การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยในเขตเมืองยโสธร

วิทยานิพนธ์

ของ

สหรัฐ เสงี่ยมวิบูล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
กันยายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยในเขตเมืองยโสธร

วิทยานิพนธ์

ของ

สหรัฐ เสงี่ยมวิบูล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

กันยายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Cost-Benefit Analysis of Investment in Solid Waste Power Plant Project for Yasothon City

Saharat Sangiamwibun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Engineering (Electrical and Computer Engineering)

September 2021

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายสหรัฐ เสงี่ยมวิบูล แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. อนันต์ เครือทรัพย์ถาวร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. ชลธี โพธิ์ทอง)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ. ดร. เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)	(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยในเขตเมืองยโสธร
ผู้วิจัย สหรัฐ เสงี่ยมวิบูล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2564

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิเคราะห์ ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยในเขตเมืองยโสธร โดยการนำขยะมาแปรรูปเป็นพลังงานโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ และเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในการลงทุน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบเทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดขยะเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าในการลงทุน จึงเลือกรูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ ขนาด 1.5 MW ซึ่งมีกำลังการผลิต 5 ตันต่อชั่วโมง ต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง 269,702,250 บาท และค่าการดำเนินงานและบุคลากรตลอดอายุโครงการทั้งสิ้น 1,646,000 บาท และเทศบาลยโสธรจะมีรายได้หลังหักภาษีจากการจำหน่ายไฟฟ้าตลอดอายุโครงการทั้งสิ้น 753,840,000 บาท ทั้งนี้ได้ประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะมูลฝอย พบว่ามีมูลค่าปัจจุบันของโครงการ (NPV) เท่ากับ 54,407,335 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์ และมีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 7 ปี แสดงว่าโครงการโรงสร้างไฟฟ้าพลังงานจากขยะมูลฝอย มีความน่าลงทุนในโครงการ

คำสำคัญ : การจัดการขยะชุมชน, โรงไฟฟ้าจากขยะ, เขตเทศบาลเมืองยโสธร

TITLE The Cost-Benefit Analysis of Investment in Solid Waste Power Plant Project for Yasothon City

AUTHOR Saharat Sangiamwibun

ADVISORS Associate Professor Worawat Sa-Ngiamvibool , Ph.D.

DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Electrical and Computer Engineering

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2021

ABSTRACT

The objective of this study the cost and benefits of investing in a solid waste power plant project in Yasothon. By converting waste into energy by using various technologies and to analyze the economic value of investment, the researcher studied the technology model used in waste disposal to obtain a return on investment. Therefore, a 1.5 MW waste-to-energy power plant with a capacity of 5 tons per hour was chosen. The cost of construction is 269,702,250 baht, and the total cost of operation and personnel over the project life is 1,646,000 baht, and Yasothon municipality will have income after tax from selling electricity throughout the project life of 753,840,000 baht. The economics of building a power plant from solid waste It was found that the project's present value (NPV) was 54,407, 335 baht has an internal project rate of return (IRR) of 13% and a payback period (PB) of 7 years, indicating that the waste power plant project It is worth investing in the project.

Keyword : Waste management, Power plant from waste, Yasothon Municipality

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้อย่างสมบูรณ์เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูลอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่เสียสละเวลาในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องพร้อมทั้งให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์แก่ปริญญานิพนธ์นี้อย่างมากและขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ เครือทรัพย์ถาวรและ รองศาสตราจารย์ ดร.ชลธี โพธิ์ทองและ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์ ที่ให้เกียรติมาเป็นคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุดและห้องคอมพิวเตอร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ และให้ยืมหนังสือในการค้นหาข้อมูลขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ได้ให้ความสะดวกในสถานที่ เพื่อประกอบการทำงานวิจัยในครั้งนี้

กราบขอขอบพระคุณบิดา มารดา ขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำที่ดีเสมอมาและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หากเนื้อหาหรือข้อมูลของปริญญานิพนธ์เป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจศึกษาและผู้ทำวิจัยท่านอื่นๆ แล้วคณะผู้จัดทำขอยกความดีให้แก่บุคคลที่กล่าวมาข้างต้น

สหรัฐ เสงี่ยมวิบูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตการศึกษา 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ขยะ (Waste) 5

