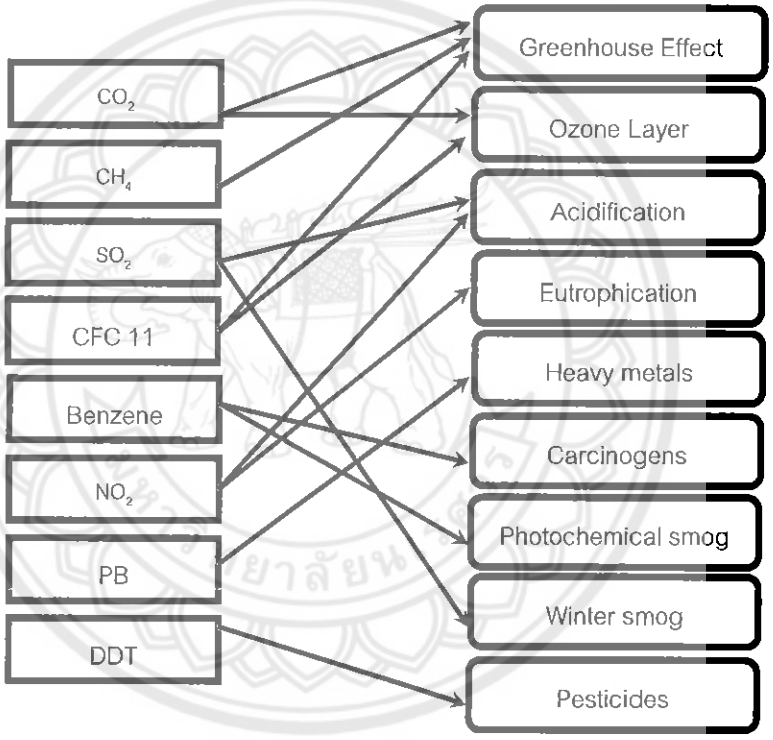
1) การคัดเลือกกลุ่มผลกระทบ (Impact Categories) เป็นการจำแนกว่าระบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านใดบ้าง และเกิดขึ้นในกระบวนการใด โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์บัญชีรายการมาใช้วิเคราะห์และจำแนกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารขาเข้าและสารขาออกทั้งหมดอย่างเป็นหมวดหมู่

สำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและนิยมนำมาใช้ในการจำแนกเพื่อประเมินผลกระทบได้แก่

- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)
- การทำให้โลกร้อน (Global Warming)
- การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Ozone Depletion)
- การสิ้นเปลืองทรัพยากร (Resource Depletion)
- การออกซิเดชันที่เกิดจากปฏิกิริยาแสง-เคมี(Photochemical Oxidation)
- การก่อให้เกิดความเป็นกรดในดินและแหล่งน้ำ (Acidification)

- การก่อให้เกิดสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- การก่อให้เกิดความเป็นพิษในมหาสมุทร (Aquatic Ecotoxicity)
- ภาวะการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในแหล่งน้ำ (Nutrification)

2) การจำแนกประเภทและการกำหนดบทบาท (Classification and characterization) การจำแนกประเภท คือขั้นตอนการจำแนกกลุ่มของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลที่ได้ในการจัดทำบัญชีรายการหรือ LCI โดยจะดูถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับผลกระทบที่เกิดขึ้นยกตัวอย่างเช่น NO_2 ที่เกิดขึ้นในช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์นั้นสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในด้าน การเกิดฝนกรด (Acidification) และ การเจริญเติบโตที่มากเกินไปของพืชชั้นต่ำในแหล่งน้ำ (Eutrophication) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การจำแนกสารตามประเภทของผลกระทบ

3) การกำหนดบทบาท (Characterization) คือ การแปลงข้อมูลที่ถูกจำแนกประเภท ว่าก่อให้ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางด้านใดแล้วจากขั้นตอนที่ 1 ให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าวกับสารอ้างอิงพื้นฐานหรือที่เรียกว่า Equivalent or Characterization factors: EF โดยสามารถหาได้จากสมการ

$$EP_j = \sum(Q_i \times EF_{ij})$$

EP_j = (Environmental impact potential) คือค่าศักยภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับผลกระทบประเภท j ใด ๆ (kg substance equivalent)

Q_i = (Quantity of substance) คือปริมาณมลภาวะสาร j ที่ปล่อยออกมา (kg substance j)

EF_{ij} = (Equivalency factor) คือค่าเทียบเท่าของสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j (kg substance equivalent/ kg substance j)

4) การหาขนาดของผลกระทบ (Normalization) คือ ขั้นตอนการแสดงขนาดของผลกระทบของผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่ศึกษา กับขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ในระดับประเทศ ภูมิภาค ระดับโลก หรือกับผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องการอ้างอิง โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$NP_{j(product)} = EP_j / (T \times ER_j)$$

$NP_{j(product)}$= (Normalized environment impact potential) ค่าปกติทางศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใดๆของผลิตภัณฑ์ (Person)

T = (Lifetime of product) คืออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ (Year)

ER_j = (Normalization reference) คือค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ j ใดๆ ที่เกิดจากการกระทำของคนหนึ่งคนต่อปี (kg substance equivalent/person/year)

5) การให้น้ำหนัก (Weighting) คือ ขั้นตอนในการให้น้ำหนักความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละชนิดจะต่างกันไป ขึ้นกับมุมมองของผู้ประเมินว่าจะกำหนดค่ามลภาวะ (Weighting Factor: WF) ว่าเป็นเท่าใด ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$WP_j = WF_j \times NP_j$$

WP_j = (Weighted environmental impact potential) คือ ค่าศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม jใด ๆ หลังการให้ค่าน้ำ หนักความสำ คัญแล้ว (Person for target year: Pt.)

WF_j = (Weighting factor) คือค่าสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใดๆ ในปีที่ตั้งเป้าหมายเอาไว้

สำหรับในโปรแกรมสำเร็จรูปนั้นได้ใช้ข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมของทวีปยุโรปค่าที่ได้หลังจากขั้นตอนการให้น้ำหนัก เรียกว่า คะแนนเชิงเดี่ยว (Single score) มีหน่วยวัดเป็น Pt. หรือ Person for target year หน่วยเดียวกับค่า NP_j ซึ่งหน่วย Pt. เกิดจากกระบวนการหาขนาดของผลกระทบที่ต้องการจะรวม ค่าในกลุ่มผลกระทบที่มีหน่วยต่างกัน เช่น ภาวะโลกร้อนมีหน่วย kg CO_2 ภาวะการลดลงของชั้นบรรยากาศมีหน่วย kg CFC11 โดยการหาด้วยค่ากลาง ดังนั้นค่า Pt. จะเป็นการแสดงจำนวนเท่าของค่ากลาง จะสามารถรู้ว่าค่านั้นมีค่ามากหรือน้อยจะต้องทำการเปรียบเทียบกับค่ากลางหรือใช้ในการเปรียบเทียบกับค่า Pt ด้วยกัน

1.2.4 การแปลผลการศึกษา (Life Cycle Interpretation)

การแปลผลและการประเมินเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของ LCA คือ การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมหรือ LCI แล้วทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น มาสรุป รวบรวม ตีความหมาย และแปลค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการนั้นๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะทำให้ทราบว่าในช่วงใด

ของวัฏจักรชีวิตที่เกิดผลกระทบมากที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบนั้นเป็นเท่าใด และสามารถทำให้ทราบถึงที่มาของผลกระทบนั้นเพื่อที่จะนำไปสู่ ผลสรุป และข้อเสนอแนะต่อไป ซึ่งในขั้นตอนการแปลความหมายของผลกระทบนี้ต้องทำด้วยความระมัดระวัง และอยู่ภายใต้เป้าหมายวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนแรกด้วย

วัตถุประสงค์ของการแปลผลและการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์นั้นก็เพื่อจำแนกแนวทางและหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างตรงประเด็น หรือสามารถนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่สามารถทดแทนกันได้ โดยอาศัยมุมมองทางสิ่งแวดล้อมในการตัดสินใจต่อไปสำหรับขั้นตอนการแปลผลและการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์นั้น ประกอบด้วย ขั้นตอนหลักสามขั้นตอนได้แก่

- การจำแนกทางเลือกในการปรับปรุงทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปได้ โดยทั่วไปจะพิจารณาเลือกช่วงในวัฏจักรชีวิตที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการหรือปัจจัยที่เป็นสาเหตุ เพื่อจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขให้ผลกระทบลดลงต่อไป
- การวิเคราะห์เพื่อประเมินทางเลือกในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมประกอบกันโดยมองถึงความเป็นไปได้ถึงแนวทางทั้งหมดที่จะนำมาปรับปรุง โดยสอดคล้อง กันกับกระบวนการ ทั้งในด้านเทคนิคและต้นทุนประกอบกันเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด
- คัดเลือกทางเลือกในการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อม โดยทำการคัดเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดโดยเรียงลำดับจากวิธีที่เป็นไปได้มากที่สุดจากมากไปหาน้อยในการลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบกับความเหมาะสมของเทคนิคและต้นทุนในทางเลือกนั้นๆ โดยจัดทำเป็นบทสรุป ข้อเสนอแนะ และรายงานผลที่ได้ให้ผู้เกี่ยวข้องทราบต่อไป

2. เชื้อเพลิงอัดแท่ง [5]

การอัดแท่งเชื้อเพลิงสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งการอัดให้เป็นเม็ดเล็กๆ หรือ การอัดแท่ง อยู่ที่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน เช่นในครัวเรือน หรือในทางอุตสาหกรรม ในกรรมวิธีการอัดแท่งนั้นเป็นผลมากจากความเหมาะสมของวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตเป็นด้านหลัก

วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียวสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการอัดได้เป็น 3 วิธี คร่าวๆ ดังนี้

1. การอัดสด เป็นการอัดเชื้อเพลิงโดยใช้วัสดุที่ยังมีความสดอยู่ เช่นการอัดสดพืชที่มีสารเหนียวประเภทเพคติน (Pectin) หรือเจลาติน (Gelatin) รวมถึงสารเหนียวประเภทอื่นๆ ที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้พืชนั้นสามารถจับตัวกันเป็นแท่งได้ การอัดสดพืชที่ไม่มีสารเหนียวในตัวเองแต่นำไปผสมกับพืชชนิดอื่นที่มีสารเหนียว เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวประสานแทนพืชหลักการอัด

พืชสดกับตัวประสานโดยตรง เช่น แป้งมัน กากน้ำตาล ผสมลงไปเพื่อทำหน้าที่เชื่อมประสานให้สามารถอัดเป็นแท่งได้

2. การอัดหมัก เป็นการอัดพืชซึ่งถูกนำไปหมักเพื่อให้สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ การอัดหมัก สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- การอัดหมักพอให้ชุ่มน้ำ เป็นการหมักให้พืชเกิดการเน่าเปื่อยในระยะเริ่มต้น เพื่อให้พืชเกิดการเน่าเปื่อยจนได้ที่ ก่อนจะนำไปอัดทำให้พืชที่ถูกหมักสามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ง่ายขึ้น

- การอัดหมักโดยการนำพืชที่หมักแล้วไปผสมกับตัวเชื่อมประสานจากภายนอก เพื่อทำหน้าที่เชื่อมประสานให้สามารถอัดเป็นแท่งได้

3. การอัดแห้งโดยใช้ตัวเชื่อมประสาน ซึ่งวัสดุที่แห้งนั้นสามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ โดยการนำมาผสมกับตัวเชื่อมประสาน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมประสานให้สามารถอัดเป็นแท่งได้

การอัดแท่งในวงการอุตสาหกรรม นิยมการใช้วิธีการอัดเกลียวสกรูเนื่องจากสะดวก โดยที่การอัดแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องอัดเกลียวสกรูสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ

1. การอัดแห้งและใช้ความร้อนสูง เป็นการอัดซึ่งมีการคิดค้นในประเทศอเมริกา พบว่าเครื่องอัดในลักษณะดังกล่าวจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เกลียวหรือ สกรู กระบอกไดและระบบการให้ความร้อนต่อกระบอกได รวมไปถึงระบบการระบายความร้อนให้กับชุดเฟือง เพื่อให้การอัดเชื้อเพลิงในลักษณะดังกล่าวสามารถควบคุมความชื้นได้ โดยที่ความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 7 ถึง 12 และวัสดุจะต้องผ่านการบดมาแล้ว ถ้าความชื้นสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะทำให้ การอัดแท่งไม่ได้ผลเท่าที่ควร การอัดแห้งจะใช้แรงอัดที่สูงประมาณ 11,000 ถึง 17,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. การอัดแท่งแบบเปียกโดยไม่ใช้ความร้อน เป็นการอัดที่สามารถทำได้กับวัตถุดิบที่ยังคงมีความสดและวัสดุแห้ง เครื่องอัดแบบต่อเนื่องดังกล่าวประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ คือ เกลียว กระบอกเกลียว และกระบอกได ซึ่งระบบดังกล่าวนี้จะแตกต่างจากการอัดแห้งและใช้ความร้อน คือไม่มีทั้งระบบให้ความร้อนและระบายความร้อน โดยในการผลิตนั้น วัตถุดิบที่จะถูกนำไปอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงจะผ่านกระบวนการลดขนาดให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยไม่จำเป็นต้องลดความชื้นหรือให้เหลือความชื้นที่พอดี การอัดเปียกจะใช้แรงอัดต่ำกว่าการอัดแห้งและใช้ความร้อนเป็นอย่างมาก การอัดสามารถเลือกใช้วัสดุได้อย่างมากมาย แต่การอัดเปียกจะมีข้อเสียตรงที่เมื่ออัดแล้วจะต้องนำไปอบแห้งหรือตากแดดจนกว่าเชื้อเพลิงที่อัดได้จะแห้ง ดังนั้นความชื้นที่เหมาะสมจะมีความสำคัญต่อการอัดเปียกเพราะจะทำให้ใช้เวลาในการตากน้อยลง และตัวเชื่อมประสานจากภายนอกจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้การอัดเปียกมีการเกาะติดกันได้เป็นอย่างดี

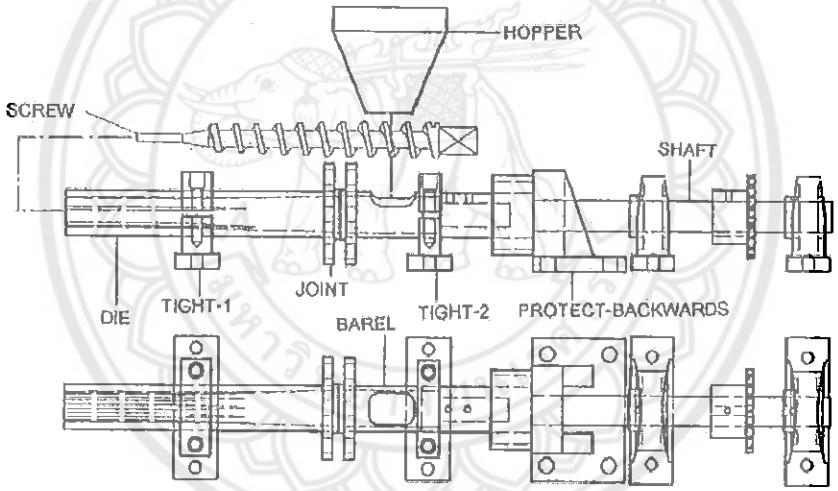
ในขบวนการอัดแท่งตามที่นำเสนอข้างต้น จะมีลักษณะเด่นและด้อยที่แตกต่างกัน เช่น การอัดสดจะอาศัยความสดของวัสดุที่ใช้ทำเชื้อเพลิงมาอัดเลยซึ่งสารเหนียวต่างๆในตัววัสดุจะเป็นตัวประสานได้ดีทำให้ก้อนเชื้อเพลิงจับตัวกันได้เป็นอย่างดีแต่ความหนาแน่นในการอัดตัวของวัสดุจะทำ

ให้เป็นก้อน อย่างการอัดในแบบหมักไม่ได้เนื่องจากการอัดหมักได้มีการนำวัสดุไปหมักมาก่อนแล้วเมื่อนำมาอัดการคืนตัวจึงมีน้อยกว่าการอัดสด ส่วนการอัดแห้งจะต้องใช้ตัวประสานจากภายนอกมาช่วยยึดวัสดุรวมถึงแรงอัดจะต้องสูงมากเพราะวัสดุที่ใช้จะมีการคืนตัวสูง

