

การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
Unit Cost Analysis of Integrated Solid Waste Sorting Plant  
at Suranaree University of Technology

ภัทรานิชฐ์ ปริญญากุลเสฏฐ์<sup>1\*</sup>  
Patranid Parinyakulset<sup>1\*</sup>

**บทคัดย่อ**

บทความนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยทำการเปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ด้วยกระบวนการนำขยะมาแปรรูปเป็นพลังงานเกิดผลพลอยได้ประเภทปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อเพลิงขยะ (Refuse-Derived Fuel, RDF) กับ ต้นทุนต่อหน่วยในการส่งขยะไปกำจัดภายนอกโดยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลการดำเนินงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2556 ถึง กันยายน 2559 (34 เดือน) เพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วย และประเมินข้อดีของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ผลการวิเคราะห์พบว่า ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรมีค่าเท่ากับ 1,838.14 บาทต่อตัน และต้นทุนต่อหน่วยในการส่งขยะไปฝังกลบภายนอก เท่ากับ 1,585.71 บาทต่อตัน ซึ่งต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรมีค่าสูงกว่า 252.43 บาทต่อตัน แต่การมีโรงจัดการขยะแบบครบวงจรภายในมหาวิทยาลัยช่วยส่งผลดีด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จำนวน 17,428.606 tCO<sub>2</sub>e หรือ 5.973 tCO<sub>2</sub>e/ตัน-ขยะรวม มีรายได้จากการดำเนินงาน และเป็นสถานที่สำหรับถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ชุมชนต่อไป

**คำสำคัญ:** โรงจัดการขยะแบบครบวงจร/ ต้นทุนแปรรูปขยะเป็นพลังงาน/ เชื้อเพลิงขยะ (Refuse-Derived Fuel (RDF)

**Abstract**

This article analyzed the Unit Cost of Integrated Solid waste Sorting Plant, Suranaree University of Technology. To compare the unit cost of Integrated Solid waste Sorting Plant by converting to organic fertilizer and refuse-derived fuel (RDF) with the unit cost of transporting waste to the outside by landfill in the sanitation of Nakhon Ratchasima Municipality, Nakhon Ratchasima. The period of studies was occurred during 2013, December to 2016, September (34 months) to analyze the unit cost and evaluate advantages of the Integrated Solid waste Sorting Plant on environmental and social. The results showed that, the unit cost of the Integrated Solid waste Sorting Plant was 1,838.14 TH baht per ton and the unit cost of transporting waste to the landfill was 1,585.71 TH baht per ton. The unit cost of the Integrated Solid waste Sorting Plant was higher than 252.43 TH baht per ton. However, having the Integrated Solid waste Sorting Plant in the university has both environmental and social benefits. It can reduce greenhouse gas emission about 17,428.606 tCO<sub>2</sub>e or 5.973 tCO<sub>2</sub>e per total of solid waste. Income from operations and a place for disseminate knowledge to the community.

**Keywords:** Bike Society/ Walk/ Sustainability/ Green University

<sup>1</sup> วิศวกร ส่วนอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<sup>1</sup> Engineering, Division of Building and Ground, Suranaree University of Technology

\* Corresponding author: chanid@sut.ac.th

### 1. บทนำ

ปัญหาขยะถือเป็นปัญหาสำคัญระดับประเทศ และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีจำนวนสถานที่กำจัดขยะที่ดำเนินการอย่างถูกต้อง จำนวน 448 แห่ง ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2557 จำนวน 32 แห่ง (480 แห่ง) เนื่องจากสถานที่กำจัดขยะที่ดำเนินการไม่ถูกต้องได้ถูกให้หยุดดำเนินการและให้ขนส่งขยะไปกำจัดยังสถานที่ที่กำจัดขยะถูกต้อง [1] โดยมีการจัดการแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลมากที่สุด ร้อยละ 90 รองลงมาคือ ระบบคัดแยกและหมักทำปุ๋ย ร้อยละ 5 และเตาเผาที่มีระบบกำจัดมลพิษ ร้อยละ 4 ตามลำดับ