2.1.1 ความหมายของขยะ 5

2.1.2 ประเภทขยะในเขตเทศบาลเมืองยโสธร 7

2.2 การผลิตไฟฟ้าจากขยะ 8

2.2.1 เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) 9

2.2.2 เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) 15

2.2.3 เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy) 18

2.2.4 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) 22

2.2.5 เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) 26
2.2.6 เทคโนโลยีลาสม่าอาร์ค (Plasma Arc) 27
2.2.7 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน (MSW Gasificatio) 28
2.3 การวิเคราะห์ต้นทุน 33
2.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 33
2.3.2 ระยะคืนทุน 35
2.4 การศึกษาผลประโยชน์ของการลงทุนของโครงการ 35
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
2.5.1 ในประเทศ 36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40
3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลกรณีศึกษา 40
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 42
3.3 แนวทางและวิธีการศึกษา 44
บทที่ 4 ผลการวิจัย 45
4.1 การเก็บข้อมูลปริมาณขยะและทางเลือกการจัดการขยะ 45
4.2 องค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชน 45
4.3 ค่าความร้อนขั้นสูง (Higher Heating Value: HHV) 46
4.4 ค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV) 47
4.5 เกณฑ์การพิจารณา 47
4.6 การคำนวณหาค่าความร้อนขั้นสูง (Higher Heating Value: HHV) 47
4.7 การคำนวณหาค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV) 51
4.8 เทคโนโลยีของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ 52
4.9 ต้นทุนของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอย 53
4.10 รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า 57

4.11 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ 59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 61
5.1 สรุปผลการศึกษา 61
5.2 ข้อเสนอแนะ 62
บรรณานุกรม 63
ประวัติผู้เขียน 66

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียเตาเผาแบบตะกรับ [2]..... 12

ตาราง 2 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียเตาเผาแบบหมุน [2] 13

ตาราง 3 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียเตาเผาฟลูอิดไดส์เบด [2] 14

ตาราง 4 เชื้อเพลิง [2] 24

ตาราง 5 รายชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่สถานที่กาจัดขยะ มูลฝอยของเทศบาลเมืองยโสธร [3] 41

ตาราง 6 การสนับสนุนงบประมาณเพื่อการดาเนินการจัดการขยะมูลฝอย เทศบาลเมืองยโสธร [4]. 42

ตาราง 7 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชน [1] 45

ตาราง 8 ผลการคำนวณองค์ประกอบทางเคมีและค่า HHV ของขยะมูลฝอยจากเทศบาลยโสธร 51

ตาราง 9 ขนาดของระบบผลิตพลังงาน และกำลังการผลิตไฟฟ้า [2]..... 53

ตาราง 10 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานภายนอกอาคาร 53

ตาราง 11 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานก่อสร้างอาคาร..... 54

ตาราง 12 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้าและบ่อน้ำ 55

ตาราง 13 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานระบบเฉพาะ 55

ตาราง 14 ต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ (บุคลากร) 55

ตาราง 15 ชั่วโมงการทำงาน (8:00 – 12:00, 13:00 – 17:00, 18:00 – 20:00)..... 57

ตาราง 16 อัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ FiT สำหรับโครงการ VSPP กลุ่มพลังงานชีวภาพ (2558) [1] 58

ตาราง 17 รายจ่ายของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ ขนาด 1.5 MW..... 59

ตาราง 18 รายรับของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ ขนาด 1.5 MW 59

ตาราง 19 วิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์..... 60

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ขยะต่างๆ [10] 5

ภาพประกอบ 2 เตาเผาขยะ (Incineration) [2] 9

ภาพประกอบ 3 เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker-Fired or grate-Fired Incinerator) [2] 11

ภาพประกอบ 4 ตะกรับ [2] 12

ภาพประกอบ 5 เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) [2] 13

ภาพประกอบ 6 เตาเผาฟลูอิดไดส์เบด (Fluidized Bed Incinerator) [2] 14

ภาพประกอบ 7 เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Controlled-Air Incinerator) [2] 15