3. **เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง** [6]

1. การอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion) ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักที่สำคัญในเครื่องอัด (Extruder) ดังนี้คือ สกูรอัด (Pressure Screw) ช่องป้อนวัสดุ (Barrel) แม่พิมพ์ (Die) และต้นกำลัง (driver) ที่ใช้ขับสกูรอัด ซึ่งชิ้นส่วนที่สำคัญที่สุดในขบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งคือตัวสกูรอัด โดยสกูรอัด ที่ใช้เป็นแบบสกูรอัดเดี่ยวและมีหลักการทำงานของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งและองค์ประกอบของการอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง ดังนี้

การอัดรีด คือ กระบวนการบังคับให้วัตถุดิบ (ชีวมวล) เคลื่อนตัวผ่านแม่พิมพ์ (Die) เพื่อให้ได้ลักษณะของรูปทรงตามความต้องการออกมาสู่ภายนอกอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 5 โครงสร้างภายในของเครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว [6]

หลักการพื้นฐานในการเคลื่อนตัวของอนุภาคของชีวมวล ภายในสกูรอัดแท่งเชื้อเพลิงนั้นจะเกิดจากแรงเสียดทาน โดยที่แรงเสียดทานจะเป็นตัวกลางที่ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ไปได้และนำความรู้จากอุตสาหกรรมและกระบวนการฉีดพลาสติกมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็งจากเชื้อเพลิงชีวมวล (Extruder) จำพวก กะลามะพร้าว แกลบ ขี้เลื่อย เป็นต้น เพื่ออัดชีวมวลเหล่านี้ให้รวมกันได้เป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็ง ซึ่งทำการพิจารณาออกแบบได้ง่าย หลักการทำงานไม่สลับซับซ้อนและสามารถทำงานได้ต่อเนื่องรวมถึงมีต้นทุนในการสร้างที่ต่ำ โดยปกติกระบวนการอัดรีดเย็นจะแบ่งช่วงการทำงานของสกูรออกเป็น 2 ช่วงคือ

1. ช่วงการป้อนวัตถุดิบและลำเลียง (Feed section)

ช่วงการป้อนและการลำเลียงวัตถุดิบนั้น ชีวมวลจะถูกป้อนลงมาจากด้านบนมาเก็บไว้ที่ถังพักทรงกรวย (Hopper) ซึ่งชีวมวลจะอยู่ในลักษณะของเม็ดหรือผงแล้วจะเคลื่อนตัวหล่นลงบนเกลียวลำเลียงจากนั้นเกลียวลำเลียงจะขนถ่ายชีวมวลเข้าสู่ช่องการอัดตัว การไหลของชีวมวลลงในช่องสกูรจะพิจารณาเป็นการไหลแบบจุกอัด (plug flow) ซึ่งการไหลของชีวมวลจะมีความเร็วเท่า ๆ กัน

2. ช่วงการอัดตัว (Compression section) วัตถุดิบจะถูกอัดตัวโดยการเพิ่มขั้นของความดันในแนวแกนสกรูซึ่งวัตถุดิบจะถูกอัดตัวกันแน่นและผ่านเข้าไปในแม่พิมพ์ แต่หากการไหลในร่องของสกูรยังไม่เกิดความดันจะทำให้จะไม่เกิดการไหลแบบจุกอัด โดยมากจะเกิดในกรณีที่เป็นการไหลแบบไม่เต็มร่องเกลียวการอัดตัว คือ การที่อนุภาคชีวมวลถูกแรงกดอัดจนอนุภาค เกาะตัวกันเป็นก้อนแข็ง และเครื่องผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็งได้ใช้สกรูในการอัดรีดชีวมวลให้ผ่านแม่พิมพ์ (Die) ออกมาเป็นเชื้อเพลิงแท่งแข็ง โดยในการอัดรีดแบบเย็นต้องมีการเตรียมวัตถุดิบและตัวประสานซึ่งทำหน้าที่เป็นกาวยึดเกาะอนุภาคชีวมวลให้เป็นแท่งหลังจากผ่านกระบวนการอัดรีดแล้ว

4. คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่ง [7]

เชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติคล้ายฟืน คือมีค่าความร้อนต่ำกว่าถ่านเวลาจุดจะมีควันมาก ซึ่งการใช้เชื้อเขียวอัดแท่งจึงเหมาะกับการใช้กับเตาไฟที่มีปล่องควันเพราะ การใช้เตาไฟลักษณะนี้จะช่วยลดควันได้ การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลจะใช้องค์ประกอบหลักๆที่สำคัญของเชื้อเพลิงในการประเมินคุณภาพได้แก่

ปริมาณความชื้น (Moisture Content) เป็นปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่ง ความชื้นจะเป็นตัวที่ทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเขียวลดลงและจะทำให้แท่งเชื้อเพลิงแตกร่วนได้ง่าย

สารระเหย (Volatile matter) คือส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งที่สามารถระเหยได้ซึ่งเป็นสารที่มีองค์ประกอบของ คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

คาร์บอนคงตัว (Fixed carbon) คือ ปริมาณของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่ง หลังจากการนำสารระเหยออกไปแล้วและโดนเผาไหม้ที่อุณหภูมิประมาณ 900 องศาเซลเซียส คาร์บอนเสถียรนี้ คือตัวบ่งบอกถึงค่าความร้อนในวัสดุ ถ้ามีค่าคาร์บอนเสถียรมากแสดงว่าวัสดุนั้นจะมีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย

ปริมาณเถ้า (Ash content) คือส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาที่มีอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสที่เผานาน 6 ชั่วโมง ประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ เป็นต้น

ค่าความร้อน (Heating value) เป็นค่าความร้อนของการสันดาป จะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่ง

กำมะถันรวม (Total sulfur)

เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงจะมีค่าคาร์บอนคงตัวอยู่ในระดับที่สูงและมีปริมาณของสารระเหยในปริมาณที่ต่ำ ดังนั้นถ้าเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงจึงทำให้ค่าความร้อนที่ได้ต่ำแต่เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี ไม่จำเป็นต้องมีค่าความร้อนที่สูงสุดแต่จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบอื่นๆ เช่น การแตกปะทุขณะติดไฟ น้ำหนักของเชื้อเพลิง ควัน และความแข็งของเชื้อเพลิง

5. ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

หลักการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์เพื่อการวิเคราะห์โครงการพลังงานและสิ่งแวดล้อม

การกำหนดค่า (Valuation) ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการวิเคราะห์โครงการทำการกำหนดค่าด้วยเหตุผลสำคัญ 2 ประการ

1. ช่วยให้การตัดสินใจเลือกโครงการมีประสิทธิภาพดีขึ้น เพราะต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกทำลายไปจะถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนทางตรงของ โครงการมิฉะนั้นแล้วต้นทุนของโครงการจะมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งมีผลทำให้การตัดสินใจเลือกโครงการไม่มีประสิทธิภาพ

2. ช่วยในการตัดสินใจว่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอันใดอันหนึ่งควรจะถูกนำไปใช้ประโยชน์สำหรับวัตถุประสงค์ใดในระหว่าง 2 วัตถุประสงค์ ที่แข่งขันกันหรือขัดแย้งกัน เช่น เก็บรักษาไว้ดังที่เป็นอยู่ (ผลประโยชน์ในการเก็บรักษาไว้ดังที่เป็นอยู่สามารถกะประมาณโดยวิธีการกำหนดค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) หรือพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในรูปอื่น

ผู้ได้รับประโยชน์จากโครงการ

คือกลุ่มบุคคลที่จะได้รับประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการของรัฐ หรือกลุ่มบุคคลที่จะใช้สาธารณูปโภคที่ผลิตขึ้นมาโดยโครงการของรัฐวิสาหกิจ เช่น เกษตรกรที่จะได้รับน้ำจากโครงการชลประทานของรัฐผู้ใช้ทางด่วนซึ่งต้องจ่ายค่าผ่านทางและรวมถึงผู้ที่ใช้ถนนธรรมดาที่ใช้อยู่เดิมแต่มีการจราจรเบาบางลง

ผลประโยชน์ของโครงการจะถูกประเมินได้ก็ต่อเมื่อได้ทราบว่าใครคือผู้ได้รับประโยชน์จากโครงการมีจำนวนเท่าไร และแต่ละคนได้รับประโยชน์มากน้อยเพียงไร

อายุโครงการ

คือช่วงระยะเวลาหรือจำนวนปีที่คาดว่าโครงการจะยังใช้ประโยชน์ได้

ในที่นี้อายุโครงการคือ N ปี

อายุโครงการต้องถูกกำหนดให้เหมาะสม

ถ้าอายุโครงการถูกกำหนดให้ยาวกว่าที่ควรจะเป็นผลประโยชน์ของโครงการก็จะถูกประมาณสูงกว่าที่ควรจะเป็น

ถ้าอายุโครงการถูกกำหนดให้สั้นกว่าที่ควรจะเป็นผลประโยชน์ของโครงการก็จะถูกประมาณต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

การวิเคราะห์ทางการเงินและการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ

จะใช้วิธีการวิเคราะห์ทางการเงินหรือวิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ หรือทั้ง 2 วิธี ขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นใครเป็นผู้ลงทุนในโครงการ และอะไรคือแรงดึงดูดใจในการทำโครงการ ซึ่งทำให้สามารถแบ่งโครงการออกได้เป็น 3 กลุ่ม

1. โครงการภาคเอกชน

เอกชน

- ริเริ่ม
- นำไปปฏิบัติ
- ดำเนินการ
- ลงทุน

แรงดึงดูดใจคือกำไร ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางการเงิน

2. โครงการภาครัฐ

รัฐบาล

- ริเริ่ม
- นำไปปฏิบัติ
- ดำเนินการ
- ลงทุน

แรงดึงดูดใจคือสวัสดิการที่เกิดแก่สังคม ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ

3. โครงการภาครัฐวิสาหกิจ

รัฐวิสาหกิจ

- ริเริ่ม
- นำไปปฏิบัติ
- ดำเนินการ
- ลงทุน

แรงดึงดูดใจคือผลกำไรและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่สังคมโดยรวม ***ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางการเงินและทางเศรษฐกิจ***

การคำนวณตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ

ตัวชี้วัดความคุ้มค่ามีประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกโครงการใน 2 สถานการณ์

1. ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนโครงการที่จะเลือกนำไปปฏิบัติตัดสินใจว่าโครงการใดจะถูกยอมรับหรือจะถูกปฏิเสธในการนำไปปฏิบัติ
2. มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนโครงการที่จะเลือกนำไปปฏิบัติตัดสินใจว่าโครงการใดจะถูกนำไปปฏิบัติ หรือจะถูกเลื่อนเวลาออกไปหรือจะถูกยกเลิก

ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงการทางด้านพลังงานสำหรับการลงทุน โดยละเอียดของการคำนวณและหลักของการวิเคราะห์ของแต่ละตัวชี้วัดมีดังต่อไปนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

การคำนวณมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของโครงการ อาจหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$NPV = (B_0 - C_0) + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+r)} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1+r)^2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+r)^n}$$

$$\text{หรือ} = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \qquad \text{หรือ} \qquad = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

โดยที่ B_t = มูลค่าของผลประโยชน์จากโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

C_t = มูลค่าของค้นทุนจากโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t

r = อัตราคิดลด (discount rate)

n = อายุของโครงการหรือปีที่สิ้นสุดอายุของโครงการ

ในการพิจารณาโครงการหนึ่ง โดยผู้ลงทุนต้องการทราบเพียงแต่ว่าโครงการนี้มีผลทางเศรษฐกิจอยู่ในเกณฑ์ที่จะลงทุนได้หรือไม่ ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) จะช่วยในการตัดสินใจได้ ดังนี้ คือ ถ้า NPV มีค่ามากกว่าศูนย์ย่อมหมายความว่าโครงการนั้นให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าค่า NPV น้อยกว่าศูนย์ โครงการนั้นก็ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และถ้าค่า NPV ของโครงการเท่ากับศูนย์พอดีแสดงว่าการเลือกลงทุนหรือไม่สำหรับโครงการนั้นจะไม่มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจแต่อย่างใด

2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio: B/C)

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนหมายถึงอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งแสดงได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\frac{B}{C} = \frac{B_0 + \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \ldots\ldots\ldots + \frac{B_n}{(1+r)^n}}{C_0 + \frac{C_1}{(1+r)} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \ldots\ldots\ldots + \frac{C_n}{(1+r)^n}}$$

โครงการที่เป็นที่ยอมรับได้ตามหลักเกณฑ์นี้ คือโครงการที่มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์มากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน นั่นคือ โครงการจะเป็นที่ยอมรับเมื่อ B/C มีค่ามากกว่าหนึ่ง

3. อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน คือ อัตราดอกเบี้ย (หรืออัตราคิดลด) สูงสุดที่โครงการจะสามารถจ่ายให้กับทรัพยากรต่างๆ ซึ่งเมื่อจ่ายแล้วโครงการนั้นจะยังคงมีผลประโยชน์เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ หรืออาจเขียนได้เป็นสมการดังนี้

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}$$

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

โดยที่ i คือ อัตราผลตอบแทนภายใน

การตัดสินใจที่จะลงทุนหรือไม่สำหรับโครงการนั้น ให้พิจารณาจากค่า i เปรียบเทียบกับอัตราคิดลดของสังคม (r) คืออัตราผลตอบแทนหรืออัตราการชดเชยขั้นต่ำที่จะทำให้สังคมยอมเลื่อนการบริโภคในปัจจุบันไปเพื่อการบริโภคในอนาคตที่ใช้ในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าโครงการใดมีค่า i สูงกว่า r โครงการนั้นก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับและสามารถลงทุนได้ เพราะถ้าอัตราผลตอบแทนของโครงการนั้นสูงกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่สังคมยอมรับได้ สังคมย่อมได้รับความพอใจเพิ่มขึ้น

4. ระยะคืนทุน (Payback period: PP)

ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ การคำนวณหาระยะคืนทุนจึงอาจคำนวณหาได้ง่ายๆ ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี

จะเห็นได้ว่า จากตัวชี้วัดข้างต้น สามารถแสดงความน่าสนใจในการลงทุนได้ทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน แต่จะมีความแตกต่างกันดังนี้

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแก่สังคมในการนำทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตไปใช้ในกานำโครงการไปปฏิบัติและดำเนินการ รวมทั้งผลประโยชน์ของโครงการอื่นๆ หรือบุคคลอื่นๆ ที่

สูญเสียไปเพราะโครงการใหม่นี้ถูกนำไปปฏิบัติและดำเนินการ ทั้งนี้ไม่รวมภาษีเพราะคนในสังคมได้จ่ายไปแล้ว

การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน

ค่าใช้จ่ายหรือผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตต่างๆรวมทั้งภาษีในการนำโครงการไปปฏิบัติและดำเนินโครงการ

5. การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Cost: LCC) คือ การประเมินต้นทุนที่เกิดขึ้นตลอดช่วงชีวิตหรืออายุการใช้งานของระบบที่ทำการศึกษา ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา รวมถึงค่าใช้จ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปล่อยสารพิษหรือมลพิษของกระบวนการต่างๆในระบบ ตลอดช่วงชีวิตของระบบนั้น เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้าก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากมาย ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน การเกิดภาวะฝนกรด เป็นต้น ในการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตจะรวมต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมเข้าไปด้วย

การกำหนดรูปแบบการวิเคราะห์ระบบ (Cost profile development) และการประเมินต้นทุน (Evaluation)

เป็นวิธีการที่ผสมผสานกันระหว่างความรู้เชิงเศรษฐศาสตร์และความรู้เชิงวิศวกรรม โดยจะพิจารณาค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในช่วงอายุการใช้งานของระบบหนึ่งๆอันได้แก่ เงินลงทุนในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ (Capital Cost) ค่าแรงในการติดตั้งระบบ (Labor and Installation Costs) ค่าบำรุงรักษาระบบ (Maintenance Costs) ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ (Running Costs) และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ (Replacement Costs) การประเมินค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานสามารถเขียนอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการดังนี้

$$LCC = CC + CO + CM + CF - S$$

เมื่อ CC = ต้นทุนคงที่ (บาท)

CO = ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท)

CM = ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (บาท)