การจัดการขยะของมหาวิทยาลัยในช่วงเริ่มต้นปี พ.ศ. 2536 ได้ส่งขยะไปกำจัดภายนอกโดยการฝังกลบ ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 มีการก่อสร้างศูนย์คัดแยกและแปรรูปขยะขึ้นเพื่อเป็นสถานที่กำจัดขยะโดยการเผาทำลายแต่ไม่สามารถกำจัดขยะได้ทั้งหมดสามารถกำจัดขยะได้เพียงร้อยละ 50 ของปริมาณขยะทั้งหมด และประสบปัญหาหมอกพิษทางอากาศตามมา ต่อมาในปีงบประมาณ 2556 มหาวิทยาลัยจึงได้ลงทุนก่อสร้างโรงจัดการขยะแบบครบวงจรขึ้นภายในมหาวิทยาลัยซึ่งใช้เงินลงทุนก่อสร้างที่ค่อนข้างสูงประมาณ 14 ล้านบาทและค่าดำเนินการ (ค่าแรงงานและค่าวัสดุ) ประมาณ 1.50 บาท/ปี โดยโรงจัดการขยะแบบครบวงจรนี้ใช้เทคโนโลยีเชิงกลชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment, MBT) ในการแปรรูปขยะเป็นพลังงานเกิดผลพลอยได้ประเภทปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) ซึ่งเทคโนโลยีนี้เป็นผลงานวิจัยของ

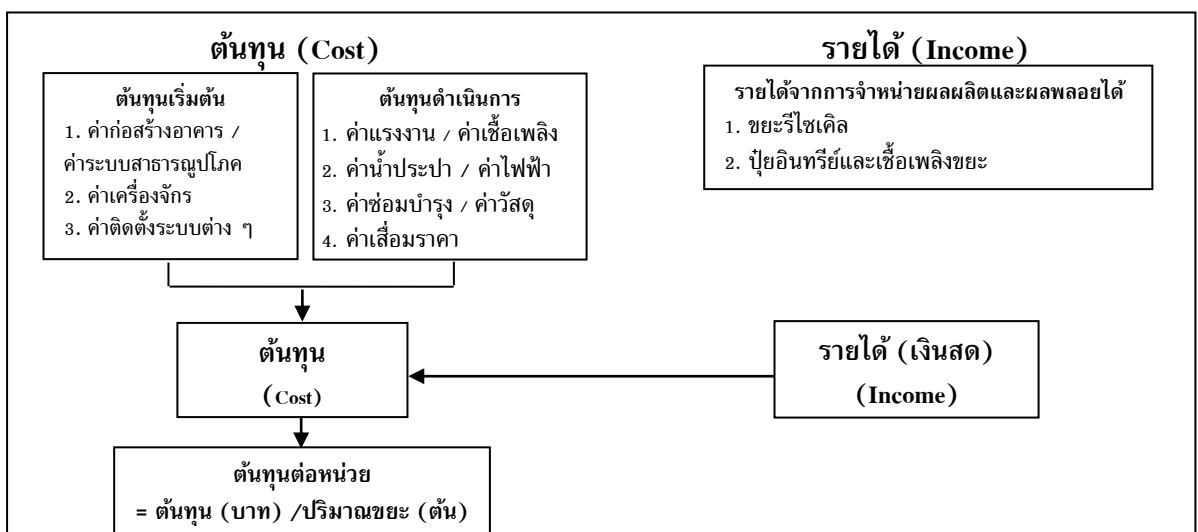
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระชัย ออาจหาญ อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เริ่มเปิดดำเนินการเมื่อเดือนธันวาคม 2556 และทำให้มีรายได้จากการจำหน่ายผลพลอยได้เพื่อเข้าสู่กองทุนสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง แต่จากงานดำเนินงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรยังไม่มีการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยที่แท้จริง และการประเมินข้อดีของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ดังนั้น การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงมีความจำเป็นและสำคัญยิ่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการโรงจัดการขยะแบบครบวงจรของมหาวิทยาลัยเพื่อให้เกิดความคุ้มค่า ตลอดจนเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจให้กับสถาบันอุดมศึกษาและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการก่อสร้างโรงจัดการขยะภายในพื้นที่ของตนเองต่อไป

