บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาวิจัยใน บทที่ 3, บทที่ 4 และบทที่ 5 สามารถแบ่งผลการศึกษาเป็น 6 ส่วน หลักด้วยกัน คือ

1) วิเคราะห์หาองค์ประกอบของขยะของพื้นที่กรณีศึกษาเทศบาลตำบลฟ้าฮ่าม
2) วิเคราะห์การเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน ในการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5
3) วิเคราะห์เก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน รวมกับ ขยะเชื้อเพลิง RDF-5 ในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 kWh
4) การวิเคราะห์ผลกระทบเชิงนิเวศตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5
5) การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จากขยะเชื้อเพลิง RDF-5
6) สรุปผลการศึกษาวิจัยการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5

6.1 วิเคราะห์หาองค์ประกอบของขยะพื้นที่กรณีศึกษาเทศบาลตำบลฟ้าฮ่าม

จากการรวบรวมข้อมูลทั้งในด้านของปริมาณขยะ และ ส่วนประกอบของขยะ ผลการเก็บข้อมูลปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนต่อวัน ซึ่งพบว่าในเขตเทศบาลตำบลฟ้าฮ่ามมีขยะเกิดขึ้นเฉลี่ย 7,053.34 กิโลกรัมต่อวัน หรือคิดเป็น 7.05 ตันต่อวัน ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาหารจำนวนประชากรปัจจุบันในเขตเทศบาล ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 6,340 คน จะได้อัตราการเกิดขยะ เท่ากับ 1.112 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในขยะชุมชนของเทศบาลตำบล ฟ้าฮ่าม ซึ่งพบว่า ขยะชุมชนประกอบด้วยเศษอาหารเป็นสัดส่วนที่สูงที่สุด คือ 39% รองลงมาเป็นใบไม้และเศษไม้ที่ทิ้งในถุงดำ (ไม่รวมใบไม้และเศษไม้ที่เก็บกวาดและกองทิ้งตามข้างทาง) คิดเป็น 16% ขยะจำพวกพลาสติก 14% ขยะอื่นๆ ที่ไม่สามารถระบุได้ 9% และกระดาษ 8% ตามลำดับ ดังนั้นคิดรวมสัดส่วนขยะที่สามารถนำมาผลิตขยะเชื้อเพลิงได้ 28 % หรือคิดเป็นจำนวน 1.974 ตัน ต่อ วัน ที่นำมาใช้เป็นประโยชน์ทางด้านพลังงานทางเลือก ขยะเชื้อเพลิง RDF-5

6.2 วิเคราะห์การเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน ในการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5

เครื่องจักรต่างๆ ที่จะใช้ในกระบวนการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5 ได้มีการศึกษาเบื้องต้นจากเครื่องจักรต่างๆ ที่มีอยู่ที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และที่ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ การผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5 ขนาด 0.346 kg จะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งกระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้ตามนี้ เครื่องตัดพลาสติกใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน = 0.016 kWh , เครื่องบดตัดใบไม้กิ่งไม้ ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน = 0.0064 kWh , เครื่องย่อยกระดาษ ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน = 0.023 kWh , เครื่องผสม ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน = 0.051 kWh , เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง RDF-5 ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน = 0.107 kWh รวมหน่วยพลังงานที่ใช้ในการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5 ทั้งหมด = 0.158 kWh หรือ คิดเป็นจำนวนเงิน 0.386 บาท ต่อ 1 kWh ดังนั้น ขยะเชื้อเพลิง RDF-5 ขนาด 0.346 kg ใช้พลังงานไฟฟ้า = 0.158 kWh

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลการใช้พลังงาน ในการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5

ขั้นตอน	ปริมาณ	พลังงานที่ใช้	หน่วย
RDF plastic	0.114 kg	0.016	kWh
RDF paper	0.114 kg	0.023	kWh
RDF wood	0.114 kg	0.0064	kWh
RDF mix	0.346 kg	0.0051	kWh
RDF extrude	0.346 kg	0.107	kWh
เชื้อเพลิง	**รวมพลังงานที่ใช้ในการผลิต**		**หน่วย**
พลังงานไฟฟ้า	0.158		kWh