CF = ต้นทุนเชื้อเพลิงหรือพลังงาน (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

จิตติพงษ์ ทัศวงศ์ และวิบูลย์ อันพิมมา [8] ได้ศึกษาถ่านชีวภาพจากฟางข้าวโดยมีขั้นตอนการผลิตที่สำคัญอยู่ 2 วิธี คือการผลิตถ่านจากฟางข้าวและการอัดแท่งถ่านจากฟางข้าวโดยใช้ตัวประสาน ซึ่งการผลิตถ่านฟางข้าวนั้นใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตรเป็นเตาเผาและสังเกตจาก สีควันและการลุกไหม้ ควันเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเป็นการสิ้นสุดกระบวนการผลิตถ่าน สัดส่วนผลการผลิตถ่านเฉลี่ยร้อยละ 20.08 การอัดแท่งถ่านใช้เครื่องอัดแท่งแบบเกลียว โดยใช้มันสำปะหลังดิบบดเป็นตัวเชื่อมประสาน อัตราส่วนตัวประสานที่ดีที่สุด คือ ถ่านฟางข้าวต่อมันสำปะหลังดิบบดละเอียดต่อน้ำ เท่ากับ 6 ต่อ 1 ต่อ 1 (โดยปริมาตร) ถ่านอัดฟางข้าวที่ได้มีคุณภาพใกล้เคียงกับถ่านไม้ ยูคาลิปตัส สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มได้

พัชฎาภรณ์ เจริญรอย และอรชุมา นุสีวอ [9] ได้ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ โดยใช้ผักตบชวาเป็นตัวเชื่อมประสานพร้อมทั้งศึกษาหา ค่าความร้อน อัตราการให้ค่าความร้อน และก๊าซเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิงในการศึกษาได้นำวัสดุเหลือใช้มาอัดให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดแบบเปียกโดยใช้เครื่องอัดไฮโดรลิกและแม่แรงอย่างง่ายในอัตราส่วน 1 ต่อ 1, 1 ต่อ 3 และ 1 ต่อ 4 โดยน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนฟางข้าว ผักตบชวา และแกลบ ผักตบชวา ในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 โดยน้ำหนักทำให้แท่งเชื้อเพลิงอยู่ตัวไม่แตกเปราะสามารถยึดเกาะได้ดีและให้ค่าความร้อน 3,956 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และ 2,358 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อัตราส่วนของฟางข้าว: ผักตบชวา ที่อัตราส่วน 1 ต่อ 1, 1 ต่อ 3 และ 1 ต่อ 4 ใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดที่ 7, 8 และ 9 นาที ตามลำดับ แกลบ ผักตบชวา ในทุกอัตราส่วนใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดที่ 7 นาทีเท่ากัน ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ มีปริมาณ CO_2 ร้อยละ 2.27 CO ร้อยละ 0.37 SO_2ร้อยละ 0.00 และ CO_2ร้อยละ 1.82 CO ร้อยละ 0.38 ตามลำดับ เมื่อนำค่าของปริมาณก๊าซมาเทียบกับค่ามาตรฐานสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานเผาขยะมูลฝอยของกระทรวงอุตสาหกรรมพบว่าปริมาณก๊าซ CO ที่เกิดขึ้นในทุกอัตราส่วนเกินค่ามาตรฐาน

อาทิตย์ มลิทอง [10] ได้มีการศึกษาวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงจากผักตบชวาและผักตบชวาผสมถ่านลิกไนท์ ที่มีอัตราส่วนแตกต่างกันตลอดจนศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของแท่งเชื้อเพลิงเขียว เพื่อเป็นการนำเอาผักตบชวา ซึ่งเป็นวัชพืชที่สำคัญมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มและกิจกรรมในครัวเรือน ทดแทนฟืนและถ่านเพื่อสนองนโยบายของรัฐบาลในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ

เชื้อเพลิงเขียวที่ผลิตจากผักตบชวาล้วนและผักตบชวาผสมถ่านหินลิกไนต์ มีอัตราส่วนแตกต่างกัน โดยปริมาตร ปรากฏว่าเชื้อเพลิงเขียวที่ผลิตจากตบชวาผสมถ่านลิกไนต์ที่อัตราส่วน 10 ต่อ90 ให้ค่าความร้อนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 4,194 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมอัตราส่วนผสมระหว่างผักตบชวากับถ่านลิกไนต์ที่ 20 ต่อ 80, 50 ต่อ 50, 30 ต่อ 70, 70 ต่อ 30, 80 ต่อ 20, 90 ต่อ10

ผักตบชวาล้วน (100 ต่อ 0) มีค่าความร้อนเรียงที่ 4,108 3,853 3,847 3,754 3,554 3,402 และ 3,234 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเขียวเมื่อทดสอบโดยใช้เตาประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ 1 (เตาถ่าน) พบว่าเชื้อเพลิงเขียวอัตราส่วนผสมระหว่างผักตบชวาต่อ ถ่านลิกไนต์ที่ 10 ต่อ 90 มีประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนสูงที่สุด ในเชิงพาณิชย์พบว่าได้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนคือ ผลตอบแทนต่อการใช้จ่าย 1.2 และอัตราผลการตอบแทนของโครงการร้อยละ 47

อรกมล เห็นชอบดี, สุเทพ เขียวหอม และ ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ (2551) [11] ได้ทำการศึกษาระบบการผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วมกับระบบการผลิตก๊าซจากชีวมวล ซึ่งเลือกใช้แก๊สซิไฟเออร์ ประเภทฟลูอิดไดซ์เบดชนิดบับเบิลแบบเป่าอากาศ ที่สภาวะความดันต่ำ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเลียนแบบกระบวนการ โดยในงานวิจัยนี้พิจารณาการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในประเทศไทยซึ่งมีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบป้อน และศึกษาถึง สภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพทางความร้อนของการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ ซึ่งตัวแปรการดำเนินงานที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือ อัตราการป้อนวัตถุดิบ อุณหภูมิของแก๊สซิไฟเออร์ อัตราการป้อนอากาศใน แก๊สซิไฟเออร์ และอัตราการป้อนอากาศในกังหันก๊าซ การประเมินวัฏจักรสิ่งแวดล้อมเป็นการหาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ ใน งานวิจัยนี้สนใจวัฏจักรของกระบวนการผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วมกับระบบการผลิตก๊าซ ซึ่งได้มาจากโปรแกรมออก แบบจำลอง Aspen. โดยเราจะทำการประเมินผลกระทบ 3 ระบบ คือ สุขภาพของมนุษย์, ด้านระบบนิเวศ และการลดลงของแหล่ง ทรัพยากร โดยใช้วิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม วิธี Eco-indicator 99 ในโปรแกรม SimaPro@ จากผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาวะการดำเนินงานของการผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วมกับระบบการผลิตก๊าซส่งผลอย่างชัดเจนต่อประสิทธิภาพทางความร้อน ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิ และสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม การใช้กะลาปาล์มเป็นวัตถุดิบป้อนจะให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิมากที่สุด และการใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบจะให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุด แต่จากการประเมินผลทาง สิ่งแวดล้อมพบว่า กะลาปาล์ม ให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยทางเลือกที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้ การเลือกใช้ฟางข้าวเป็น วัตถุดิบป้อนในกระบวนการผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วมกับระบบการผลิตก๊าซ

พิรญาณ์ สงวนเนตร (2552) [12] ได้ทำการประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตอะคริโลไนไทรล์ โดยพิจารณาตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งพิจารณา 3 ทางเลือกที่แตกต่างกันได้แก่ 1. กระบวนการผลิตแบบทั่วไป ซึ่งใช้โพรพิลีนเป็นสารตั้งต้น 2. กระบวนการผลิตซึ่งใช้โพรเพนเป็นสารตั้งต้นโดยมีสายป้อนกลับ และ 3. กระบวนการผลิตซึ่งใช้โพรเพนเป็นสารตั้งต้นโดยไม่มีสายป้อนกลับ ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเลียนแบบกระบวนการทั้ง 3 เส้นทางและสร้างข้อมูลปริมาณวัตถุดิบ พลังงานที่ใช้ และ ปริมาณสารที่ออกจากระบวนการผลิต และ ดัชนีสิ่งแวดล้อม ได้ใช้ Eco-indicator 99 ในการ

ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ในขอบเขตขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบทางเลือกที่ 3 มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งในขอบเขตของขั้นตอนการผลิตอะคริโลไนไทรล์และในขอบเขตตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจนถึงขั้นตอนการผลิตอะคริโลไนไทรล์ ทางเลือกที่ 1 มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ส่วนทางเลือกที่ 2 มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในทุกขอบเขต จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลและสภาวะการดำเนินการ ของทางเลือกที่ 1 และ ทางเลือกที่ 3 ในขอบเขตตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจนถึงขั้นตอนการผลิตอะคริโลไนไทรล์ พบว่า ทางเลือกที่ 1 มีค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทางเลือกที่ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 91.7 การปรับปรุงกระบวนการโดยใช้ข่ายงานเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนส่งผลให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง

วารุณี มุสิกชาติ (2548) [13] ได้ทำการศึกษาการประเมินหากระบวนการที่เหมาะสม ในการสังเคราะห์คาร์บอนนาโนทิวบ์ชนิดผนังหลายชั้น (MWNTs) ที่สังเคราะห์ด้วยวิธี Chemical Vapor Deposition (CVD) โดยการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การประเมินความเสี่ยงและการพิจารณาต้นทุนการผลิต การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการสกัดวัตถุดิบขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิต MWNTs กระบวนการ CVD เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสังเคราะห์ MWNTs เนื่องจากเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนและให้ผลิตภัณฑ์ในปริมาณมาก งานวิจัยนี้ได้ประเมินกระบวนการ CVD 3 แบบ ที่มีการใช้สารตั้งต้นและคะตะลิสต์ที่ต่างกัน คือ การสังเคราะห์ MWNTs โดยใช้อีเทนและเหล็กบนอะลูมินา, อะเซทิลีนและเหล็กกับโคบอลต์บนแคลเซียมคาร์บอเนต และ อะเซทิลีนและโคบอลต์กับโมลิบดีนัมบนแมกนีเซียมออกไซด์ พบว่า การสังเคราะห์ MWNTs โดยใช้อีเทนเป็นสารตั้งต้นและใช้เหล็กบนอะลูมินาเป็นคะตะลิสต์ มีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์, ระบบนิเวศน์ และการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด ผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการผลิตอีเทนและอลูมินา และเป็นกระบวนการที่มีความเสี่ยงน้อยที่สุด เนื่องจากเกิด FeCl3 และ KAL(OH)4 ที่เป็นอันตรายน้อยกว่าอีก 2 กระบวนการ สำหรับขั้นตอนที่มีความเสี่ยงมากที่สุด คือ การเตรียมคะตะลิสต์ที่มีโอกาสปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ออกมาอีกทั้งกระบวนการนี้ยังมีค่าใช้จ่ายจากต้นทุนของสารเคมีต่ำที่สุดอีกด้วย ดังนั้นกระบวนการสังเคราะห์ MWNTs โดยใช้อีเทนเป็นสารตั้งต้นและใช้เหล็กบนอะลูมินาเป็นคะตะลิสต์ จึงเป็นกระบวนการที่มีความเหมาะสมในการขยายสู่ระดับอุตสาหกรรมมากที่สุด เมื่อประเมินจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม, ความเสี่ยงและต้นทุนการผลิต กระบวนการนี้สามารถสังเคราะห์ MWTs ได้ 20 กรัมต่อกรัมของคะตะลิสต์ต่อชั่วโมง MWNTs มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 นาโนเมตร ความบริสุทธิ์ 95-98 %

ผลตอบแทนทางสังคม (SROI) คือการนำผลลัพธ์ทางสังคม (Social Impact) ในด้านต่างๆ ที่กิจการสร้างมาคำนวณหา “มูลค่า (Monetized Value)” เป็นตัวเงิน แล้วเปรียบเทียบกับมูลค่าทางการเงินของต้นทุนที่ใช้ไปในการดำเนินกิจการเพื่อดูว่ากิจการสร้างผลลัพธ์ทางสังคมคิดเป็นมูลค่าเท่าไหร่ต่อเงิน 1 บาท ที่ลงทุนไป SROI เป็นเครื่องมือในการวางแผนกลยุทธ์และปรับปรุงองค์กรตลอดจนสื่อสารผลลัพธ์และดึงดูดนักลงทุน การมีเป้าหมายที่ชัดเจนและแสดงเป็นตัวเลขที่วัดได้จะ

ช่วยสร้างความเข้าใจที่ง่ายขึ้นและตรงกัน โดยจะต้องคำนึงถึงบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ด้วย SROI มีหลักการ แบ่งเป็น 7 ขั้นตอน (สฤณี และ ภัทราพร, 2554) ดังนี้ 1) คำนึงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและดึงให้เข้ามามีส่วนร่วมมากที่สุด 2) เข้าใจสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง 3) ใช้ "ค่าทางการเงิน" ตีค่าผลสำคัญ 4) รวมเฉพาะสิ่งที่เป็น "สาระสำคัญ" 5) หลีกเลี่ยงการกล่าวอ้างอิงเกินจริง 6) เน้นความโปร่งใสทุกขั้นตอน 7) พร้อมรับการตรวจสอบ อย่างไรก็ตาม SROI ไม่ใช่มาตรวัดที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบโครงการที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือเพื่อการจัดลำดับหรือสร้างความสัมพันธ์ที่ปราศจากบริบท การใช้ SROI ในการเปรียบเทียบจะมีประโยชน์เมื่อใช้เปรียบเทียบองค์กรกับตนเอง และใช้เปรียบเทียบองค์กรที่มีขอบเขตการทำงานและข้อจำกัดเชิงบริบทที่คล้ายคลึงกัน

วิสาขา (2557) [14] ศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและผลตอบแทนทางสังคมของการใช้พลังงานชีวมวลในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน พบว่า การผลิตพลังงานความร้อนทั้งในระดับครัวเรือนและระดับชุมชนมีผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 0.45-6.40 และเมื่อเทียบผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนในระดับครัวเรือนจะมากกว่าระดับชุมชน ทั้งนี้เพราะประโยชน์ที่ได้รับในระดับครัวเรือนจะมากกว่าชุมชนและสามารถประเมินค่าได้ง่ายกว่าชุมชน แต่สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลมีผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 0.26-1.78 เพราะใช้การลงทุนที่สูง แต่ผลประโยชน์ที่ได้น้อยกว่าการผลิตพลังงานความร้อน อย่างไรก็ตาม นิกร นกุล และอัจฉรา (2556) [15] พบว่า การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการในองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรจำเป็นต้องประเมินความเป็นไปได้ทั้งทางด้าน Financial และ Social ควบคู่กัน เพื่อให้ได้ภาพรวมทั้งหมดของการดำเนินโครงการ

Claudia and Taraneh (2014) [16] พบว่าสิ่งที่ขับเคลื่อนการใช้พลังงานชีวมวลคือศักยภาพในการสร้างรายได้ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การส่งเสริมให้ชุมชนเลือกใช้แหล่งพลังงานของตนเองเพื่อให้พึ่งพาตนเองได้ การสนับสนุนการพัฒนาชุมชนและเพิ่มความยั่งยืน สอดคล้องกับ Jianjun Hu, et al. (2014) [17] ศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและสังคมของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (แกนข้าวโพด) ในประเทศจีน พบว่า การประเมินทางด้านสังคมจะเน้นการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน การกำจัดของเสียจากภาคเกษตรกรรม และการพัฒนาชนบท โดยการสร้างรายได้ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในชนบท ลดการขาดแคลนพลังงาน รับประกันความมั่นคงด้านพลังงาน ส่งเสริมการฟื้นฟูสภาพสังคมชนบท เป็นปัจจัยของผลกระทบทางด้านสังคม

การประเมินคุณค่าของโครงการภาครัฐ ไม่ว่าจะเป็นส่วนราชการหรือรัฐวิสาหกิจ ไม่ใช่อยู่ที่ผลผลิตที่เกิดจากการดำเนินโครงการ ซึ่งเป็นผลงานเชิงประจักษ์ทางกายภาพ เพราะสิ่งนี้ยังไม่ใช่ผลสัมฤทธิ์ของโครงการ หากแต่ต้องประเมินผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดจากผลงานของโครงการ ซึ่งมักจะเกิดภายหลังจากสิ้นสุดโครงการไปแล้ว จึงมักปรากฏว่าไม่มีการดำเนินงานในส่วนของการค้นหาและพิสูจน์ผลลัพธ์ เพราะใช้เวลานานกว่าจะเห็นผล ส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจจึงเน้นการลุยจัดทำ