ภาพประกอบ 8 เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) [2] 15

ภาพประกอบ 9 แสดงขั้นตอนการสร้างก๊าซชีวภาพจากแหล่งสารอินทรีย์คาร์บอนต่างๆ [2] 17

ภาพประกอบ 10 แผนผังแสดงระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศรูปแบบต่างๆ [2] 17

ภาพประกอบ 11 เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy) [2] 18

ภาพประกอบ 12 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) [2] 22

ภาพประกอบ 13 เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) [2] 26

ภาพประกอบ 14 เทคโนโลยีพลาสม่าอาร์ค (Plama Arc) [2] 27

ภาพประกอบ 15 เตาเผาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงขยะชุมชน [2] 28

ภาพประกอบ 16 Downdraft Gasifier [2] 30

ภาพประกอบ 17 Fluid Bed Gasifier [2] 31

ภาพประกอบ 18 Entraned Bed Gasifier [2] 32

ภาพประกอบ 19 กรอบแนวคิดการวิจัย 44

ภาพประกอบ 20 รูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ [5] 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานไฟฟ้าจัดเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานทั่วโลกมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในด้านต่างๆเช่นภาคประชาชนพลังงานไฟฟ้าทำหน้าที่ให้แสงสว่างทั่วทั้งประเทศภาคอุตสาหกรรมใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตเพื่อขับเคลื่อนเครื่องจักรรวมทั้งใช้แสงสว่างด้วยภาครัฐใช้พลังงานไฟฟ้าในการวางรากฐานทางด้านสาธารณูปโภคต่างๆดังนั้นความสำคัญของพลังงานไฟฟ้ามีผลและเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาพื้นฐานต่างๆของประเทศดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนา ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบันใช้ก๊าซธรรมชาติอันดับสองคือลิกไนต์พลังน้ำน้ำมันพลังงานทดแทนตามลำดับรวมไปถึงการนำเข้าพลังงานอีกด้วยโดยสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศพ.ศ. 2563มีการใช้ก๊าซธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 58.69 ถ่านหิน (รวมลิกไนต์)คิดเป็นร้อยละ23.92 พลังงานหมุนเวียน (พลังน้ำ,อื่นๆ)คิดเป็นร้อยละ 15.65 น้ำมันเตาคิดเป็นร้อยละ0.30น้ำมันดีเซลคิดเป็นร้อยละ0.10และ อื่นๆ (สปป.ลาว,มาเลเซีย,ลำตะคองชลภาวัฒนา)คิดเป็นร้อยละ1.34 ในการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 2 ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยมาก ถ้าเปรียบเทียบกับแหล่งเชื้อเพลิงหลักในการนำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีทรัพยากรบางส่วนที่จะนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งต่างๆแต่ก็ไม่มากพอกับความต้องการใช้พลังงานของคนในประเทศดังนั้นจึงต้องนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้านประเทศไทยได้นำเข้าไฟฟ้าจาก สปป. ลาวโครงการน้ำเทิน-หินบุน 187 เมกะวัตต์โครงการห้วยเฮาะ 126 เมกะวัตต์ไฟฟ้าแลกเปลี่ยนกับมาเลเซีย 330 เมกะวัตต์มีการคาดการณ์ในอนาคตอันใกล้นี้จะเกิดภาวะขาดแคลนพลังงานปัจจุบันประเทศไทยได้นำเข้าน้ำมันเฉลี่ย 0.87 ล้านบาร์เรลต่อวันเนื่องจากปัญหาวิกฤตการณ์ด้านพลังงานดังกล่าวบทบาทของพลังงานทดแทนจึงมีความสำคัญทำให้ทั่วโลกเห็นความสำคัญกับปัญหาการขาดแคลนพลังงาน [8]

สืบเนื่องจากการวิกฤตการณ์ด้านพลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำลายขยะส่งผลให้มีความสนใจฝนการนำขยะมาเป็นเชื้อเพลิง โดย ขยะ (Waste) หมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเน่าเปื่อยหรือไม่ก็ตามรวมตลอดถึง เถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือนที่พักอาศัย สถานที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาด และโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระ และปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูลวิธีจัดเก็บและ