6.3 วิเคราะห์เก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน รวมกับ ขยะเชื้อเพลิง RDF-5 ในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 kWh

ในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 kWh มีการเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขยะ RDF-5 นำแก๊สที่ได้ต่อกับเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าชนิดเชื้อเพลิงคู่ ระหว่างน้ำมันดีเซลและแก๊สเชื้อเพลิง ศึกษาอัตราการทดแทนน้ำมันดีเซล สมรรถนะของเครื่องยนต์ในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เพลิงคู่ การประเมินสัดส่วนการทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลของระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้โปรดิวเซอร์แก๊สหาได้จากผลการทดสอบที่ภาระโหลดการทำงานผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 15 kWh และใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบที่กระแสไฟฟ้า 1 kWh ในการใช้โปรดิวเซอร์แก๊สจากขยะเชื้อเพลิง RDF-5 จำนวน 0.346 kg ทำให้สัดส่วนการทดแทนน้ำมันดีเซล โดยมีการใช้น้ำมันดีเซล 0.195 kg สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 kWh ทำให้ การลดภาระโหลดทำงานส่งผลให้สัดส่วนการทดแทนน้ำมันดีเซลลดลง รายละเอียดสัดส่วนการทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้โปรดิวเซอร์แก๊สดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 สัดส่วนการทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 kWh

เก็บข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล รวมกับ ขยะเชื้อเพลิง RDF-5 กระแสไฟฟ้าขนาด 1 kWh			
ทดสอบในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	Start	End	Use (g)
15 kWh	7968.2	5032.7	2935.5
ดังนั้นที่ 1 kWh	ใช้ปริมาณน้ำมัน = 0.195 kg		

กระแสไฟฟ้า (kWh)	15 kWh ใช้ปริมาณขยะเชื้อเพลิง RDF-5	1 kWh ใช้ปริมาณขยะเชื้อเพลิง RDF-5
อัตราใช้เชื้อเพลิง RDF-5	[illegible]	

6.4 การวิเคราะห์ผลกระทบเชิงนิเวศตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตขยะเชื้อเพลิง RDF-5

จากการรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบและมลพิษที่เกิดขึ้นในการผลิตพลังงานจากการผลิตไฟฟ้าจากขยะทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต โปรแกรม SimaPro 7.1 การประเมินผลกระทบแบบ CML 2 baseline 2000 V2.04 และแบบ Eco Indicator 95 เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลแบบฝังกลบคิดจากหน่วยการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 kWh พบว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนโดยมีค่าเท่ากับ 0.153 kg CO2 eq และเมื่อเปรียบเทียบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบเทคโนโลยีหลุมฝังกลบ มีค่าผลกระทบเท่ากับ 1.703 kg CO2 eq ซึ่งมีผลกระทบสูงกว่าแบบเทคโนโลยีเชื้อเพลิงขยะ RDF-5

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบผลกระด้านสิ่งแวดล้อมแบบฝังกลบและแบบขยะเชื้อเพลิง RDF-5

เปรียบเทคโนโลยีแบบฝังกลบ และ แบบขยะเชื้อเพลิง **RDF-5**
ประเมินกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดย Eco Indicator 95

การผลิตไฟฟ้าจากขยะเชื้อเพลิง RDF-5 Impact category	หน่วย	ค่าผลกระทบ ต่อ 1 kwh
Global warming	kg CO_2	0.153
Ozone depletion	kg CFC11	8.98 E- 08
Acidification	kg SO_2	6.47 E- 05

การผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบ Impact category	หน่วย	ค่าผลกระทบ ต่อ 1 kwh
Global warming	kg CO_2	1.703
Ozone depletion	kg CFC11	3.19 E- 03
Acidification	kg SO_2	4.154 E- 03