โครงการไปข้างหน้า มากกว่าจะมองย้อนหลังไปดูว่าผลงานที่ดำเนินงานไปแล้วเกิดผลลัพธ์ตามเป้าหมายและความคาดหวังหรือไม่ [18]

ผลลัพธ์และผลกระทบในเบื้องต้นก็คือ การที่พิจารณาว่าสถานการณ์จะเป็นอย่างไร หากไม่มีการดำเนินโครงการนั้น ๆ หรืออาจจะมองว่าโครงการ/กิจกรรมได้สร้างความเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น แต่การพิจารณาผลลัพธ์และผลกระทบในเบื้องต้นอย่างเดียวคงไม่เพียงพอ เพราะยังมีประเด็นอีกหลายประเด็นที่ควรพิจารณาและคำนึงถึง เพราะผลลัพธ์และผลกระทบทั้ง ทางบวกและทางลบ และทั้งทีอยู่ในแผนและอยู่นอกแผน(ความคาดหมาย) นอกจากนั้น ผลลัพธ์และผลกระทบอาจจะเป็นผลที่มาจากการดำเนินงานหลายปี หรือเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ ซึ่งอาจจะยากที่จะพิสูจน์ว่าเป็นผลลัพธ์ที่มาจากการดำเนินโครงการ โดยปกติ ผลกระทบมักจะเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ เนื่องจากจะมีกระบวนการที่กิจการใช้ทรัพยากร ได้แก่ บุคลากร เวลา เงิน สินทรัพย์ ชื่อเสียง เพื่อให้เกิดอย่างใดอย่างหนึ่งที่เรียกว่าผลผลิตซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงประจักษ์ในพฤติกรรมเกิดการใช้ประโยชน์ที่เรียกว่า ผลลัพธ์ ผลลัพธ์อาจจะอธิบายได้ว่า เป็นสิ่งที่วัดได้ง่าย(ฮาร์ด) หรือเป็นสิ่งที่วัดได้ยาก(ซอฟท์) เป็นผลต่อขยายจากการเกิดผลผลิตของโครงการ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์และผลกระทบแล้วคนส่วนใหญ่มักสนใจผลลัพธ์มากกว่าผลกระทบ

นิคม นาคอ้าย (2557) [19] ได้ติดตามประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคมที่ได้รับการสนับสนุนทุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประจำปีงบประมาณ 2555 – 2556 ได้ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบ ตัวบ่งชี้ผลกระทบ และตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบ เมื่อนำมาเชื่อมโยงกับ ผลการวิเคราะห์สารสนเทศจากการบริการวิชาการสู่สังคมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่คาดหวังและเป็นประโยชน์จากการบริการวิชาการสู่สังคม จะสามารถกำหนดมิติของผลกระทบได้ 5 มิติ 11 ตัวบ่งชี้สำคัญ (key performance Indicators) ได้แก่มิติผลกระทบทางสังคม มี 6 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา 2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล 3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์ 4) ประโยชน์และคุณค่าต่อคนในสถาบัน หรือต่อผู้ให้บริการวิชาการ 5) การนำผลการบริการวิชาการมาปรับปรุงกระบวนการบริการวิชาการ 6) การได้รับรางวัล / ได้รับการยกย่องของผู้ให้บริการวิชาการ มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ มี 2 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ 2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล กลุ่มคน และชุมชน มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ การพัฒนาบนพื้นฐานอัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ และมิติผลกระทบทางสุขภาพ มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สุขภาพของผู้รับบริการ

ขั้นตอนการวิจัยและผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 : ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

เป้าหมายของการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ว่าขั้นตอนใดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมากที่สุด โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการขนส่ง การเตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การอบแห้ง การบรรจุ และขั้นตอนการจำหน่าย ที่ทำการศึกษา ณ โรงอัดถ่านชุมชนบ้านเขาน้อย ตำบลดงประคำ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีกำลังการผลิต 1500 กิโลกรัมต่อวัน

2. การวิเคราะห์เพื่อทำบัญชีรายการ

จัดทำบัญชีรายการข้อมูลและเก็บข้อมูลชนิดและปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออกที่เกิดขึ้นในระบบ โดยพิจารณาผลกระทบโดยตรงที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรพลังงานในการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นหลัก ส่วนผลกระทบที่เกิดจากส่วนที่ไม่นำมาคิดเป็นผลกระทบรอง ในการมองภาพที่เกิดจากผลกระทบหลักจะทำให้สามารถมองเห็นภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น [20] แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้วัสดุและพลังงานที่ใช้ รวมทั้งจากการสอบถาม และจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เช่น ค่า Emission Factor นำมาจากฐานข้อมูลประเทศไทย ดังภาพที่ 6 แสดงขอบเขตหน่วยการทำงานของการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลในครั้งนี้

3. การประเมินผลกระทบ

การประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลในงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะประเด็นการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้นไม่นำผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่นมาร่วมประเมินด้วย โดยแปรข้อมูลจากบัญชีรายการ ให้อยู่ในรูปของผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการคำนวณจากสมการ 1 โดยแสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$)

$$CO_2 \text{ Emission} = (EF \times AD) \quad (1)$$

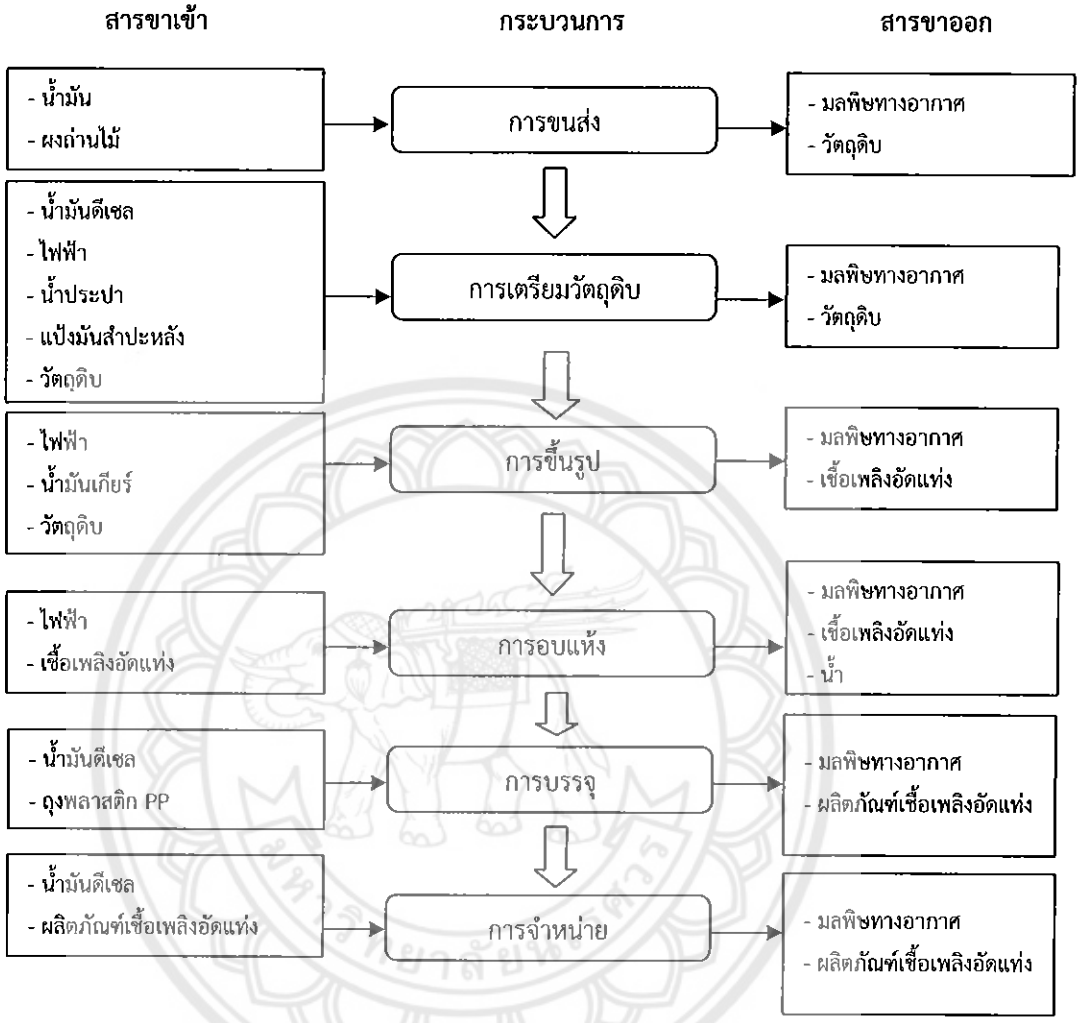
โดยที่ CO_2 Emission = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2

EF (Emission factor) = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2

AD (Activity data) = ข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซ CO_2

จ
TP
339
3326 ร
2558
1.7015859
25
สำนักหอสมุด
18 ส.ค. 2559

โดยค่า Emission Factor ใช้ฐานข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [21]



ภาพที่ 6 ชนิดและปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก

4. การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิต

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทำบัญชี แล้วทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นมา สรุป รวบรวม ตีความหมาย และแปลค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าในช่วงใดของวัฏจักรชีวิตที่เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยผลการประเมินวัฏจักรชีวิตแสดงในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$)

ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์

การศึกษาเพื่อวิเคราะห์การประเมินผลกระทบจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งมีกำลังผลิต 1500 กิโลกรัมต่อวัน อายุโครงการ 5 ปี โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

ขั้นตอนการขนส่งเป็นการขนส่งถ่านไม้ด้วยรถกะบะบรรทุก 4 ล้อ ซึ่งปริมาณผลการเก็บข้อมูลของบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 50% Loading	tkm	77.36	0.2681
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading	km	51.57	0.3111
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	27.62	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	32.49	2.7446
ผงถ่านไม้	kg	1500	1.0054

2. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบใช้เครื่องบดผงถ่านไม้ขนาด 3 HP และเครื่องผสมวัตถุดิบขนาด 3 HP ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading	km	7.14	0.3111
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 50% Loading	tkm	0.54	0.2681
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	3.83	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	4.5	2.7446
ไฟฟ้า	kWh	15.666	0.6093
น้ำประปา-การประปาส่วนภูมิภาค	m^3	0.45	0.7043
มันสำปะหลัง	kg	75	0.0488

3. ขั้นตอนการขึ้นรูป

ขั้นตอนการขึ้นรูปใช้วิธีการอัดเย็นแบบสกรูเกลี่ยว โดยใช้ระบบไฮดรอลิคมีมอเตอร์ขนาด 5 HP ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการขึ้นรูป ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการขึ้นรูป

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
ไฟฟ้า	kWh	37.51	0.6093
น้ำมันเกียร์	kg	4.4	0.8319

4. ขั้นตอนการอบแห้ง

ขั้นตอนการอบแห้งใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการอบแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการอบแห้ง

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
ไฟฟ้า	kWh	0.99	0.6093

5. ขั้นตอนการบรรจุ

ขั้นตอนการบรรจุใช้ถุงพลาสติก PP โดย 1 ถุงบรรจุเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ 9 ก้อน ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนบรรจุ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
ถุงพลาสติก PP	kg	16.2	2.399
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading	km	7.14	0.3111
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 50% Loading	tkm	0.12	0.2681
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	3.83	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	4.5	2.7446

6. ขั้นตอนการจำหน่าย

ขั้นตอนการจำหน่ายเป็นการขนส่งเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยรถกะบะบรรทุก 4 ล้อ ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการจำหน่าย ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจำหน่าย

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 50% Loading	tkm	7.14	0.2681
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 0% Loading	km	7.14	0.3111
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	3.825	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	4.5	2.7446

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 : เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

กลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร มีสมาชิกทั้งหมด 16 คน มีอาชีพทำนาร้อยละ 80 และทำสวนร้อยละ 20 จำนวนสมาชิกที่เข้าร่วมกิจกรรมการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล 8 คน ซึ่งจะใช้เป็นกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของกิจกรรม โดยสมาคมพัฒนาชุมชนเป็นผู้ดูแลและบำรุงรักษาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล จากการสำรวจและสัมภาษณ์ เพื่อกำหนดห่วงโซ่ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ในส่วนของ ปัจจัยนำเข้า (Input) กิจกรรม (Activities) ผลผลิต (Output) ผลลัพธ์ (Outcome หรือ Impact) แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ห่วงโซ่ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์

ปัจจัยนำเข้า (Input)	กิจกรรม (Activities)	ผลผลิต (Output)	ผลลัพธ์ (Outcome)
1. เงินทุนในการสนับสนุน 2. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล 3. เวลาของเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ จำนวน 8 คน ที่เข้าร่วมกิจกรรม	1. การอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยชนิดของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้คือ เศษกะลา เศษไม้เบญจพรรณ และชีวมวลอื่นในชุมชนท้องถิ่น	1. ปริมาณเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในหนึ่งปี 2. จำนวนเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ จำนวน 8 คน ที่เข้าร่วมกิจกรรม	*ผลลัพธ์ทางตรง* 1. รายได้ที่เพิ่มขึ้นของสมาชิกในชุมชนจากการขายแท่งเชื้อเพลิง *ผลลัพธ์ทางอ้อม* 1. คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของชุมชน 2. ลดปริมาณขยะจากการนำเศษไม้มาผลิตเป็นพลังงาน 3. ทำให้เกิดวิทยากรหรืออาสาสมัครทางด้านพลังงาน 4. ทำให้เกิดการเผยแพร่ความรู้ในเรื่องของการใช้พลังงานชีวมวลในชุมชนอย่างแพร่หลาย 5. ทำให้เกิดเครือข่าย 6. ลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง 7. ลดปริมาณการปล่อย CO_2

วิเคราะห์รายรับและรายจ่ายที่สัมพันธ์กับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยประยุกต์ใช้หลักการประเมิน วัฏจักรชีวิต(LCA) ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การใช้งาน การขนส่งและการกำจัดซาก และใช้ค่าแทนทางการเงินของผลลัพธ์ทางสังคมที่ไม่มีราคาตลาดด้วยการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) แสดงดังตารางที่ 9, 10 และ 11 เป็นสมมุติฐานแบบกรณีฐาน (Base Case Scenario) มีการตรวจสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลเบื้องต้น เพื่อประเมินราคาตลาดและกลุ่มลูกค้า แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล

ชีวมวล	ค่าความร้อน (Heating Value)
เศษผงกะลา	6,521.36 kcal/kg
เศษไม้เบญจพรรณ	5,821.71 kcal/kg
เศษข้อไม้ไผ่	5,813.74 kcal/kg

ตารางที่ 9 ข้อกำหนดในการวิเคราะห์

ข้อกำหนดในการวิเคราะห์
- ค่าไฟฟ้า (รวม ft และ Vat 7%) 4.19 บาทต่อหน่วย (kWh)
- ค่าน้ำประปา 5 บาทต่อลูกบาศก์เมตร
- ค่าแป้งมัน กิโลกรัมละ 25 บาท
- ค่าแกลบสด กิโลกรัมละ 3 บาท
- ค่าแรงงาน วันละ 300 บาท/คน
- ค่าน้ำมันสำหรับการขนส่ง กิโลเมตรละ 4 บาท
- จำนวนวันที่ดำเนินการ 240 วันต่อปี
- อัตราการทำงานของเครื่องอัดฯ 100 กิโลกรัม/ชั่วโมง
- ราคาขายถ่านกิโลกรัมละ 14 บาท
- ราคาก๊าซหุงต้ม (LPG) ขนาด 15 กิโลกรัม 380 บาท
- เงินทุนในการสนับสนุนจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ 48,000 บาท

ภาพที่ 7 เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล และกิจกรรมของกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ

ตารางที่ 10 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

รายละเอียด	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ต้นทุนเครื่องจักร (ต้นทุนคงที่)	
- เครื่องอัดเชื้อเพลิงแบบสกูรเกลียว (ขนาด 5 แรงม้า 220 โวลต์)	80,000
- เครื่องผสมวัตถุดิบ (ขนาด 3 แรงม้า)	40,000
ต้นทุนในการดำเนินการผลิต	
- ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมวัตถุดิบ	7,053.28
- ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดเชื้อเพลิง	22,505.33
- ค่าน้ำประปา	288
- ค่าแป้งมัน	144,000
- ค่าแกลบสด	43,200
- ค่าแรงงาน จำนวน 2 คน	144,000
ต้นทุนดูแลรักษา ร้อยละ 5 ของต้นทุนคงที่	6,000
ต้นทุนการขนส่ง	9,600

ตารางที่ 11 ผลประโยชน์และมูลค่าทางการเงิน

รายละเอียด	ผลตอบแทน (บาท)
ผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ	
- ปริมาณถ่านที่ผลิตได้ 144,000 กิโลกรัมต่อปี	
- รายได้จากการขายถ่าน	2,016,000
- ลดค่าใช้จ่ายของก๊าซหุงต้ม (LPG)	1,520
ผลประโยชน์ด้านสังคม	
- ทำให้คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นจากการมีอาชีพ	2,880
- ทำให้เกิดวิทยากรหรืออาสาสมัครทางด้านพลังงาน จำนวน 8 คน	
- ทำให้เกิดการเผยแพร่ความรู้ในเรื่องของการใช้พลังงานชีวมวลในชุมชนอย่างแพร่หลาย	
- ทำให้เกิดเครือข่ายการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง จำนวน 1 เครือข่าย	

ตารางที่ 11 ผลประโยชน์และมูลค่าทางการเงิน (ต่อ)

รายละเอียด	ผลตอบแทน (บาท)
ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม	
- ลดปริมาณขยะจากการนำเศษไม้มาผลิตเป็นพลังงาน 129,600 กิโลกรัมต่อปี	3,840
- ลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ก๊าซหุงต้ม (LPG) 24.73 $kgCO_2$ ต่อปี	
- ลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการลดการเผาทำลาย ชีวมวลเหลือทิ้ง 130,299.84 $kgCO_2$ ต่อปี	

สามารถประเมินผลตอบแทนทางสังคมได้จากสมการ 2 และ 3

$$\text{มูลค่าปัจจุบัน} = \frac{\text{มูลค่าผลกระทบปีที่ } 1}{(1+r)} + \frac{\text{มูลค่าผลกระทบปีที่ } 2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{\text{มูลค่าผลกระทบปีที่ } n}{(1+r)^n} \quad (2)$$

โดยที่ r = อัตราคิดลด อ้างอิงจากอัตราดอกเบี้ยลูกค้ารายย่อยชั้นดี (Minimum Retail Rate: MRR) 8% (ธนาคารกรุงไทย, 2557)

n= ระยะเวลาโครงการ กำหนด 1 ปี

$$\text{อัตราส่วนผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันทั้งหมด}}{\text{มูลค่าการลงทุนที่ใช้ไป}} \quad (3)$$

การวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อดูมูลค่าผลลัพธ์และผลตอบแทนทางสังคมที่อ่อนไหวต่อปัจจัยต่างๆ 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ต้นทุนเพิ่มขึ้น แต่ผลตอบแทนคงที่ กรณีที่ 2 ผลตอบแทนลดลง แต่ต้นทุนคงที่ และกรณีที่ 3 มีการคำนวณผลประโยชน์จากการลดค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้ม

ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์

ผลการประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล พบว่า มีอัตราส่วนผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน เท่ากับ 3.71 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงของผลการศึกษาของวิสาขา (2557) ที่ศึกษาการผลิตพลังงานความร้อนทั้งในระดับครัวเรือนและระดับชุมชนมีผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 0.45-6.40 และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของผลตอบแทนทางการเงิน มี

ค่า 3.70 ระยะเวลาการคืนทุน 3.24 เดือน และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,471,353.39 บาท โครงการมีค่า SROI และ ROI มากกว่า 1 ระยะเวลาการคืนทุนอยู่ในช่วงอายุโครงการ และ NPV มีค่าเป็นบวก แสดงดังตารางที่ 12 ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต เท่ากับ 496,646.61 บาท และต้นทุนต่อหน่วยของการลดคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 3.81 บาทต่อกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการกำหนดให้ต้นทุนในการดำเนินการผลิตและราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งมีการเปลี่ยนแปลง พบว่า การเพิ่มต้นทุนในการดำเนินการผลิต ตั้งแต่ร้อยละ 30 – 70 ยังคงทำให้โครงการมีค่า SROI, ROI, PB และ NPV ที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับโครงการได้ โดยการต้นทุนเพิ่มร้อยละ 30, ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 70 จะมีค่า SROI เท่ากับ 2.86, 2.48 และ 2.18 ตามลำดับ ส่วนการลดราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งลงเหลือกิโลกรัมละ 5, 7 และ 10 บาท มีค่า SROI เท่ากับ 1.33, 1.86 และ 2.66 ส่วนกรณีที่ 3 มีการคำนวณการเพิ่มผลประโยชน์ของการลดการใช้ก๊าซหุงต้ม และลดผลประโยชน์จากการลดปริมาณการขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง ซึ่งค่า SROI, ROI, PB และ NPV ที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับโครงการได้

อย่างไรก็ตาม สามารถพิจารณาผลประโยชน์ภายนอก (Externality benefit) เพิ่มเติมในด้านสิ่งแวดล้อมจากปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า มีปริมาณ 130,324.57 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี หรือ 130 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์การลงทุนและความอ่อนไหว

ข้อกำหนด	SROI	ROI	PB (เดือน)	NPV (บาท)
กรณีปกติ	3.71	3.70	3.24	1,471,353.39
กรณี 1 ต้นทุนในการดำเนินการผลิต				
ต้นทุนเพิ่ม ร้อยละ 70	2.18	2.18	5.51	1,090,100.77
ต้นทุนเพิ่ม ร้อยละ 50	2.48	2.47	4.86	1,199,030.09
ต้นทุนเพิ่ม ร้อยละ 30	2.86	2.85	4.21	1,307,959.41
กรณี 2 ราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวล				
ราคาขาย กิโลกรัมละ 10 บาท	2.66	2.64	4.54	895,353.39
ราคาขาย กิโลกรัมละ 7 บาท	1.86	1.85	6.48	463,353.39
ราคาขาย กิโลกรัมละ 5 บาท	1.33	1.32	9.08	175,353.39
กรณี 3 ลดการใช้ LPG ลดปริมาณการขายถ่าน	3.66	3.64	3.29	1,438,473.39

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 : เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งฯ และยังดำเนินการให้ความรู้และพัฒนาปรับปรุงจนถึงปัจจุบัน จากการอบรบถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ มีผู้เข้าร่วมอบรมหลายหลายกลุ่ม ๆ ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายหลัก ส่วนพลังงานจังหวัดพิจิตร และบุคคลในชุมชนอื่น เป็นกลุ่มที่สนใจเข้าร่วมอบรมการประเมินผลกระทบในครั้งนี้ไม่ได้มุ่งเพียงกลุ่มเป้าหมายหลักเพียงอย่างเดียว ถือว่าผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมดมีผลต่อผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมอบรม ในการประเมินผลกระทบในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มมาสัมภาษณ์โดยใช้แบบประเมินผลกระทบ ซึ่งการเลือกตัวแทนกลุ่มเป้าหมายเป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงโดยพิจารณาจากความตั้งใจในการอบรมและได้ทำกิจกรรมที่เห็นถึงผลลัพธ์และผลกระทบได้ชัดเจนหลังจากการอบรม รวมไปถึงการสัมภาษณ์ตัวแทนของผู้ให้การอบรม มีรายชื่อดังนี้

1. นายชาติ ไชยสิทธิ์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร
2. นายขวัญชัย อนุรักษ์วัฒนะ ตัวแทนพลังงานจังหวัดพิจิตร
3. นายอำนาจ ตินะมาตร ตัวแทนบุคคลในชุมชนอื่น
4. ดร.พิสิษฐ์ มณีโชติ ตัวแทนผู้ให้การอบรม

เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์เป็นแบบประเมินการประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง ประกอบด้วย 2 ส่วน ซึ่งได้พัฒนาปรับปรุงมาจากประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคมของ นิคม นาคอ้าย (2557)

<u>ส่วนที่ 1</u> สัมภาษณ์ผู้เข้ารับการอบรม ประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่ มิติผลกระทบทางสังคม มี 6 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา 2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล 3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์ มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ มี 2 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ 2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล กลุ่มคน และชุมชน มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ การพัฒนาบนพื้นฐาน อัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ และมิติผลกระทบทางสุขภาพ มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สุขภาพของผู้รับบริการ

<u>ส่วนที่ 2</u> สัมภาษณ์ผู้ให้การอบรม มี 1 มิติ คือ มิติผลกระทบทางสังคม มี 3 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 4) ประโยชน์และคุณค่าต่อคนในสถาบัน หรือต่อผู้ให้บริการวิชาการ 5) การนำผลการ

บริการวิชาการมาปรับปรุงกระบวนการบริการวิชาการ 6) การได้รับรางวัล / ได้รับการยกย่องของผู้ให้บริการวิชาการ

ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์

ตารางที่ 13 ผลการสัมภาษณ์ นายชาติ ไชยสิทธิ์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางสังคม 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา	สามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ ขั้นตอนผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง อบรมให้ความรู้ขยายผลให้กับชาวบ้าน/ชุมชนอื่นๆ การพัฒนาเครื่องและกระบวนการผลิต เช่น การเผาถ่าน ปรับปรุงส่วนผสม พัฒนาเกลียวอัด กระบอกอัด ชุดตัด และการตากถ่าน ประยุกต์ใช้ในการอัดขยะชีวมวลเพื่อปลูกต้นไม้ให้กับเทศบาลพิษณุโลก ต่อยอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวมวล พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ เป็นผลให้ สามารถใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้คุ้มค่า อัดเชื้อเพลิงชีวมวลได้เร็วขึ้นคุณภาพดี เพิ่มพูนความรู้ให้กับช่างในชุมชน คนในชุมชนมีความรู้ในการใช้พลังงานทดแทน ประหยัดค่าใช้จ่าย ฯลฯ	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล	อบต. พลังงานจังหวัดพิจิตร วิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม เทศบาลพิษณุโลก ชุมชนเขาน้อยพิษณุโลก ชุมชนกองทุนพัฒนารอบโรงไฟฟ้าวังน้อยอยุธยา พลังงานจังหวัดเพชรบูรณ์ พลังงานจังหวัดอุตรดิตถ์ ศูนย์พลังงานพัฒนาอาชีพจังหวัดตาก กลุ่มเกษตรอินทรีย์(นายทองคำ)จังหวัดสุโขทัย	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์	เอกสารการอบรม หลักสูตรการอบรม ตัวเครื่อง แหล่งเรียนรู้ของหน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร ศูนย์เผยแพร่และถ่ายทอดโดยสมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ	คุณภาพของถ่านดีขึ้น การพัฒนาตัวเครื่องร่วมกับสถานศึกษา โรงตากถ่าน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล	สามารถผลิตถ่านได้ 600 กิโลกรัมต่อวัน หักต้นทุนได้กำไรกิโลกรัมละ 4 บาท ประหยัดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 13 ผลการสัมภาษณ์ นายชาติ ไชยสิทธิ์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ (ต่อ)

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม การพัฒนาบนพื้นฐานอัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ	คนในชุมชนมีความรู้มากขึ้นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และเรียนรู้ร่วมกันระหว่างคนในชุมชนโดยหาและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชนเพื่อประกอบอาชีพและลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน แต่ยังคงวัฒนธรรม การใช้ชีวิตและการทำงานเช่นเดิม	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ	ลดขยะ ลดความขัดแย้ง ลดควันและมลพิษในชุมชน ลดการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชุมชนสะอาดขึ้น	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางสุขภาพ สุขภาพของผู้รับบริการ	มีพลังงานมีความสุข ได้ออกกำลังกาย สุขภาพจิตดีเพราะมีรายได้ มีความสุขที่ได้พบเจอเครือข่ายที่ชอบพลังงานทดแทนเหมือนกัน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 14 ผลการสัมภาษณ์ นายขวัญชัย อนุรักษ์วัฒนะ ตัวแทนพลังงานจังหวัดพิจิตร

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางสังคม 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา	สามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการพัฒนางานที่รับผิดชอบ พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ ร่วมกับสมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร หน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล	สมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร หน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม คนในชุมชนและหน่วยงานเอกชนที่สนใจเข้ามาขอความรู้	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์	เอกสาร ภาพถ่าย แหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ ร่วมกับสมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร หน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 14 ผลการสัมภาษณ์ นายขวัญชัย อนุรักษ์วัฒนะ ตัวแทนพลังงานจังหวัดพิจิตร (ต่อ)

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ	เพิ่มพูนความรู้ มีแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล	เกิดผลงานกับตนเองอาจมีผลต่อการปรับขั้นเงินเดือน ประหยัดเวลาในการทำงานเพราะมีแหล่งเรียนรู้ มีเอกสารให้ดู	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม การพัฒนาบนพื้นฐานอัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ	ยังคงวัฒนธรรมการทำงานเช่นเดิม แต่ที่ได้ความรู้เพิ่มขึ้น มีแหล่งเรียนรู้ที่จะได้ชี้แนะให้กับคนที่สนใจด้านพลังงานและมีทางเลือกหรือลู่ทางในการหารายได้จากการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ	ถ้าชุมชนมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืชมาใช้จริง อาจมีผลต่อปริมาณขยะลดลง ลดความขัดแย้ง ลดควันและมลพิษในชุมชน ลดการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชุมชนสะอาดขึ้น	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางสุขภาพ สุขภาพของผู้รับบริการ	สุขภาพจิตดีขึ้นเพราะมีความรู้มากขึ้นเกี่ยวกับงานที่รับผิดชอบชี้แนะและบอกกับชุมชนหรือหน่วยงานเอกชนที่สนใจได้	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 15 ผลการสัมภาษณ์ นายอำนาจ ตินะมาตร ตัวแทนบุคคลในชุมชนอื่น

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางสังคม 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา	สามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การประกอบธุรกิจการผลิตถ่านอัดแท่ง ปรับปรุงขั้นตอนผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง การพัฒนาเครื่องและกระบวนการผลิต ต่อยอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวมวล และเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและเกิดการจ้างงานในชุมชน นักเรียน นักศึกษา ชาวต่างชาติ หน่วยงานเอกชน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 15 ผลการสัมภาษณ์ นายอำนาจ ตินะมาตร ตัวแทนบุคคลในชุมชนอื่น (ต่อ)

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล	วิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม ม.เชียงใหม่สมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร พลังงานจังหวัด กระทรวงพลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) มหาวิทยาลัยโตเกียว(ทดสอบถ่าน) ชุมชนเขาน้อยพิษณุโลก	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์	โรงงานผลิตถ่านอัดแท่ง บ้านเขาน้อย ตำบลดงประคำ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
<u>มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ</u> 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ	คุณภาพของถ่านดีขึ้น ลดต้นทุน สร้างเครื่องผสมถ่าน สร้างเครื่องอัดถ่าน สร้างห้องอบถ่าน ปรับปรุงรายการผลิต	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล	ผลิตถ่านอัดแท่งได้วันละ 3,000 กิโลกรัม หักต้นทุนถ่านเกรด A ได้กำไรกิโลกรัมละ 4 บาท ถ่านเกรด B ได้กำไรกิโลกรัมละ 2 บาท โดยส่งขายที่ศูนย์อพยพ UN ส่งตลาดปิ้งย่างในประเทศ และส่งประเทศญี่ปุ่น	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
<u>มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม</u> การพัฒนาบนพื้นฐานอัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ	ดีขึ้น มีการจ้างงานในชุนชน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
<u>มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม</u> สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ	ดีขึ้น สะอาดขึ้น	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
<u>มิติผลกระทบทางสุขภาพ</u> สุขภาพของผู้รับบริการ	สุขภาพจิตดีเพราะมีรายได้ มีความสุขได้แลกเปลี่ยนความรู้กับคนชอบพลังงาน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 16 ผลการสัมภาษณ์ ดร.พิสิษฎ์ มณีโชติ ตัวแทนผู้ให้การอบรม