### 2. วัสดุและวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยนำข้อมูลที่เป็นตัวเลขเพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึง 30 กันยายน 2559 (ตั้งแต่เปิดดำเนินการจนถึงสิ้นปีงบประมาณ 2559 รวมระยะเวลา 34 เดือน) เพื่อนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

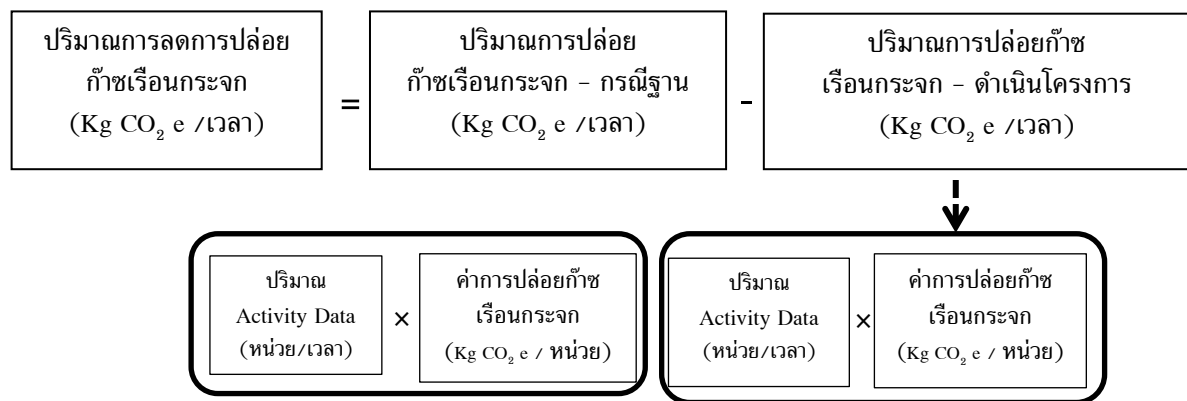
2.1 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ดำเนินการวิเคราะห์ต้นทุนของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ประกอบด้วยต้นทุน (Cost) และรายได้ (Income) [2] ดังภาพที่ 1



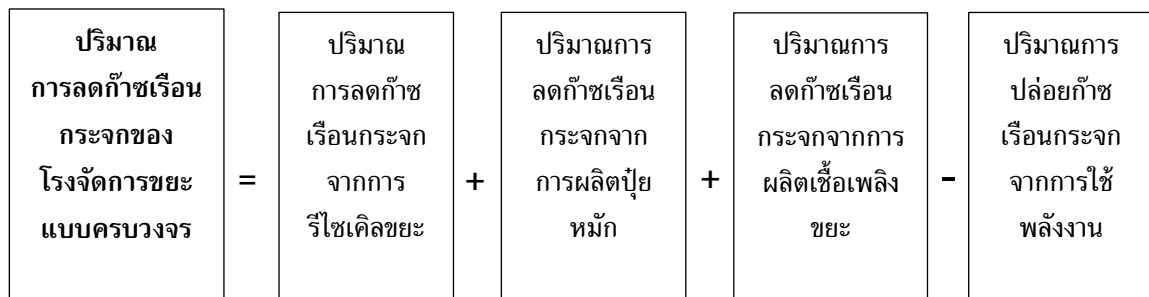
ภาพที่ 1 แผนผังการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

2.2 ประเมินข้อดีของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ประเมินข้อดีด้านสิ่งแวดล้อมโดยการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกตามโครงการ สนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ตามวิธีการขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [3] ดังภาพที่ 2

ในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ดำเนินการคำนวณเป็น 4 ส่วน คือ 1) การตัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล 2) การทำปุ๋ยหมัก 3) การผลิตเชื้อเพลิงขยะ และ 4) การใช้พลังงานในโรงจัดการขยะแบบครบวงจร โดยมีหลักการคำนวณดังภาพที่ 3 และดำเนินการประเมินข้อดีด้านสังคมทำการประเมินในเชิงพรรณนา