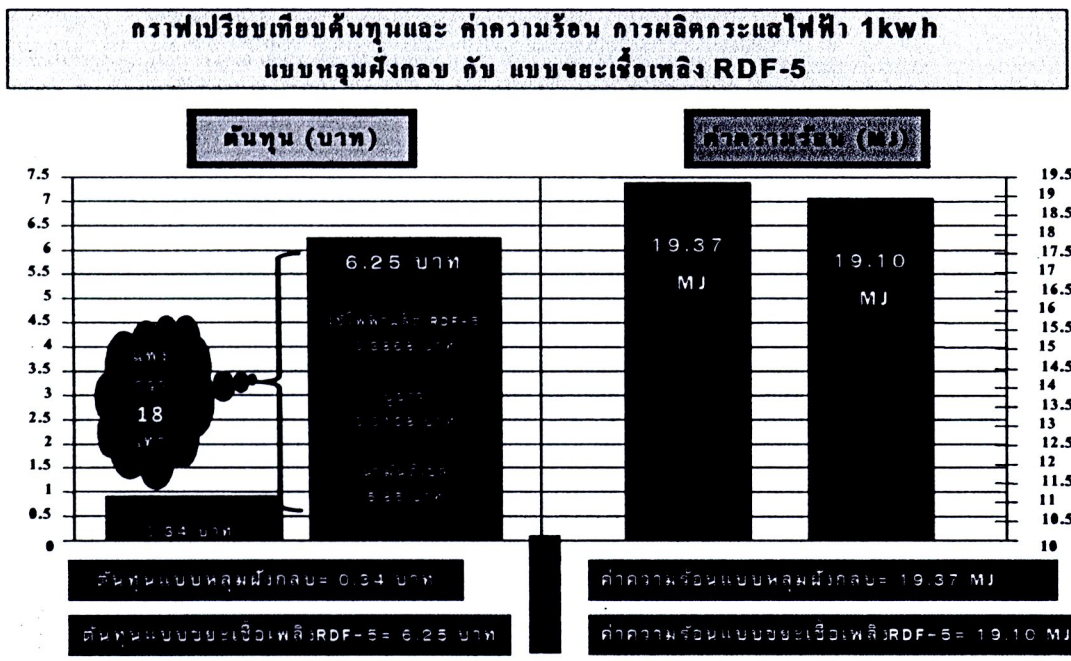
6.5 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จากขยะเชื้อเพลิง RDF-5

จากการประเมินต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเทคโนโลยีขยะเชื้อเพลิงRDF-5 พบว่า ขยะเชื้อเพลิง RDF-5 มีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าที่ 6.25 บาท/kWh และการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ มีต้นทุนถูกที่สุดคือ 0.34 บาท/kWhในส่วนของรายได้ในการทำขยะเชื้อเพลิง RDF-5 นั้นจะมีรายได้ สอง ส่วนหลักๆได้แก่

1. รายได้จากค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะเนื่องจากทางเทศบาลตำบลฟ้าฮ่ามนั้นได้เสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะโดยใช้หลักเกณฑ์ของเทศบัญญัติซึ่งหากตีเป็นราคาการกำจัดขยะจะตีเป็นราคาตันละ1,060 บาท โดยการกำจัดขยะนั้นจะกำจัดขยะในส่วนของ กระดาษ พลาสติก ไม้ เพื่อมาทำขยะเชื้อเพลิง RDF–5 และกำจัดขยะจำพวกเศษอาหารได้ซึ่งกำจัดโดยนำไปทำเป็นปุ๋ยชีวภาพซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณขยะได้มากยิ่งขึ้นประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะได้มากยิ่งขึ้น