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางสังคม 4) ประโยชน์และคุณค่าต่อคนในสถาบัน หรือต่อผู้ให้บริการวิชาการ	ได้ความรู้ในการพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยี ต่อยอดเป็นเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น เครื่องอัดขยะ เครื่องอัดเปลือกมะขาม ระบบอบแห้ง เครื่องตัดถ่านอัตโนมัติ ระบบเตือนอุณหภูมิห้องอบถ่านและควบคุมความร้อน เป็นต้น เป็นสื่อแหล่งเรียนรู้ในกับนิสิต นักศึกษาในมหาวิทยาลัย	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
5) การนำผลการบริการวิชาการมาปรับปรุงกระบวนการบริการวิชาการ	นำจุดด้อยมาปรับปรุงเรื่องสื่อประกอบการถ่ายทอดมีปรับปรุงให้ดีขึ้นและแก้ปัญหาเรื่องโครงสร้างของตัวเครื่อง กำลังของมอเตอร์	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
6) การได้รับรางวัล / ได้รับการยกย่องของผู้ให้บริการวิชาการ	ได้รับการยอมรับจากคนในชุมชน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

สรุปผลการศึกษา

ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ เตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การอบแห้ง การบรรจุ และการจำหน่าย เท่ากับ 1643.119, 29.350, 26.515, 0.603, 54.723 และ 17.743 $kgCO_2eq/day$ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิต

ขั้นตอน	ปริมาณ ($kgCO_2eq/day$)	ตลอดวัฏจักรชีวิต ($kgCO_2eq/day$)
การจัดหาวัตถุดิบ	1643.119	1772.054
การเตรียมวัตถุดิบ	29.350	
การขึ้นรูป	26.515	
การอบแห้ง	0.603	
การบรรจุ	54.723	
การจำหน่าย	17.743	

ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบมีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 1.64 tCO_2eq/day เนื่องจากวัตถุดิบคือผงถ่านไม้เป็นจำนวนมากถึง 1,500 กิโลกรัม และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 1.18 $kgCO_2eq/kg$ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงเขียวจากหญ้านวลน้อยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.54 $kgCO_2eq/kg$ [22]

การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลภายใต้เงื่อนไขต่างๆ พบว่า มีอัตราส่วนผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน เท่ากับ 3.71 การเพิ่มต้นทุนในการดำเนินการผลิต ตั้งแต่ร้อยละ 30 – 70 ยังคงทำให้โครงการมีค่า SROI, ROI, PB และ NPV ที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับโครงการได้ เช่นเดียวกับการลดราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งลงเหลือกิโลกรัมละ 5-10 บาท อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าราคาขายที่ลดลงมีความอ่อนไหวต่อค่า SROI, ROI, PB และ NPV มากกว่าการเปลี่ยนแปลงต้นทุน

ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตมีค่าเท่ากับ 496,646.61 บาท และต้นทุนต่อหน่วยของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี เท่ากับ 3.81 บาทต่อ $kgCO_2eq$

การศึกษานี้วิเคราะห์ให้เห็นเชิงประจักษ์ว่า ราคาขายเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อทุกตัวชี้วัด ดังนั้นจะต้องมีการรักษาคุณภาพของกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งให้มีคุณสมบัติตามความต้องการของตลาด ส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นการเสริมสร้างภาพลักษณ์ของชุมชน

การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช ตามที่ นิคม นาคอ้าย (2557) ใช้ติดตามประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคมประกอบด้วย 5 มิติ รวมทั้งหมด 11 ตัวบ่งชี้ จากการสัมภาษณ์ตามตัวบ่งชี้ดังกล่าว พบว่าผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นชุมชนสามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้ นอกจากนี้ยังสามารถอบรมเผยแพร่และถ่ายทอดให้กับผู้ที่สนใจ พัฒนาเครื่องและกระบวนการผลิต ต่อยอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิง ชีวมวล พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ มีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือเพื่อขยายผลไปยังชุมชนอื่นๆ เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Claudia and Taraneh (2014) และ Jianjun Hu, et al. (2014) พบว่าการใช้พลังงานจากชีวมวลทำให้คนในชุมชนสามารถลดรายจ่าย สร้างรายได้ พึ่งตนเองได้ สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในชนบทดีขึ้น ลดการขาดแคลนพลังงาน และเพิ่มความยั่งยืนให้กับชุมชน อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ตามมิติผลกระทบทางสุขภาพคนในชุมชนมีความสุขเพราะมีพลังงานและได้พบเจอเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทนร่วมกัน จากการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นพบว่าเป็นผลกระทบที่เป็นประโยชน์หรือผลกระทบทางบวก ส่วนผลกระทบทางลบจากการสัมภาษณ์ยังไม่มีปรากฏขึ้น อาจสรุปได้ว่าถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชยังสามารถที่จะดำเนินการต่อไปได้เพราะมีคนสนใจพลังงานทดแทนมากขึ้นเนื่องมาจากราคาก๊าซหุงต้มมีการปรับตัวสูงขึ้นและมีแนวโน้มที่จะหมดไปในอนาคตข้างหน้า

บรรณานุกรม

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งอนุรักษ์พลังงาน. **รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย 2555**. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จากhttp://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1841%3A2010-09-22-07-02-07&catid=128&lang=th

[2] กรมป่าไม้ .**พื้นที่ป่าของประเทศไทยปี พ.ศ.2516-2556**. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จาก http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/stat2556/Table%201.pdf

[3] เสาวภา ทินปาน. (2556). **การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอฟัสซิลิคอนสำหรับการผลิตไฟฟ้า**.วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[4] สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. **คู่มือการจัดทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์**. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย นนทบุรี, 2547.

[5] ปณต วิไลพล, วีระศักดิ์ เกิดแสง. (2547). การผลิตกระแสไฟฟ้าหน่วยย่อยโดย**ใช้เชื้อเพลิงเขียวที่ผลิตจากซังข้าวโพด** และการถ่ายทอดเทคโนโลยีนวัตกรรมการผลิต**เชื้อเพลิงเขียวจากซังข้าวโพด** โดยเครื่องอัดเชื้อเพลิงเขียวขนาดเล็กสำหรับจังหวัดพิษณุโลก. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[6] ประสาน สถิตเรืองศักดิ์. (2546). **การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากชีวมวลโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาแลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[7] สุพจน์ เดชผล. (2546). **การศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนน้ำเสียโรงงานน้ำตาลผสมกับชานอ้อย**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[8] จิตติพงษ์ ทัศวงศ์ และวิบูลย์ อันพิมมา. (2545). **การผลิตถ่านชีวภาพจากฟางข้าว**. รายงานปัญหาพิเศษ วท.บ, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[9] พัชฎาภรณ์ เจริญรอย และอรชุมา นุสีวอ. (2545). **การทำแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร**. บทคัดย่อปัญหาพิเศษสาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[10] อาทิตย์ มลิทอง. (2532). **การศึกษาผลิตเชื้อเพลิงเขียวจากผักตบชวาและผักตบชวาผสมลิกไนต์**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[11] อรกมล เห็นชอบดี, สุเทพ เขียวหอม และ ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ. (2551). **การประเมินวัฏจักรชีวิตการศึกษาระบบการผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วมกับระบบการผลิตก๊าซจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร**. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[12] พิรญาณ์ สงวนเนตร. (2552). **การพัฒนากระบวนการผลิตอะคริโลไนไทรล์โดยเครื่องมือการประเมินวัฏจักรชีวิตภายใต้ความไม่แน่นอน** สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[13] วารุณี มุสิกชาติ. (2548). **การประเมินรวมความเสี่ยงและการประเมินวัฏจักรชีวิตสำหรับ การประเมินการผลิตคาร์บอนนาโนทิวบ์** สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[14] วิสาขา ภู่จินดา. (2557). **ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและผลตอบแทนทางสังคมของการใช้พลังงานชีวมวลในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน.** สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[15] นิกร ชยากรคงวุฒิ, นกุล คูหะโรจนานนท์, อัจฉรา จันทร์ฉาย. (2556). **ศึกษานวัตกรรมระบบการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการสำหรับองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร.** WMS Journal of Management, Walailak University Vol.2 No.3 (Sep-Dec 2013), 1-7.

[16] Claudia Cambero, Taraneh Sowlati. (2014). Assessment and optimization of forest biomass supply chains from economic, social and environmental perspectives – a review of literature. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 36, 62-73.

[17] Jianjun Hu, Tingzhou Lei, Zhiwei Wang, Xiaoyu Yan, Xinguang Shi, Zaifeng Li, Xiaofeng He, Quanguo Zhang. (2014). Economic, environmental and social assessment of briquette fuel from agricultural residues in China – a study on flat die briquetting using corn stalk. Energy. 64, 557-566.

[18] จิรพร สุเมธีประสิทธิ์. (2556). ผลลัพธ์และผลกระทบของโครงการ (Project Outcome and Impact) ตัวชี้วัดความคุ้มค่าในระยะยาว. กรุงเทพมหานคร : คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[19] นิคม นาคอ้าย. (2557). **การประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคมประจำปีงบประมาณ 2555-2556.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม : สถาบันวิจัยและพัฒนา.

[20] ชนาภา วรรณศรี. **การประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชั่นของไม้โตเร็ว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2551.

[21] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). ค่า Emission factor. ได้จาก: http://www.tgo.or.th/ 16 กุมภาพันธ์ 2558.

[22] Prapita Thanarak and Chuleeporn Chaiyote. (2011). **Cost Investigation on Green Fuel Production from Manila Grass Mixed with Crop Residues and GHG Emission Mitigation.** Naresuan University Journal, Vol 19, No 3, September - December 2011.

[23] ธนาคารกรุงไทย. (2557). **อัตราดอกเบี้ยเงินกู้.** www.ktb.co.th/ktb/Download/rateFee/RateFeeDownload_ 3264loan02_06_57.pdf [2 มิถุนายน 2557].

[24] มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2557). **การประชุมวิชาการประจำปีสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย Post Rio+20: ประเทศไทยมุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน.** www.tei.or.th/postrio20/Room_1/Background%20paper.pdf [20 สิงหาคม 2557].

[25] รักษ์ ผิวนิ่ม และ สิทธิพร พิมพ์สกุล. (2554). **การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.** วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 28 ฉบับที่ 1 มีนาคม 2554, 49-54.

[26] สฤณี อาชวานันทกุล และ ภัทราพร แย้มละออ. (2554). **คู่มือการประเมินผลลัพธ์ทางสังคมและผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน.** มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[27] Mariusz J. Stolarski, Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski, Michal Krzyzaniak, Pawel Gulczynski and Miroslaw Mleczek. (2013). Comparison of **quality and production cost of briquettes made from agricultural and forest origin biomass.** Renewable Energy. Vol57 September, 20-26.

[28] วรวิทย์ อวิรุทธ์วรกุล และ ธีระพงษ์ มาลัยทอง. (2551). **การพัฒนาดัชนีชี้วัดความเข้มแข็งของชุมชน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

[29] สำนักมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา. (2555). **คู่มือการประกันคุณภาพระดับคณะ ปีการศึกษา 2555.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม : สำนักมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา.

ภาคผนวก

- บทความที่เผยแพร่งานวิจัย (Proceeding)

- บทความที่เผยแพร่งานวิจัย (Proceeding)

- **ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ, ประพิธาริ์ ธนารักษ์, พิสิษฏ์ มณีโชติ และ วิกานต์ วันสูงเนิน.** (13 พฤศจิกายน 2557). การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการ**ผลิตเชื้อเพลิงชีว**มวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช. (Proceeding). **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลรัตนโกสินทร์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย

TREC-7

การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ

รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7

The 7th Thailand Renewable Energy for Community Conference (TREC-7)

"ตามรอยพ่อ ถ่ายทอดวิถีต้นแบบ พลังงานทดแทนสู่ชุมชน"

ผลงานทางวิชาการ 7 สาขา

CP ไฟฟ้าชุมชน
CT ความร้อนชุมชน
CF เชื้อเพลิงชุมชน
ES การประหยัดพลังงาน
EN สิ่งแวดล้อมเพื่อชุมชน
IR นวัตกรรมพลังงานทดแทน
EM การจัดการพลังงานในชุมชน

RMUTR

12-14 พฤศจิกายน 2557
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล ประจวบคีรีขันธ์

สารบัญ

สาขาการจัดการพลังงานในชุมชน (E-M)			หน้า
O-EM01	การผลิตน้ำมันและถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรภายใต้แนวทางการจัดการแบบไม่มีของเสียเหลือทิ้ง	อรรถกร อาสนคำ	695
O-EM02	การถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดระยะไกล	อันธิกา เพชรี	704
O-EM03	การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเขียวแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	อนุพล อัคพิน	709
O-EM04	การพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมีส่วนร่วม และยั่งยืนตามโครงการพัฒนาหมู่บ้านเพื่อความมั่นคงพื้นที่ชายแดน ตามแนวทางพระราชทาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน	เสริมสุข บัวเจริญ	714
O-EM05	การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช	ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ	721
O-EM06	รูปแบบการแปรรูปวัสดุที่เหลือใช้จากการเพาะเห็ดเพื่อผลิตพลังงานทดแทน ตำบลหลวงใต้ อำเภองาว จังหวัดลำปาง	รวิภา ยงประยูร	727
O-EM07	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและสังคมจากการลงทุนระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร กรณีศึกษา: ตำบลท่ามะนาว อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี	อภิชาต คงแป้น	736
O-EM08	ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน : กรณีศึกษาโรงงานควบคุมในเขตกรุงเทพมหานคร	สิทธิพล กว้างนอก	743
O-EM09	แบบจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมเคมีในประเทศไทย	พิชชา สุทธิกุล	750
O-EM10	แบบจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษในประเทศไทย	พีนัท ประจักษ์วงศ์	756
O-EM11	แบบจำลองการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย	นรวัฒน์ วงศ์คำ	763
O-EM12	ความต้องการพลังงานทดแทนแก๊สหุงต้มสำหรับครัวเรือนของชุมชน อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี	สำรวย มะลิฉอด	770
O-EM13	ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับระบบไมโครกริด	วศิน์วิโรฒม์ เนติศักดิ์	777
O-EM14	การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนกลุ่มสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อ มหาสารคาม	วุฒิศาสตร์ โชคเกื้อ	784
P-EM15	การสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทนของชุมชนบ้านร่องปลายนา ตำบลบัวสลี อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย	วิลาสินี ศรีสุวรรณ	789
P-EM16	วิถีเกษตรกรรมชาวสวนยางพาราสู่การเป็นแหล่งพลังงานทดแทน กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรทวีผล อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา	ฐปณี รัตนถาวร	794
P-EM17	เครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	สมรรถชัย จันทรัตน์	802
P-EM18	ความคิดเห็นของผู้บริโภคในการเลือกใช้ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (NGV) แทนการเติมน้ำมัน	ธีระวัฒน์ จันทึก	808
P-EM19	การสำรวจความคิดเห็นเกษตรกร ตำบลป่าซาง เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาม่อนทานตะวันเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานและการท่องเที่ยวเชิงเกษตร	วรวิทย์ บุรณศิริ	813

วัฒนธรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ การพัฒนาบนพื้นฐานอัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ และมิติผลกระทบทางสุขภาพ มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สุขภาพของผู้รับบริการ

Claudia and Taraneh (2014) พบว่าสิ่งที่ขับเคลื่อนการใช้พลังงานชีวมวลคือ ศักยภาพในการสร้างรายได้ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การส่งเสริมให้ชุมชนเลือกใช้แหล่งพลังงานของตนเองเพื่อให้พึ่งพาตนเองได้ การสนับสนุนการพัฒนาชุมชนและเพิ่มความยั่งยืน สอดคล้องกับ Jianjun Hu, et al. (2014) ศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและสังคมของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (แกนข้าวโพด) ในประเทศจีน พบว่า การประเมินทางด้านสังคมจะเน้นการสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน การกำจัดของเสียจากภาคเกษตรกรรม และการพัฒนาชนบท โดยการสร้างรายได้ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในชนบท ลดการขาดแคลนพลังงาน รับประกันมั่นคงด้านพลังงาน ส่งเสริมการฟื้นฟูสภาพสังคมชนบท เป็นปัจจัยของผลกระทบทางด้านสังคม

การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช เป็นการประเมินผลกระทบหลังจากการดำเนินโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี 5 มิติ ได้แก่ มิติผลกระทบทางสังคม มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และมิติผลกระทบทางสุขภาพ โดยเน้นถึงผลกระทบที่เป็นประโยชน์ซึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นการนำผลการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลมาพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นให้เหมาะกับบริบทของชุมชน

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี (1 เมษายน 2555 ถึง 31 มีนาคม 2556) และยังดำเนินการให้ความรู้และพัฒนาปรับปรุงจนถึงปัจจุบัน จากการอบรบถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ มีผู้เข้าร่วมอบรมหลายหลายกลุ่ม ๆ ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายหลัก ส่วนพลังงานจังหวัดพิจิตร และบุคคลในชุมชนอื่น เป็นกลุ่มที่สนใจเข้าร่วมอบรมการประเมินผลกระทบในครั้งนี้ไม่ได้มุ่งเพียงกลุ่มเป้าหมายหลักเพียงอย่างเดียว คือว่าผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมดมีผลต่อผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมอบรม ในการประเมินผลกระทบในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มมาสัมภาษณ์โดยใช้แบบประเมินผลกระทบ ซึ่งการเลือกตัวแทนกลุ่มเป้าหมายเป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงโดยพิจารณาจากความตั้งใจในการอบรมและได้ทำกิจกรรมที่เห็นถึงผลลัพธ์และผลกระทบได้ชัดเจนหลังจากการอบรม รวมไปถึงการสัมภาษณ์ตัวแทนของผู้ให้การอบรม มีรายชื่อดังนี้

1. นายชาติ ไชยสิทธิ์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร
2. นายขวัญชัย อนุรักษ์วัฒนะ ตัวแทนพลังงานจังหวัดพิจิตร
3. นายอำนาจ ตินะมาตร ตัวแทนบุคคลในชุมชนอื่น
4. ดร.พิสิษฎ์ มณีโชติ ตัวแทนผู้ให้การอบรม

เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์เป็นแบบประเมินการประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช ประกอบด้วย 2 ส่วน ซึ่งได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก ประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคมของ นิคม นาคอ้าย (2557)

<u>ส่วนที่ 1</u> สัมภาษณ์ผู้เข้ารับการอบรม ประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่ มิติผลกระทบทางสังคม มี 6 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา 2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล 3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์ มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ มี 2 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ 2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล กลุ่มคนและชุมชน มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ การพัฒนาบนพื้นฐาน อัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ และมิติผลกระทบทางสุขภาพ มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ สุขภาพของผู้รับบริการ

<u>ส่วนที่ 2</u> สัมภาษณ์ผู้ให้การอบรม มี 1 มิติ คือ มิติผลกระทบทางสังคม มี 3 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 4) ประโยชน์และคุณค่าต่อคนในสถาบัน หรือต่อผู้ให้บริการวิชาการ 5) การนำผลการบริการวิชาการมาปรับปรุงกระบวนการบริการวิชาการ 6) การได้รับรางวัล / ได้รับการยกย่องของผู้ให้บริการวิชาการ

5. ผลการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการสัมภาษณ์ นายชาติ ไชยสิทธิ์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณ

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางสังคม 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา	สามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ ขั้นตอนผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง อบรมให้ความรู้ขยายผลให้กับชาวบ้าน/ชุมชนอื่นๆ การพัฒนาเครื่องและกระบวนการผลิต เช่น การเผาถ่าน ปรับปรุงส่วนผสม พัฒนาเกลียวอัด กระบอกอัด ชุดตัด และการตากถ่าน ประยุกต์ใช้ในการอัดขยะชีวมวลเพื่อปลูกต้นไม้ให้กับเทศบาลพิษณุโลก ต่อยอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวมวล พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ เป็นผลให้ สามารถใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้คุ้มค่า อัดเชื้อเพลิงชีวมวลได้เร็วขึ้นคุณภาพดี เพิ่มพูนความรู้ให้กับช่างในชุมชน คนในชุมชนมีความรู้ในการใช้พลังงานทดแทน ประหยัดค่าใช้จ่าย ฯลฯ	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล	อบต. พลังงานจังหวัดพิจิตร วิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม เทศบาลพิษณุโลก ชุมชนเขาน้อยพิษณุโลก ชุมชนกองทุนพัฒนารอบโรงไฟฟ้าวังน้อยอยุธยา พลังงานจังหวัดเพชรบูรณ์ พลังงานจังหวัดอุตรดิตถ์ ศูนย์พลังงานพัฒนาอาชีพจังหวัดตาก กลุ่มเกษตรอินทรีย์(นายทองคำ)จังหวัดสุโขทัย	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์	เอกสารการอบรม หลักสูตรการอบรม ตัวเครื่อง แหล่งเรียนรู้ของหน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร ศูนย์เผยแพร่และถ่ายทอดโดยสมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ	คุณภาพของถ่านดีขึ้น การพัฒนาตัวเครื่องร่วมกับสถานศึกษา โรงตากถ่าน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับบุคคล	สามารถผลิตถ่านได้ 600 กิโลกรัมต่อวัน หักต้นทุนได้กำไรกิโลกรัมละ 4 บาท ประหยัดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน.	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางวัฒนธรรม การพัฒนาบนพื้นฐานอัตลักษณ์ของกลุ่มผู้รับบริการ	คนในชุมชนมีความรู้มากขึ้นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และเรียนรู้ร่วมกันระหว่างคนในชุมชนโดยหาและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชนเพื่อประกอบอาชีพและลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน แต่ยังคงวัฒนธรรม การใช้ชีวิตและการทำงานเช่นเดิม	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่ดีของชุมชน / หน่วยงาน /พื้นที่ที่ได้รับการบริการวิชาการ	ลดขยะ ลดความขัดแย้ง ลดควันและมลพิษในชุมชน ลดการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชุมชนสะอาดขึ้น	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางสุขภาพ สุขภาพของผู้รับบริการ	มีพลังงานมีความสุข ได้ออกกำลังกาย สุขภาพจิตดีเพราะมีรายได้ มีความสุขที่ได้พบเจอเครือข่ายที่ชอบพลังงานทดแทนเหมือนกัน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

ตารางที่ 2 ผลการสัมภาษณ์ นายขวัญชัย อนุรักษ์วัฒนะ ตัวแทนพลังงานจังหวัดพิจิตร

มิติของผลกระทบ	ผลการสัมภาษณ์	หมายเหตุ
มิติผลกระทบทางสังคม 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้รับบริการในการพัฒนา	สามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการพัฒนางานที่รับผิดชอบ พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ ร่วมกับสมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร หน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) เครือข่ายความร่วมมือ / เครือข่ายขยายผล	สมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร หน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม คนในชุมชนและหน่วยงานเอกชนที่สนใจเข้ามาขอความรู้	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
3) แหล่งเรียนรู้/ฐานข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์	เอกสาร ภาพถ่าย แหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ ร่วมกับสมาคมพัฒนาชุมชนจังหวัดพิจิตร หน่วยวิจัยพลังงานชุมชนวิทยาลัยพลังงานทดแทน ม.นเรศวร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
มิติผลกระทบทางเศรษฐกิจ 1) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือผลงานของผู้รับบริการวิชาการ	เพิ่มพูนความรู้ มีแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชน	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ
2) มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดกับ	เกิดผลงานกับตนเองอาจมีผลต่อการปรับขึ้นเงินเดือน ประหยัดเวลาในการทำงานเพราะมีแหล่งเรียนรู้ มี	ไม่มีผลกระทบเชิงลบ

6. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัชพืช ตามที่ นิคม นาคอ้าย (2557) ใช้ติดตามประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคมประกอบด้วย 5 มิติ รวมทั้งหมด 11 ตัวบ่งชี้ จากการสัมภาษณ์ตามตัวบ่งชี้ดังกล่าว พบว่าผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นชุมชนสามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้ นอกจาก์นี้ยังสามารถอบรมเผยแพร่และถ่ายทอดให้กับผู้ที่สนใจ พัฒนาเครื่องและกระบวนการผลิต ต่อยอดความรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิง ชีวมวล พัฒนาหลักสูตรอบรม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆ มีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือเพื่อขยายผลไปยังชุมชนอื่นๆ เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Claudia and Taraneh (2014) และ Jianjun Hu, et al. (2014) พบว่าการใช้พลังงานจากชีวมวลทำให้คนในชุมชนสามารถลดรายจ่าย สร้างรายได้ พึ่งตนเองได้ สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในชนบทดีขึ้น ลดการขาดแคลนพลังงาน และเพิ่มความยั่งยืนให้กับชุมชน อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ตามมิติผลกระทบทางสุขภาพคนในชุมชนมีความสุขเพราะมีพลังงานและได้พบเจอเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทนร่วมกัน จากการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นพบว่าเป็นผลกระทบที่เป็นประโยชน์หรือผลกระทบทางบวก ส่วนผลกระทบทางลบจากการสัมภาษณ์ยังไม่มีปรากฏขึ้น อาจสรุปได้ว่าถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชยังสามารถที่จะดำเนินการต่อไปได้เพราะมีคนสนใจพลังงานทดแทนมากขึ้นเนื่องมาจากราคาก๊าซหุงต้มมีการปรับตัวสูงขึ้นและมีแนวโน้มที่จะหมดไปในอนาคตข้างหน้า

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยการประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดเชื้อเพลิง สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติปีงบประมาณ 2558 และโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเขียวแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผู้วิจัยขอขอบคุณนายกสมาคมพัฒนาชุมชน และกลุ่มเกษตรกรบ้านไผ่สีรุณสำหรับการเป็นหุ้นส่วนวิจัยครั้งนี้

บรรณานุกรม

[1] จิรพร สุเมธีประสิทธิ์. (2556). ผลลัพธ์และผลกระทบของโครงการ (Project Outcome and Impact) ตัวชี้วัดความคุ้มค่าในระยะยาว. กรุงเทพมหานคร : คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[2] นิคม นาคอ้าย. (2557). การประเมินผลกระทบที่เป็นประโยชน์จากโครงการบริการวิชาการสู่สังคม ประจำปีงบประมาณ 2555-2556. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม : สถาบันวิจัยและพัฒนา.

[3] วรวิทย์ อวิรุทธ์วรกุล และ ธีระพงษ์ มาลัยทอง, (2551). การพัฒนาดัชนีชี้วัดความเข้มแข็งของชุมชน.กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา.(2555). คู่มือการประกันคุณภาพระดับคณะ ปีการศึกษา 2555.มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม : สำนักมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา.

[4] Claudia Cambero and Taraneh Sowlati, 2014, "Assessment and optimization of forest biomass supply chains from economic, social and environmental perspectives – a review of literature," Renewable and Sustainable Energy Reviews. 36, 62-73.

[5] Jianjun Hu, Tingzhou Lei, Zhiwei Wang, Xiaoyu Yan, Xinguang Shi, Zaifeng Li, Xiaofeng He and Quanguo Zhang, 2014, "Economic, environmental and social assessment of briquette fuel from agricultural residues in China – a study on flat die briquetting using corn stalk," Energy. 64, 557-566.

- บทความที่เผยแพร่งานวิจัย (Proceeding)

- **ประพิธาริ์ ธนารักษ์, พิสิษฎ์ มณีโชติ, วิกานต์ วันสูงเนิน, บงกช ประสิทธิ์ และ ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ.** (22 กรกฎาคม 2558). การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง. (Proceeding). **นเรศวรวิจัยครั้งที่ 11. มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย**

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 11

นเรศวรวิจัย

RESEARCH & INNOVATION

Proceedings & Abstracts

Abstracts – Oral

		หน้า
กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		
Reading mammal diversity from flies	John-James Wilson	69
Urban parks: refuges for tropical butterflies?	Kong-Wah Sing	70
การเกิดออกไซด์ของเหล็กหล่อโครเมียมสูง 25%Cr	จิณณพัต โสมนัส	71
การคัดเลือกและพัฒนาเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีศักยภาพในการปรับตัว เพื่อความสามารถในการพัฒนาเป็นพันธุ์ลูกผสมบนพื้นที่สูง	กิตติกร นามวงค์	72
การตรวจหายีน homolog ของยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Bph14) ในข้าวพื้นเมือง ข้าวปลูก และข้าวป่าของไทย	วันวิสาข์ ประสิทธิ์ธัญกิจ	73
การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง	วิกานต์ วันสูงเนิน	74
การปรับปรุงคุณสมบัติการทนแสงของหมึกพิมพ์ระบบพ่นหมึกด้วยคอลลอยด์ซิลิกา	วรรณี รักษาศุภผล	75
การพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์สัญญาณเสียง	มงคลชัย รุ่งเรือง	76
การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่มีศักยภาพการผลิตเพื่อการบริโภคฝักสดในเขตภาคเหนือตอนบน	สุรศักดิ์ ปิดความลับ	77
การพัฒนาระบบตกแต่งบ้านตามหลักฮวงจุ้ยสำหรับแอนดรอย์สมาร์ทโฟน	ณัฐวดี หงษ์บุญมี	78
การพัฒนาระบบวัดความต้านทานสำหรับทดสอบยางนำไฟฟ้า	ณัฐพงศ์ เขียวน้อย	79
การพัฒนาอัลกอริทึมสืบค้นโรงแรมด้วยการสกัดข้อมูลในโครงสร้างเว็บไซต์	วิวัฒน์ เจษฎาภรณ์พิพัฒน์	80
การพรีทรีเมนต์และผลผลิตเอนไซม์ไฮโดรไลซีสของปอคิวบาและปอแก้ว	ศิริพงษ์ เปรมจิต	81
การเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปังค่า จังหวัดพะเยา	บุญฤทธิ์ สินค้างาม	82

การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง

ประพิธาร์ ธนารักษ์[1*] พิสิษฏ์ มณีโชติ[1] วิกานต์ วันสูงเนิน[1] บงกช ประสิทธิ์[1] และ ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ[2]

Life Cycle Assessment for Biomass Briquette

Prapita Thanarak[1*], Pisit Maneechot[1], Wikarn Wansungnern[1], Bongkot Prasit[1] and Sakchai Phetsuwan[2]

[1]วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Muang, Phitsanulok, 65000
[2]Faculty of Education, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail: Prapitat@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลกำลังการผลิต 1500 กิโลกรัม/วัน โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตตาม ISO 14040 ตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การอบแห้ง **การบรรจุ และการจำหน่าย ผลการวิจัย**พบว่ามีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 1.772 tCO_2eq/day **แนวทางในการลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมคือ พัฒนาเตาเผาถ่านที่**มีประสิทธิภาพสูงและนำเศษถ่านที่เหลือจากการจำหน่ายมาอัดแท่งจะช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออก**ไซด์ได้**

คำสำคัญ: การประเมินวัฏจักรชีวิต เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล คาร์บอนไดออกไซด์

Abstract

This paper presents carbondioxide emission assessment for biomass briquette with capacity 1,500 kg/day. Life cycle assessment as the ISO 14040 was applied in this study which covered from transportation, preparation, forming, drying, packaging and distribution. The results showed total CO_2 emission for biomass briquette was 1.772 tCO_2eq/day. Guideline to reduce an environment impact was to develop of high efficiency charcoal kiln and take waste charcoal from selling to briquettes that can be reduce CO_2 emission.