กำจัดแตกต่างไป ประเภทของขยะจำแนกประเภทได้ดังนี้ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น เศษไม้ใบหญ้า พลาสติกกระดาษฯลฯ และขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ เศษโลหะ เหล็ก แก้ว กระเบื้อง ฯลฯ และขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นพิษหรือขยะมูลฝอยทั่วไป ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดจาบ้านเรือน ร้านค้า เช่น พวกเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เปลือกและใบไม้ เป็นต้น และขยะมูลฝอยที่เป็นพิษซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้แก่ ของเสียที่มีส่วนประกอบของสารอันตรายหรือของเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือติดไฟง่ายหรือมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ เช่น ซาก ถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ สารเคมี สำลี และผ้าพันแผลจากโรงพยาบาล โดยเฉพาะในเขตเทศบาลเมืองยโสธรที่มีปริมาณของขยะที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าจากขยะจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาที่ยั่งยืน

การผลิตไฟฟ้าจากขยะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งเป็นปัญหาของประเทศที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการลดลงของแหล่งทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตพลังงานได้อีกด้วย ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานไฟฟ้ามี ดังนี้เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy)เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) เทคโนโลยีลาสม่าอาร์ค (Plasma Arc)และเทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน (MSW Gasificatio) อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าจากขยะจำเป็นต้องการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ ซึ่งผลจาการศึกษานี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจว่าการลงทุนในโครงการจะคุ้มค่าหรือไม่นั้น ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุน โดยเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนสามารถทำได้โดยอาศัยเครื่องมือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) และอัตราคิดลด (Discount Rate) ซึ่งอัตราคิดลด คืออัตราที่นำมาใช้เพื่อปรับมูลค่าของเงินทั้งในรูปของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ในแต่ละช่วงเวลาให้อยู่มีมูลค่าอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันก่อนที่จะมีการเปรียบเทียบหรือวิเคราะห์โครงการ และระยะคืนทุน (Payback period) คือจำนวนปีที่กิจการจะได้รับเงินที่ลงทุนเริ่มแรกของโครงการกลับคืนมากล่าวอีกนัยหนึ่งคือระยะเวลาที่กระแสเงินสดสะสม (Cumulative cash flows) ของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก/ ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปีวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ จึงมีเป้าประสงค์ในการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ ของ โครงการผลิตไฟฟ้าจาก ขยะ เพื่อใช้เป็นข้อมูล ปีการศึกษา และ

ประกอบการตัดสินใจ ในการ ใช้ ขยะ เป็นพลังงาน เป็นพลังงานทดแทน ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าทดแทน การใช้ก๊าซธรรมชาติ

ดังที่กล่าวมาแล้วข้องต้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนของโครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะในเขตเทศบาลยโสธร เพื่อทราบวิธีการหาต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะและระยะเวลาคืนทุนจากการใช้พลังงานจากขยะในการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีต่างๆรวมถึงเพื่อเป็นแนวทางในการใช้พลังงานจากขยะในอนาคตรวมถึงพลังงานทดแทนอื่นๆ จนไปสู่การจัดการพลังงานอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะโดยการนำขยะมาแปรรูปเป็นพลังงานโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ และเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้จะศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะในเขตเทศบาลของจังหวัดยโสธร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบวิธีการหาต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะและระยะเวลาคืนทุนจากการใช้พลังงานจากขยะในการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีต่างๆ
1.4.2 เพื่อเป็นแนวทางในการใช้พลังงานจากขยะในอนาคตรวมถึงพลังงานทดแทนอื่นๆจนไปสู่การจัดการพลังงานอย่างยั่งยืน

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

1.5.1 พลังงานทดแทน (Renewable energy) หมายถึงพลังงานที่นามาใช้แทนน้ามันเชื้อเพลิง

แบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภทคือพลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปอาจเรียกว่าพลังงานสิ้นเปลืองได้แก่ถ่านหินก๊าซธรรมชาตินิวเคลียร์หินน้ำมันและทรายน้ำมันเป็นต้นและพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถหมุนเวียนใช้ได้อีกเรียกว่าพลังงานหมุนเวียนได้แก่แสงอาทิตย์ลมชีวมวลน้ำและไฮโดรเจนเป็นต้นเป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.5.2 ขยะ (Waste) หมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเน่าเปื่อยหรือไม่ก็ตามรวมตลอดถึง เถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือนที่พักอาศัย สถานที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระและปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล

1.5.3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุ

ของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันในรูปตัวเงินที่จ่ายออกไปในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการณอัตราคิดลดที่กำหนดโดยการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิโดยจะต้องทราบข้อมูลกระแสเงินสดรับสุทธิรายปีและกระแสเงินสดจ่ายสุทธิรายปีตลอดระยะเวลาของโครงการ

1.5.4 อัตราคิดลด (Discount Rate) หมายถึงอัตราที่นำมาใช้เพื่อปรับมูลค่าของเงินทั้งในรูปของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการในแต่ละช่วงเวลาให้อยู่มีมูลค่าอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน ก่อนที่จะมีการเปรียบเทียบหรือวิเคราะห์โครงการ

1.5.5 ระยะคืนทุน (Payback period) หมายถึงจำนวนปีที่กิจการจะได้รับเงินที่ลงทุนเริ่มแรกของโครงการกลับคืนมากล่าวอีกนัยหนึ่งคือระยะเวลาที่กระแสเงินสดสะสม (Cumulative cash flows) ของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขยะ (Waste)

2.1.1 ความหมายของขยะ

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถานฉบับ พ.ศ. 2525 กล่าวว่า มูลฝอย หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยาก เยื่อ และคำว่า “ขยะ” หมายถึง หยาก เยื่อมูลฝอย

ภาพประกอบ 1 ขยะต่างๆ [10]

พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความ มูล ฝอย หมายถึง สิ่งต่างๆที่เราไม่ต้องการที่เป็นของแข็งหรืออ่อนมีความชื้น ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร ถุงพลาสติก ภาชนะกล่องใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์รวมตลอดถึงวัตถุอื่น สิ่งใดที่เก็บกวาดได้จากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความของคำว่า ของเสีย หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่น

ใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็งของเหลวหรือก๊าซในทางวิชาการจะใช้คำว่า ขยะมูลฝอย ซึ่งหมายถึง บรรดา สิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเน่าเปื่อยหรือไม่ก็ตามรวมตลอดถึง เถ้า ซาก สัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือนที่พักอาศัย สถานที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่ สาธารณะ ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระ และปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล วิธีจัดเก็บและกำจัดแตกต่างไปจากวิธีการจัดขยะมูลฝอย ปัจจุบันวิทยาการก้าวหน้าประชากรเพิ่ม อย่างรวดเร็วอัตราการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นเพื่อผลิตเครื่องอุปโภค บริโภค อาหาร ที่อยู่อาศัย เป็นเหตุให้ เศษสิ่งเหลือใช้มีปริมาณมากขึ้นก่อให้เกิดปัญหาของขยะมูลฝอย

ขยะ หรือ มูลฝอย หรือ ของเสีย เป็นเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และ มีผลต่อสุขภาพอนามัยมูลฝอยหรือของเสียกำลังมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปีเพราะสาเหตุจากการ เพิ่มของประชากรการขยายตัวทางเศรษฐกิจและทางอุตสาหกรรมนับเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนซึ่ง ต้องจัดการและแก้ไขปริมาณกากของเสียและสารอันตรายได้แก่ ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และสารพิษที่ ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ ตลอดจนบางส่วนตกค้างอยู่ในอาหารทำให้ประชาชนทั่วไป เสี่ยงต่ออันตรายจากการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง และ โรคผิดปกติทางพันธุกรรม เป็นต้น