ภาพที่ 2 การคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร



ภาพที่ 3 การดำเนินการการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

### 3. ผลการวิจัย และอภิปรายผล

#### 3.1 กระบวนการแปรรูปขยะเป็นพลังงาน

เทคโนโลยีที่ใช้ คือ เทคโนโลยีเชิงกล-ชีวภาพ (Mechanical and Biological Treatment, MBT) หรือเทคโนโลยีการหมัก (Composting) โดยอาศัยการกลับกองขยะด้วยสกรูแนวตั้ง (Vertical Agitator) ซึ่งทำให้ขยะที่อยู่ด้านล่างมีโอกาสสัมผัสอากาศมากขึ้น เกิดการย่อยสลายได้มากขึ้น และลดการเกิดกลิ่นจากการ

หมักกระบวนการแปรรูปขยะเป็นพลังงานประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ระบบการตัดแยก 2) โรงบำบัดทางกลและชีวภาพ 3) ชุดเครื่องร่อนและ 4) เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงขยะ [4]

จากกระบวนการทำให้เกิดผลพลอยได้ คือ 1) ปุ๋ยอินทรีย์ 2) วัสดุปรับปรุงดิน 3) เชื้อเพลิงขยะ (RDF) และ 4) ขยะรีไซเคิล (จากกระบวนการตัดแยก) ดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6



ภาพที่ 4 โรงจัดการขยะแบบครบวงจร



ภาพที่ 5 ระบบสายพานลำเลียงของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร



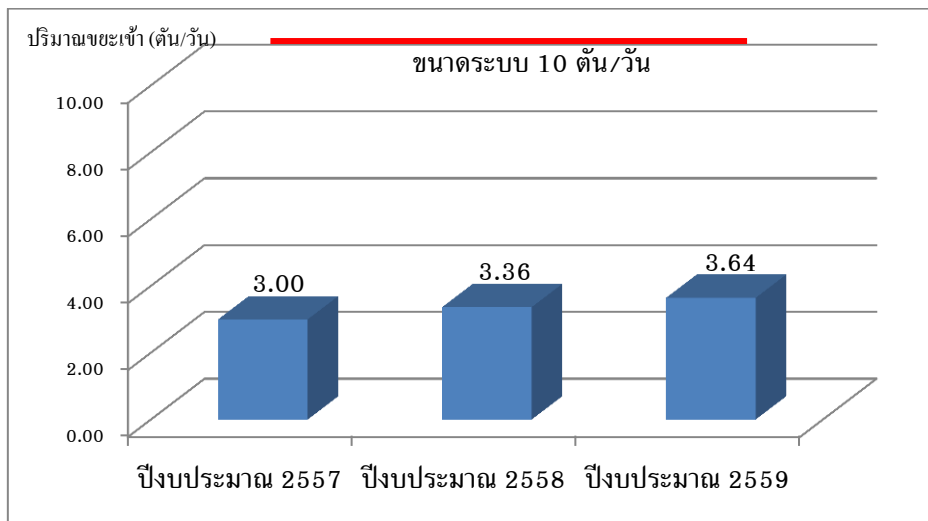
ภาพที่ 6 ผลพลอยได้จากโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

3.2 ปริมาณการจัดการขยะของมหาวิทยาลัย

ปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยมีปริมาณขยะเข้าโรงจัดการขยะแบบครบวงจร จำนวน 3.64 ตันต่อวัน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้น และการขยายตัวของมหาวิทยาลัย โดยโรงจัดการขยะแบบครบวงจรมีขนาด 10 ตันต่อวัน และได้ถูกออกแบบไว้สำหรับรองรับขยะของมหาวิทยาลัยในอนาคต ดังภาพที่ 7

3.3 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน

เทคโนโลยีในการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน ซึ่งมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่นไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ปริมาณขยะมูลฝอย ลักษณะขยะมูลฝอย ลักษณะพื้นที่ ตลอดจนนโยบายในการจัดการขยะมูลฝอยของแต่ละท้องถิ่น [5] ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้คัดเลือกเทคโนโลยีแก๊สเชื้อเพลิงขยะ เนื่องจากใช้พื้นที่น้อย ไม่มีปัญหามลพิษ และมีแหล่งรับซื้อเชื้อเพลิงขยะ (RDF) จากกระบวนการแปรรูปขยะ ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 7 ปริมาณขยะเข้าโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อด้อย ของเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน

เทคโนโลยี	ข้อดี	ข้อด้อย
1. เตาเผา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำจัดขยะมูลฝอยได้หลากหลาย</li> <li>- สามารถนำพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้ไปใช้ประโยชน์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องมีระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ และระบบบำบัดน้ำเสียรองรับ</li> <li>- ราคาการลงทุนและค่าดำเนินการสูง</li> </ul>
2. แก๊สเชื้อเพลิงขยะ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้แก๊สเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อน</li> <li>- ใช้พื้นที่น้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องมีระบบคอยรองรับเพื่อนำแก๊สเชื้อเพลิงขยะที่ได้ไปใช้ประโยชน์</li> </ul>
<b>3. การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน</b>		
3.1 จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้พื้นที่จำนวนมากในการฝังกลบ</li> </ul>
3.2 การคัดแยกเฉพาะขยะอินทรีย์และนำไปหมักในถังหมัก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถหมักร่วมกับของเสียอินทรีย์ประเภทอื่น เช่น วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และมูลสัตว์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สามารถย่อยสลายขยะมูลฝอยบางประเภท</li> <li>- ค่าก่อสร้างสูง และเป็นระบบที่มีกลิ่น</li> <li>- ต้องมีระบบป้องกันการระเบิด</li> </ul>

เทคโนโลยี	ข้อดี	ข้อด้อย
4. การแปรรูปขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำจัดขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกซึ่งย่อยสลายได้ยาก</li> <li>- สามารถผลิตเป็นน้ำมันที่นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงต้นได้ดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำจัดขยะมูลฝอยได้เฉพาะพลาสติก</li> <li>- ค่าก่อสร้างระบบสูง</li> <li>- ต้องดูแลความปลอดภัยในการผลิตเป็นอย่างดี</li> </ul>
5. เทคโนโลยีพลาสติกมวลอาร์ค	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีประสิทธิภาพในการกำจัดสูง</li> <li>- กำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ราคาค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการสูงมาก</li> </ul>

ที่มา : คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน และเทคโนโลยีการแปรรูปมูลฝอยให้เป็นพลังงานสำหรับท้องถิ่น. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2554

3.4 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างอาคาร ค่าปรับปรุงถนน ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง รวมถึงระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบประปา และระบบสื่อสาร เป็นต้น รวมเป็นเงินลงทุนเริ่มต้นทั้งสิ้น 13.69 ล้านบาท ดังตารางที่ 2

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานภายในโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ประกอบด้วย ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ และค่าเสื่อมราคา (จากการลงทุนก่อสร้างอาคารและค่าเครื่องจักรในการลงทุนเริ่มต้น) โดยเฉลี่ย 189,159.05 บาทต่อเดือน หรือ 2,222.35 บาทต่อตัน โดยค่าใช้จ่ายประเภทค่าแรงงาน มีค่าสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 44.28 ดังตารางที่ 3

3.5 รายได้ของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร  
โรงจัดการขยะแบบครบวงจรมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตและผลพลอยได้เฉลี่ย 34,709.21 บาทต่อเดือน หรือ คิดเป็น 407.78 บาทต่อตัน-ขยะ โดยมีรายได้จากการจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะมีค่าสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 48.61 ของรายได้ทั้งหมด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ลำดับ	รายการ	งบประมาณ (บาท)
1	ก่อสร้างโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ระยะที่ 1	
	- ค่าก่อสร้างอาคารโรงจัดการขยะ/อาคารสำนักงาน	5,990,000
	- ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์/ระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ	4,000,000
2	ก่อสร้างโรงจัดการขยะแบบครบวงจร ระยะที่ 2	
	- ค่าก่อสร้างอาคารเก็บผลผลิตและผลพลอยได้	1,140,000
	- ค่าติดตั้งระบบสื่อสาร	760,000
3	ปรับปรุงถนน	600,000
4	รถตักขยะ (ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล)	1,200,000
	<b>รวม</b>	<b>13,690,000</b>