Keywords: Life Cycle Assessment, Briquette Biomass, Carbondioxide

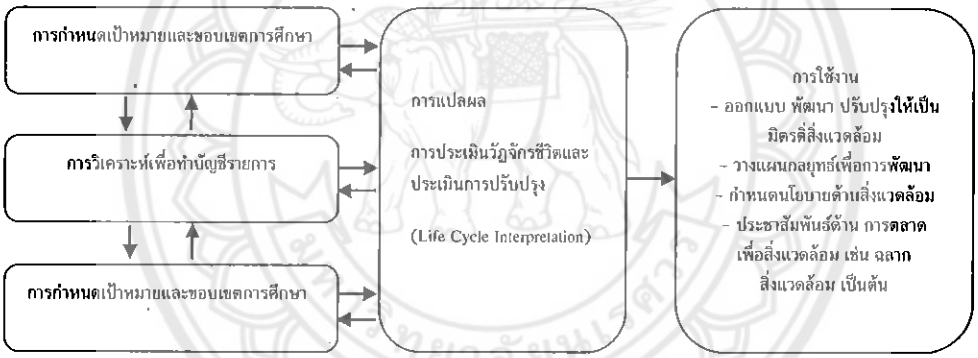
บทนำ

การใช้พลังงานเชื้อเพลิงของภาคครัวเรือนยังนิยมใช้ถ่านและฟืนเป็นเชื้อเพลิงหลัก ซึ่งกรม**พัฒนาพลังงานทดแทนและส่งอนุรักษ์**พลังงานได้รายงานว่าปี 2555 มีการใช้ถ่านเพื่อเป็นเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3,095 กิโลตัน**น้ำมันดิบ และใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง**อยู่ที่ 3,064 กิโลตันน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 27.92 และ 27.64 ของพลังงานทั้ง**หมดที่ใช้ในภาคครัวเรือน** [1] ประกอบกับพื้น**ที่ป่าไม้ของประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับฟืนและถ่านได้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ในประเทศ** [2] การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานทดแทน มาใช้ประโยชน์เป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วน ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและวัชพืชต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านพลังงานเพื่อทดแทนฟืนและถ่านโดยเฉพาะประชาชนในชนบท จะทำให้มีเชื้อเพลิงใช้ในราคาถูก และเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดรายจ่ายทางด้านพลังงาน รวมถึงในระดับมหภาคยังจะสามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตในภาคการเกษตรลงได้ ปัจจุบันได้มีการวิจัยที่ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงเขียวและถ่านอัดแท่งจากวัสดุหลายประเภท ทั้งจากวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและวัชพืชต่าง ๆ ของเสียจากภาคอุตสาหกรรมหรือธุรกิจต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยีการอัดเชื้อเพลิงที่มีส่วนในการเพิ่มการใช้พลังงาน

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวคิดในการวิจัยเรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อให้ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจก ในตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต ช่วงขั้นตอนก่อนการใช้งานและการกำจัดซาก แม้ว่าการนำชีวมวลที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้นทำให้ภาพรวมนั้นอาจจะลดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ เนื่องจากลดการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรลง แต่ขั้นตอนระหว่างการกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงนั้นอาจก่อให้เกิดมลพิษในด้านอื่น เช่น มลพิษทางเสียง หรือแม้แต่มลพิษทางอากาศที่ยังไม่สามารถชี้วัดได้ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์และประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล เพื่อนำมาพัฒนา ปรับปรุงกระบวนการผลิต สู่ความยั่งยืนของพลังงานและสิ่งแวดล้อมให้กับประเทศต่อไป บทความนี้นำเสนอเพียงการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาตั้งแต่การเกิดขึ้นและหมดอายุของผลิตภัณฑ์ (Cradle to Grave) มีการระบุปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึงผลเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อหาวิธีลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ตามมาตรฐาน ISO 14040 การประเมินวัฏจักรชีวิต ประกอบด้วย 4 ขั้น ตอน [3] ได้แก่ 1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope Definition) 2. การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis: LCI) 3. การประเมินผลกระทบ (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) 4. การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Interpretation) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบการดำเนินงานการประเมินวัฏจักรชีวิต

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

เป้าหมายของการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ว่าขั้นตอนใดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมากที่สุด โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการขนส่ง การเตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การอบแห้ง การบรรจุ และขั้นตอนการจำหน่าย ที่ทำการศึกษา ณ โรงอัดถ่านชุมชนบ้านเขาน้อย ตำบลดงประคำ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีกำลังการผลิต 1500 กิโลกรัมต่อวัน

2. การวิเคราะห์เพื่อทำบัญชีรายการ

จัดทำบัญชีรายการข้อมูลและเก็บข้อมูลชนิดและปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออกที่เกิดขึ้นในระบบ โดยพิจารณาผลกระทบโดยตรงที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรพลังงานในการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นหลัก ส่วนผลกระทบที่เกิดจากส่วนที่ไม่นำมาคิดเป็นผลกระทบรอง ในการมองภาพที่เกิดจากผลกระทบหลักจะทำให้สามารถมองเห็นภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น [4] แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้วัสดุและพลังงานที่ใช้ รวมทั้งจากการสอบถาม และจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เช่น ค่า Emission Factor นำมาจากฐานข้อมูลประเทศไทย ดังรูปที่ 2 แสดงขอบเขตหน่วยการทำงานของการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลในครั้งนี้

3. การประเมินผลกระทบ

การประเมินวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลในงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะประเด็นการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้นไม่นำผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่นมาร่วมประเมินด้วย โดยแปรข้อมูลจากบัญชีรายการ ให้อยู่ในรูปของผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการคำนวณจากสมการ 1 โดยแสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$)

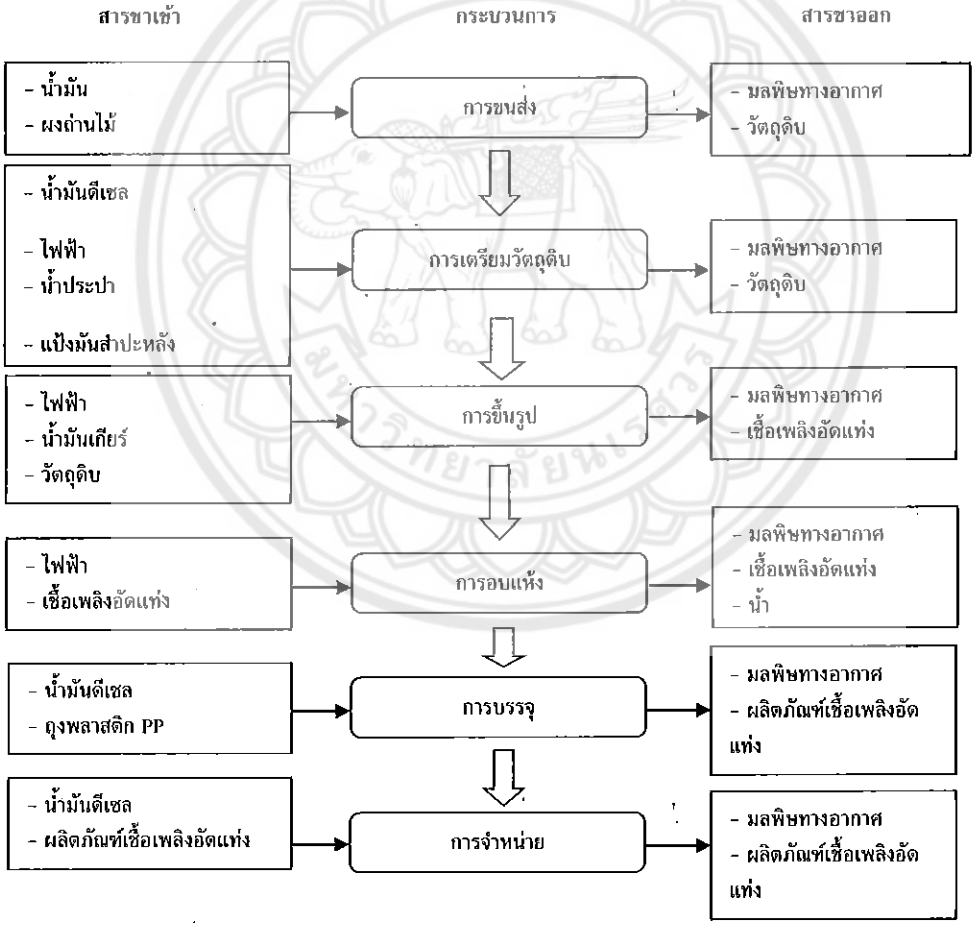
$$CO_2 \text{ Emission} = (EF \times AD) \quad (1)$$

โดยที่ CO_2 Emission = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2

EF (Emission factor) = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2

AD (Activity data) = ข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซ CO_2

โดยค่า Emission Factor ใช้ฐานข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)[5]



รูปที่ 2 ชนิดและปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก

4. การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิต

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทำบัญชี แล้วทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นมา สรุป รวบรวม ตีความหมาย และแปลค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าในช่วงใดของวัฏจักรชีวิตที่เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยผลการประเมินวัฏจักรชีวิตแสดงในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$)

ผลการศึกษา

การศึกษาเพื่อวิเคราะห์การประเมินผลกระทบจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งมีกำลังผลิต 1500 กิโลกรัมต่อวัน อายุโครงการ 5 ปี โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

ขั้นตอนการขนส่งเป็นการขนส่งถ่านไม้ด้วยรถกะบะบรรทุก 4 ล้อ ซึ่งปริมาณผลการเก็บข้อมูลของบัญชีรายการค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 50% Loading	tkm	77.36	0.2681
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading	km	51.57	0.3111
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	27.62	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	32.49	2.7446
ผงถ่านไม้	kg	1500	1.0054

2. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบใช้เครื่องบดผงถ่านไม้ขนาด 3 HP และเครื่องผสมวัตถุดิบขนาด 3 HP ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading	km	7.14	0.3111
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 50% Loading	tkm	0.54	0.2681
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	3.83	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	4.5	2.7446
ไฟฟ้า	kWh	15.666	0.6093
น้ำประปา-การประปาส่วนภูมิภาค	m^3	0.45	0.7043
มันสำปะหลัง	kg	75	0.0488

3. ขั้นตอนการขึ้นรูป

ขั้นตอนการขึ้นรูปใช้วิธีการอัดเย็นแบบสกรูเกลี่ยว โดยใช้ระบบไฮดรอลิคมีมอเตอร์ขนาด 5 HP ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการขึ้นรูป ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการขึ้นรูป

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
ไฟฟ้า	kWh	37.51	0.6093
น้ำมันเกียร์	kg	4.4	0.8319

4. ขั้นตอนการอบแห้ง

ขั้นตอนการอบแห้งใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการอบแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการอบแห้ง

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
ไฟฟ้า	kWh	0.99	0.6093

5. ขั้นตอนการบรรจุ

ขั้นตอนการบรรจุใช้ถุงพลาสติก PP โดย 1 ถุงบรรจุเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ 9 ก้อน ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนบรรจุ

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
ถุงพลาสติก PP	kg	16.2	2.399
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 0% Loading	km	7.14	0.3111
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ 50% Loading	tkm	0.12	0.2681
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	3.83	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	4.5	2.7446

6. ขั้นตอนการจำหน่าย

ขั้นตอนการจำหน่ายเป็นการขนส่งเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยรถกะบะบรรทุก 4 ล้อ ซึ่งการเก็บข้อมูลเพื่อทำบัญชีรายการ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่มาของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละรายการของขั้นตอนการจำหน่าย ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 บัญชีรายการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจำหน่าย

รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 50% Loading	tkm	7.14	0.2681
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 0% Loading	km	7.14	0.3111
น้ำมันดีเซล (ผลิต)	kg	3.825	0.3282
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)	L	4.5	2.7446

สรุปผลการศึกษา

ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ เตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป การอบแห้ง การบรรจุ และการจำหน่าย เท่ากับ 1643.119, 29.350, 26.515, 0.603, 54.723และ 17.743 kgCO2eq/day ตามลาดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิต

ขั้นตอน	ปริมาณ ($kgCO_2eq$/day)	ตลอดวัฏจักรชีวิต ($kgCO_2eq$/day)
การจัดหาวัตถุดิบ	1643.119	1772.054
การเตรียมวัตถุดิบ	29.350	
การขึ้นรูป	26.515	
การอบแห้ง	0.603	
การบรรจุ	54.723	
การจำหน่าย	17.743	

ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบมีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 1643.119 $kgCO_2eq$/day เนื่องจากวัตถุดิบคือผงถ่านไม้เป็นจำนวนมากถึง 1,500 กิโลกัรม และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 1.181 $kgCO_2eq$/kg ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงเขียวจากหญ้านวลน้อยมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.537 $kgCO_2eq$/kg [6]

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง การประเมินวัฏจักรชีวิตของของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและส่งอนุรักษ์พลังงาน. รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย 2555. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จาก http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1841%3A2010-09-22-07-02-07&catid=128&lang=th

[2] กรมป่าไม้. พื้นที่ป่าของประเทศไทยปี พ.ศ.2516-2556. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จาก http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/stat2556/Table%201.pdf

[3] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. LCA: เครื่องมือสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีเขียว "กรณีศึกษา LCA ในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรม เฟอร์นิเจอร์ไม้และอุตสาหกรรมโลหะที่มิใช่เหล็ก". กรุงเทพฯ: หจก.ส.เจริญการพิมพ์; 2551. หน้า 20-26.

[4] ชนาภา วรรณศรี. การประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชั่นของไม้โตเร็ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2551.

[5] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). ค่าemission factor. ได้จาก: http://www.tgo.or.th/ 16 กุมภาพันธ์ 2558.

[6] Prapita Thanarak and Chuleeporn Chaiyote. (2011). Cost Investigation on Green Fuel Prodution from Manila Grass Mixed with Crop Residues and GHG Emission Mitigation. Naresuan University Journal, Vol 19, No 3, September - December 2011.

การรายงานตัวชี้วัด

1. กรณีตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ
   <u>รูปแบบการรายงาน</u>: ชื่อผู้วิจัย.(วัน/เดือน/ปีที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ. **ชื่อวารสาร.** วัน/เดือน/ปีที่ตีพิมพ์ (ฉบับที่ตีพิมพ์): หน้าที่ตีพิมพ์. (Impact Factor: ....)

ลำดับที่	ชื่อนักวิจัยและชื่อผลงาน	เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง	ปีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน	แหล่งทุน	อยู่ในฐานข้อมูล (Scopus/ISI/SJR/TCI)	ค่า IF
-	-	-	-	-	-	-

2. กรณีที่นำเสนอในการประชุมหรือสัมมนาระดับชาติและนานาชาติ
   <u>รูปแบบการรายงาน</u>: ชื่อผู้วิจัย.(วัน/เดือน/ปีที่นำเสนอ). ชื่อผลงานที่นำเสนอ. **ชื่อการประชุมสัมมนาวิชาการ.** เมือง/สถานที่ที่นำเสนอ, ประเทศที่นำเสนอ.

- **ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ, ประพิธาริ์ ธนารักษ์, พิสิษฏ์ มณีโชติ และ วิกานต์ วันสูงเนิน.** (13 พฤศจิกายน 2557). การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช. (Proceeding). **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ** รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
- **ประพิธาริ์ ธนารักษ์, พิสิษฏ์ มณีโชติ, วิกานต์ วันสูงเนิน, บงกช ประสิทธิ์ และ ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ.** (22 กรกฎาคม 2558). การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง. (Proceeding). **นเรศวรวิจัยครั้งที่ 11.** มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย

ลำดับที่	ชื่อนักวิจัยและชื่อผลงาน	เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง	ปีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน	แหล่งทุน	อยู่ในฐานข้อมูล (Scopus/ISI/ SJR/TCI)	ตีพิมพ์เป็น Proceedings		ตีพิมพ์เป็นบทคัดย่อ	
						Oral (เรื่อง)	Poster (เรื่อง)	Oral (เรื่อง)	Poster (เรื่อง)
1	ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ, ประพิธาร์ ธนารักษ์, พิสิษฎ์ มณีโชติ และ วิกานต์ วันสูงเนิน การประเมินผลกระทบจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช	การประเมินวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง	2558	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	-	-	2	-	-
2	ประพิธาร์ ธนารักษ์, พิสิษฎ์ มณีโชติ, วิกานต์ วันสูงเนิน, บงกช ประสิทธิ์ และ ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง								

3. กรณีงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำมาใช้อันก่อให้เกิดประโยชน์อย่างชัดเจน

ลำดับที่	ชื่อผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์	ชื่อนักวิจัย (ภาษาไทย)	เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง	ปีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน	แหล่งทุน	การนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้เชิงสาธารณะ	ใบรับรองการใช้ประโยชน์จริงจาก (ชื่อหน่วยงาน)
-	-	-	-	-	-	-	-

4. กรณีงานวิจัยที่ได้รับการจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร

ลำดับที่	ชื่อนักวิจัยและชื่อผลงาน	เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง	ปีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน	แหล่งทุน	วัน / เดือน / ปี ที่ยื่นคำขอจด	วัน / เดือน / ปี ที่ได้รับการจด
-	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
-	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	-	-