สถานที่บางแห่งก็มีคนทิ้งขยะกันตามสะดวก โดยนำไปเทกองรวมกันไว้ริมทางเดินบ้าง โคน ต้นไม้บ้าง ทำให้มีการหมักหมมเน่าเปื่อยสิ่งกลิ่นเหม็นคลุ้ง บางครั้งอาจมองเห็นหนอนจำนวนมากมาย ไต่ยั้วเยี้ยออกมาจากกองขยะดูน่าขยะแขยง นอกจากนั้นกองขยะยังเป็นแหล่งชุมนุมของสัตว์นำโรค สารพัดชนิด เช่น ยุง แมลงวัน หนู แมลงสาบ ฯลฯ ยามที่ฝนตกลงมาน้ำฝนก็ชะเอาสิ่งสกปรกเน่า เหม็นในกองขยะไหลไปยังพื้นที่ใกล้เคียงและอาจจะไหลลงท่อระบายน้ำและแม่น้ำลำคลองใกล้ๆ อีก ด้วย การทิ้งขยะลงท่อระบายน้ำทำให้เกิดผลเสียอย่างร้ายแรงคือ ทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันเมื่อฝนตก ก็ไม่สามารถระบายน้ำฝนได้จึงเกิดสภาพน้ำท่วมขังตามถนนสายต่างๆ ตามตรอกซอกซอยและผลที่ ตามมาก็คือ การเดินทางไปมาตามเส้นทางเหล่านั้นลำบากขึ้น การจราจรก็ติดขัดและถนนหนทาง อาจจะได้รับความเสียหาย ซึ่งเมื่อน้ำลดลงสู่สภาพปกติก็ต้องซ่อมแซมใหม่ทำให้ต้องสิ้นเปลือง งบประมาณบ้านเรือนที่มีขยะมูลฝอยรกรุงรังอยู่ภายในบ้านเรือนบริเวณบ้าน นอกจากจะดูสกปรกไม่ น่าดูอยู่แล้วก็ยังเป็นที่ชุมนุมของหนู แมลงวัน แมลงสาบ ซึ่งเป็นพาหะนำโรคทางเดินอาหารมาสู่คน และยังก่อความรำคาญให้อีกด้วย

2.1.2 ประเภทขยะในเขตเทศบาลเมืองยโสธร

1.ประเภทของขยะจำแนกประเภทได้ดังนี้

1.1 ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น เศษไม้ใบหญ้าพลาสติกกระดาษผ้าฯลฯ

1.2 ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ เศษโลหะ เหล็ก แก้ว กระเบื้อง ฯลฯ

1.3 ขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นพิษหรือขยะมูลฝอยทั่วไป ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านค้า เช่น พวกเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เปลือกและใบไม้ เป็นต้น

1.4 ขยะมูลฝอยที่เป็นพิษซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้แก่ ของเสียที่มีส่วนประกอบของสารอันตรายหรือของเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือติดไฟง่ายหรือมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ เช่น ซากถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ สารเคมี สำลี และผ้าพันแผลจากโรงพยาบาล

2. แบ่งประเภทขยะตามลักษณะของส่วนประกอบของขยะมูลฝอย มีประเภทต่างๆ ดังนี้

2.1 กระดาษ ถุงกระดาษ กล่อง ลัง เศษกระดาษจากสำนักงาน

2.2 พลาสติก มีความทนทานต่อการทำลายได้สูงวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เช่น ถุง ภาชนะ ของเด็กเล่นของใช้

2.3 แก้ว วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว เช่น ขวด หลอดไฟ เศษกระจก ฯลฯ

2.4 เศษอาหาร ผัก ผลไม้ ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ย่อยสลายได้ง่ายเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ขยะเกิดกลิ่นเหม็นและส่งกลิ่นรบกวนหากไม่มีการเก็บขนออกจากแหล่งทิ้งทุกวัน

2.5 ผ้าสิ่งทอต่างๆที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ เช่น ผ้าไนล่อน ขนสัตว์ ลินิน

2.6 ยางและหนัง เช่น รองเท้า กระเป๋า บอล

2.7 ไม้ เศษเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ เก้าอี้ ฯลฯ

2.8 หิน กระเบื้อง กระดูกและเปลือกหอย พวกนี้ไม่เน่าเปื่อยพบมากในแหล่งก่อสร้างตึกที่ทุบทิ้ง

2.9 โลหะต่างๆ เช่น กระป๋อง ลวด สายไฟ ตาปู

2.10 อื่นๆที่ไม่อาจจัดกลุ่มได้

3. ถ้าแบ่งประเภทขยะตามแหล่งที่มา

3.1 ขยะมูลฝอยจากถนน (street refuse) ได้แก่ เศษสิ่งของต่างๆที่ปรากฏและกวาดจากถนน ตรอก ซอย เช่นเศษกระดาษ ผง ฝุ่น ใบไม้ พลาสติก อิฐ หิน ทราย กรวด