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ปีงบประมาณ	ปริมาณขยะ (ตัน/เดือน)	ค่าใช้จ่าย (บาท/เดือน)			
		ค่าแรงงาน	ค่าวัสดุ	ค่าเสื่อมราคา	รวม
2557 (ธ.ค.56-ก.ย.59)	73.23	77,930.22	7,460.96	62,550.00	177,941.18
2558 (ต.ค.57-ก.ย.59)	87.43	86,473.10	7,756.60	62,550.00	186,779.70
2559 (ต.ค.58-ก.ย.59)	94.69	86,860.45	3,345.83	62,550.00	202,756.28
เฉลี่ย	85.12	83,754.59	2,854.46	62,550.00	189,159.05
ร้อยละ		44.28	22.66	33.07	100.00
ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท/ตัน)		984.00	503.48	734.87	2,222.35

หมายเหตุ: ค่าแรง : ค่าจ้างแรงงาน/ค่าจ้าง รปภ./เงินเดือนพนักงานของมหาวิทยาลัย

ค่าวัสดุ : ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง / ค่าไฟฟ้า/ค่าน้ำประปา/ค่าวัสดุซ่อมบำรุง

ค่าเสื่อมราคา : ค่าเสื่อมราคาอาคาร (ร้อยละ 2 ต่อปี) และเครื่องจักร (ร้อยละ 10 ต่อปี)

ไม่คิดมูลค่าที่ดิน เนื่องจากมหาวิทยาลัยได้รับจัดสรรให้ใช้พื้นที่จากกรมป่าไม้

ตารางที่ 4 รายได้ของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ปีงบประมาณ	ปริมาณขยะ (ตัน/เดือน)	รายได้ (บาท/เดือน)			รวม
		วัสดุรีไซเคิล	ปุ๋ยอินทรีย์	เชื้อเพลิงขยะ	
2557 (ธ.ค.56-ก.ย.59)	73.23	6,975.24	8,350.39	7,512.00	22,837.63
2558 (ต.ค.57-ก.ย.59)	87.43	6,917.18	9,649.50	9,349.50	25,916.18
2559 (ต.ค.58-ก.ย.59)	94.69	10,522.00	11,099.33	33,752.50	55,373.83
เฉลี่ย	85.12	8,138.14	9,699.74	16,871.33	34,709.21
ร้อยละ		23.45	27.95	48.61	100.00
รายได้ต่อหน่วย (บาท/ตัน)		95.61	113.96	198.21	407.78

### 3.6 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรตั้งเริ่มดำเนินงานจนถึงสิ้นปีงบประมาณ 2559 เป็นระยะเวลา 34 เดือน (ธันวาคม 56 ถึง กันยายน 59) มีปริมาณขยะเฉลี่ย 85.12 ตัน/เดือน มีค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงานเฉลี่ย 189,159.05 บาท/เดือน (ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ ค่าเสื่อมราคา) และมีรายได้เฉลี่ย 34,709.21 บาท/เดือน และคิดเป็นต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มีค่าเฉลี่ย 1,838.14 บาท/ตัน โดยแนวโน้มต้นทุนต่อหน่วยในแต่ละปีงบประมาณพบว่า มีค่าลดลงจากช่วงเริ่มต้นดำเนินการ (ปีงบประมาณ 2557) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงปีงบประมาณ 2559 มีการ

บริหารจัดการโรงจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการจำหน่ายผลพลอยได้สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้น ดังตารางที่ 4

ทั้งนี้ หากนำต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจรเปรียบเทียบกับต้นทุนการส่งขยะไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลนครนครราชสีมา (การกำจัดขยะแบบเดิม) มีค่าสูงกว่า 252.43 บาท/ตัน แต่มีค่าต่ำกว่าต้นทุนจากงานวิจัยของ ศรีสกุล แก้วกระจ่าง (2550) และวีรชัย อัจหาญ (2553) เท่ากับ 861.86 บาท/ตัน และ 586.86 บาท/ตัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6