2. รายได้จากการขายเชื้อเพลิง RDF 5 โดยทั่วไปนั้นขยะเชื้อเพลิง RDF 5 นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายโดยคิดราคาขายนั้นจะเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่ทั่วไปได้แก่ถ่านหิน และ ถ่านไม้ ซึ่งราคาจะกรณีใช้ขยะเชื้อเพลิง RDF – 5 ทดแทนถ่านหิน ซึ่งถ่านหินโดยบริษัท บ้านปู ขายในถ่านหินมีราคาเฉลี่ย 2.50 บาทต่อหนึ่งกิโลกรัม หรือราคาจำหน่าย 2,500 บาทต่อตัน โดยให้ค่าความร้อน 5600kcal/kg ซึ่งในการประเมินราคานั้นจะประเมินแตกต่างกันไปตามอัตราส่วนเนื่องจากแต่ละสัดส่วนของขยะเชื้อเพลิง RDF – 5 นั้นมีค่าความร้อนที่ได้จะไม่เท่ากัน

ตารางที่ 6.4 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh



6.6 สรุปผลการศึกษาวิจัยการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5

การผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 มีความเหมาะสมในการพัฒนาจัดการปัญหาขยะของเสียเทศบาลได้ในระดับหนึ่ง และเหมาะสำหรับส่งเสริม เพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งได้ หากชุมชนต่างๆ นั้นมีการนำขยะชุมชนมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะอัดแท่ง RDF-5 และยังสามารถลดปริมาณขยะชุมชน ลดต้นทุนด้านการจัดการขยะ นำกลับไปใช้เป็นเชื้อเพลิงด้านพลังงาน ร่วมถึงส่งผลดีให้กับด้านสิ่งแวดล้อมในสภาวะปัจจุบัน

ในการประเมินทั้งในส่วนของ ด้านศักยภาพในการผลิตพลังงาน ด้านต้นทุนการผลิตไฟฟ้า รวมถึงด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากการอ้างอิงแหล่งข้อมูลภายนอก ซึ่งในการดำเนินงานโครงการโรงไฟฟ้าจริง ข้อมูลต่าง ๆอาจมีค่าที่ไม่ตรงตามค่าจะเป็นที่ได้ประมาณการไว้ ดังนั้นจึงควรมีการเพิ่มในส่วนของการศึกษา เพื่อเป็นการทดสอบว่าเมื่อตัวแปรที่นำมาใช้ในการประมาณมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะทำให้ผลการประเมินเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยมีแนวทางในการปรับปรุงงานวิจัยเพื่อให้ผลงานวิจัยที่ออกมามีความสมบรูณ์มากขึ้นในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนของการประเมินศักยภาพในการผลิตพลังงาน ปริมาณของขยะที่รวบรวมได้อาจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากที่ได้ประมาณการไว้ โดยอาจเพิ่มขึ้นได้หากมีปริมาณนักท่องเที่ยว หรือประชากรแฝงที่เพิ่มมากขึ้น และหากว่าโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมีค่าจ้างในการกำจัดขยะที่ไม่สูงเกินไปนัก อาจเป็นสาเหตุให้หน่วยงานท้องถิ่นอื่น ๆ ซึ่งอยู่บริเวณข้างเคียงนำขยะในพื้นที่ของตนเองเพื่อให้โรงไฟฟ้ากำจัดให้ได้ ส่วนการลดลงของปริมาณขยะอาจเกิดขึ้นได้หากมีการรณรงค์ในการลดขยะ หรืออัตราการรีไซเคิลเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

2. ส่วนเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะเชื้อเพลิง RDF-5 นั้น ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้อาจเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากระบบที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านั้นสามารถขยายให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้เพื่อที่จะเหมาะสมกับ การลงทุนในการผลิต อีกทั้งปริมาณขยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

3. ส่วนการให้ความสำคัญที่มีการให้น้ำหนักกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก แต่หากมีการนำไปใช้งานจริงในชุมชน จำเป็นที่จะต้องพิจารณาเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากด้านพลังงานเศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เช่น ความยุ่งยากในการดำเนินงานของแต่ละเทคโนโลยี, ความเสถียรในการเดินระบบผลิตไฟฟ้า,การได้รับประโยชน์ของประชาชนในพื้นที่รวมถึงการยอมรับของชุมชน