3.2 ขยะมูลฝอยที่เกิดจากสิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ที่เรียกว่า ขี้เถ้า (Ashes) เช่น เถ้าที่เกิดจากเตาไฟการเผาถ่าน ฯลฯ

3.3 ขยะมูลฝอยจากการก่อสร้าง (construction refuse) ได้แก่ เศษวัสดุก่อสร้าง เช่น เศษไม้ เศษกระเบื้อง เศษปูน อิฐหัก ฯลฯ

3.4 ขยะมูลฝอยจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (demolition refuse) ได้แก่ เศษสิ่งที่ไม่ต้องการที่เกิดจากการรื้อถอนอาคาร บ้านเรือนเก่า ฯลฯ

3.5 ซากสัตว์ (dead animal) จากสัตว์ตาย เน่าเปื่อย เหม็น

3.6 ซากยานพาหนะ (abandoned vehicles) ทุกชนิดที่หมดสภาพใช้งานไม่ได้รวมทั้งชิ้นส่วนประกอบ เช่น แบตเตอรี่ ยาง ฯลฯ

3.7 ขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial refuse) ได้แก่ เศษวัตถุที่เกิดจากการผลิตหรือขั้นตอนการผลิต

3.8 ขยะมูลฝอยประเภททำลายยาก (hazardous refuse) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่ต้องการใช้กรรมวิธีทำลายเป็นพิเศษ เช่น พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป กากแร่ธาตุต่าง ๆ

3.9 ขยะสด (garbage)

3.10 ขยะแห้ง (rubbish)

3.11 ขยะพิเศษ (special wastes)

3.12 ของใช้ชำรุด (bulky wastes)

3.13 ขยะจากการกสิกรรม (agricultural wastes)

3.14 กากตะกอนของน้ำโสโครก (sewage treatment residues)

2.2 การผลิตไฟฟ้าจากขยะ

การผลิตไฟฟ้าจากขยะ เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาที่ยั่งยืน เนื่องจากช่วยแก้ปัญหาเรื่องการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งเป็นปัญหาของประเทศที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการลดลงของแหล่งทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตพลังงานได้อีกด้วย ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานไฟฟ้ามี ดังนี้

2.2.1 เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration)

ภาพประกอบ 2 เตาเผาขยะ (Incineration) [2]

การกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผา เป็นกระบวนการเผาไหม้ขยะมูลฝอยที่ใช้อากาศมากกว่าความต้องการอากาศในการเผาไหม้ทางทฤษฎี (Stoichiometric Condition) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ความร้อน (Heat) ซึ่งสามารถใช้งานกับหม้อต้มไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ และสามารถกำจัดปริมาณขยะมูลฝอยได้ ประมาณร้อยละ 80-90 โดยต้องมีการออกแบบเตาเผาให้เหมาะสมกับปริมาณและ องค์ประกอบของขยะมูลฝอยและปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ค่าความชื้น และค่าความร้อนของขยะมูลฝอยซึ่งมีการผันแปรตามฤดูกาล และลักษณะองค์ประกอบของขยะมูลฝอย นอกจากนี้ ปัญหามลภาวะเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะมลภาวะทางอากาศ การปนเปื้อนของขยะอันตรายจากครัวเรือนไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดการปลดปล่อยสารพิษดังกล่าวออกสู่บรรยากาศ แต่ยังคงมีสารพิษค้างในขี้เถ้าที่เหลือจากการไหม้ ซึ่งต้องนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบในขั้นตอนสุดท้าย

1.ระบบการทำงานของเตาเผาขยะมูลฝอย

1.1 ระบบรองรับขยะมูลฝอย ประกอบด้วย การลดขนาด การคัดแยก และการตรวจสอบขยะมูลฝอย โดยระบบนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

1.2 หลุมรองรับขยะมูลฝอย (Unloading and Hopper for Waste) เพื่อให้มีการผสมขยะ มูลฝอยให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวและลดความชื้นก่อนที่จะป้อนเข้าสู่เตาเผา