3.7 ประเมินข้อดีของการมีโรงจัดการขยะแบบครบวงจร การมีโรงจัดการขยะแบบครบวงจรภายในมหาวิทยาลัยส่งผลดีในด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ดังนี้

### ลดปัญหาวิกฤติสถานที่ฝังกลบขยะ

โรงจัดการขยะแบบครบวงจร สามารถนำขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมดของมหาวิทยาลัยมาดำเนินการแปรรูปเป็นพลังงาน ได้ร้อยละ 99.95 มีเพียงร้อยละ 0.05 ซึ่งเป็นขยะอันตรายประเภท หลอดไฟฟ้า ถ่านไฟฉายและแบตเตอรี่ที่ต้องส่งกำจัดหน่วยงานภายนอกการจัดการขยะได้เองภายในมหาวิทยาลัยช่วยลดปัญหาวิกฤติสถานที่ฝังกลบขยะได้อีกทางหนึ่ง ดังภาพที่ 8

### การนำรายได้ไปใช้ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

การแปรรูปขยะเป็นพลังงานทำให้เกิดผลพลอยได้ประเภทปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อเพลิงขยะสามารถจำหน่ายเป็นรายได้เข้ากองทุนสิ่งแวดล้อม สะสมจำนวน 1.24 ล้านบาท และนำไปจัดสรรทุนในการทำวิจัยโครงการ และกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 จำนวน 9 ทุน รวมเป็นเงินสนับสนุน 398,000 บาท ดังตารางที่ 7

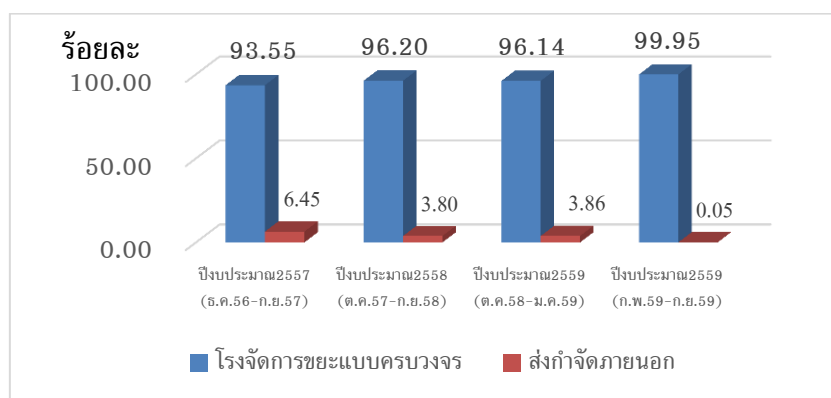
ตารางที่ 5 ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร

ลำดับ	รายการ	ต้นทุน (บาท/ตัน)			
		ปีงบประมาณ 2557	ปีงบประมาณ 2558	ปีงบประมาณ 2559	เฉลี่ย
1	ค่าแรง (ค่าแรงงาน/เงินเดือน)	1,064.18	989.06	917.31	990.18
2	ค่าวัสดุ (ค่าสาธารณูปโภค/ค่าวัสดุอุปกรณ์)	511.55	431.85	563.37	502.26
3	ค่าลงทุน (ค่าเสื่อมราคา)	854.16	715.43	660.58	743.39
4	รายได้จากการจำหน่ายผลพลอยได้	311.86	296.42	584.79	397.69
ค่าใช้จ่าย (1+2+3-4)		2,118.03	1,839.91	1,556.47	1,838.14

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยของการจัดการขยะแบบต่าง ๆ

ลำดับ	รายการ	ต้นทุน (บาท/ตัน)
1	การแปรรูปขยะเป็นพลังงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	1,838.14
2	การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลของเทศบาลนครนครราชสีมา	1,585.71
3	งานวิจัย - การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) <sup>1</sup> [3]	2,700.00
4	งานวิจัย - การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) <sup>2</sup> [6]	2,425.00

ที่มา [4],[6]



ภาพที่ 8 สัดส่วนการจัดการขยะมูลฝอย



### ผลการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากผลการประเมินปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงจัดการขยะ ในช่วงระยะเวลา ค.ศ.56 - ค.ศ.59 (34 เดือน) ตามแนวทางการประเมินของโครงการ LESS สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ จำนวน 17,428.606 tCO<sub>2</sub>e หรือ 5.973 tCO<sub>2</sub>e/ตัน-ขยะรวม ดังตารางที่ 8

#### การถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ชุมชน

โรงจัดการขยะแบบครบวงจรของมหาวิทยาลัย เป็นแหล่งศึกษาดูงานทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน และในช่วงปีงบประมาณ 2558 -2559 มีการเผยแพร่

เทคโนโลยีไปยังหน่วยงานภายนอกอย่างแพร่หลาย จำนวน 31 หน่วยงาน

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร พบว่ามีค่าสูงกว่าการส่งขยะไปฝังกลบภายนอก เท่ากับ 252.43 บาทต่อตัน แต่หากนำผลดีด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมมาพิจารณา ร่วมด้วย การมีโรงจัดการขยะแบบครบวงจรภายในมหาวิทยาลัยจึงมีความเหมาะสมและเป็นกรณีศึกษา ให้กับหน่วยงานภายนอกเพื่อประกอบการตัดสินใจ ก่อสร้างโรงจัดการขยะในพื้นที่ของตนเองต่อไป

ตารางที่ 7 ทุนสนับสนุนงานวิจัย และกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ประจำปีงบประมาณ 2558-2559

ลำดับ	ชื่องานวิจัย โครงการ กิจกรรม	ทุน (บาท)
1	งานวิจัย เรื่อง สังคมพืชและชีพลักษณ์ของพืชเด่นบางชนิดในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ในพื้นที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และในตำบลสุรนารี	87,000
2	โครงการสำรวจด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของอาคาร บรรณสารและสื่อการศึกษา เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการเข้าเกณฑ์อาคารเขียว	20,000
3	โครงการสำนักงานสีเขียว (Green Office) อาคารอเนกประสงค์ 1	20,000
4	โครงการสำนักงานสีเขียว (Green Office) อาคารบรรณสาร	20,000
5	กิจกรรม วันสิ่งแวดล้อมโลก (World Environment Day)	26,000
6	กิจกรรมวันสำนักงานสีเขียว (Green office Day)	10,000
7	กิจกรรมปั่นเพื่อยา @SUT	15,000
8	งานวิจัย กังหันลมประสิทธิภาพสูงชนิดใบพัดเดี่ยว	100,000
9	สิ่งประดิษฐ์ การออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับลดขนาดกระป๋องอลูมิเนียม แบบอัตโนมัติ	100,000
<b>รวม</b>		<b>398,000</b>

ตารางที่ 8 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ลำดับ	รายการ	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (tCO <sub>2</sub> e)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีดำเนินโครงการ (tCO <sub>2</sub> e)	ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (KgtCO <sub>2</sub> e)
1	การรีไซเคิล	150.702	73.512	77.190
2	การผลิตปุ๋ยหมัก	17,078.321	123.181	16,955.140
3	การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF)	987.432	477.197	510.235
4	การใช้พลังงาน	-	113.959	-113.959
<b>รวม</b>		<b>18,216.455</b>	<b>787.849</b>	<b>17,428.606</b>

#### 4. เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

1. กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558. กรุงเทพฯ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2558.
2. ขวัญกมล ดอนขวา. การวิเคราะห์ธุรกิจเกษตร. นครราชสีมา: สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2557.
3. องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2559]. เข้าถึงได้จาก <http://less.tgo.or.th>
4. วีรชัย อัจฉาญ. การศึกษาแนวทางการบริหารจัดการขยะชุมชนเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนแบบครบวงจร (ระดับชุมชน). รายงานวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ; 2553.
5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน และเทคโนโลยีการแปรรูปมูลฝอยให้เป็นพลังงานสำหรับท้องถิ่น; 2554.
6. ศรีสกุล แก้วกระจ่าง. การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงพลังงานจากขยะชุมชนด้วยวิธีเชิงกลชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2550.