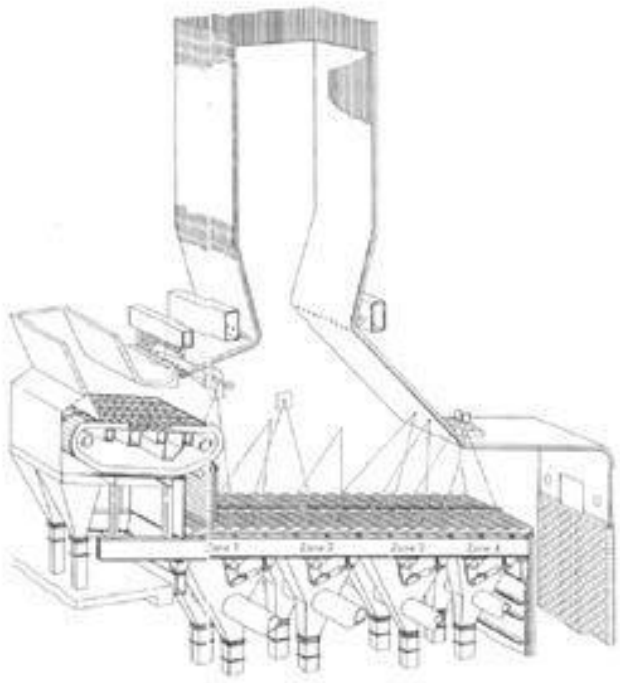
1.3 ระบบป้อนขยะมูลฝอย (Feeding System) ขยะมูลฝอยที่ถูกผสมเข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะถูกป้อนเข้าสู่เตาเผาทางช่องป้อน

1.4 ระบบนำเถ้าออก (Ash and Clinker Removal System) เถ้าที่เกิดจากการเผาไหมในเตาเผาจะถูกเก็บและขนส่งด้วยระบบลำเลียง ซึ่งสามารถร่อนคัดแยกและใช้ในการทำเป็นวัสดุรองพื้นในการก่อสร้างถนนหรือเพื่อการก่อสร้าง เถ้าส่วนที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้จะถูกคัดออกและนำไปฝังกลบแบบถูกตามหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

1.5 ระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Control System) จะขึ้นอยู่กับระดับสารมลพิษที่เกิดจากการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งมีหลากหลายชนิดทั้งที่มีพิษเล็กน้อยจนถึงมีพิษหรืออันตรายสูงสุด และที่สำคัญได้แก่ กลิ่น ฝุ่นละออง คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ (กรณีเผาไหม้ไม่สมบูรณ์) ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ไฮโดรคาร์บอนไดออกซิน โลหะหนัก เถ้าหนัก เถ้าเบา และน้ำเสีย เป็นต้น

2.ประเภทเตาเผาขยะมูลฝอย

2.1 เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker-Fired or grate-Fired Incinerator) เป็นเตาเผาที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ขยะมูลฝอยจะถูกป้อนเข้าไปในเตาเผาแล้วเคลื่อนตัวไปตามการเคลื่อนที่ของแผงตะกรับโดยมีอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้เป่าเข้าทางด้านล่างของตะกรับ ก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะไหลขึ้นด้านบนแล้วไปแลกเปลี่ยนความร้อนในเครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้แล้วจะเคลื่อนตัวตามตะกรับแล้วตกออกมาจากเตาเผาเป็นขี้เถ้าซึ่งสามารถนำไปฝังกลบได้ วิธีการเผาใช้อากาศมากเกินพอ (Excess Air) และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในการเผาไหม้ด้วย อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เป็นเตาเผาที่เหมาะสมกับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากคือ 6 ตันต่อชั่วโมงขึ้นไป หรือ 150 ตันต่อวันการนำเตาเผาชนิดมีแผงตะกรับมาใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยควรคำนึงถึงข้อดี และข้อจำกัดของเตาเผาชนิดนี้



ภาพประกอบ 3 เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker-Fired or grate-Fired Incinerator) [2]

ตะกรับจะทำหน้าที่เสมือนพื้นผิวด้านล่างของเตา การเคลื่อนที่ของตะกรับ หากได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องจะทำให้ขยะมีการเคลื่อนย้ายและผสมผสานกันอย่างมีประสิทธิภาพและการทำให้อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้สามารถแทรกซึมไปทั่วถึงผิวของขยะ ตะกรับอาจถูกจัดแบ่งให้เป็นพื้นที่ย่อยเฉพาะ ซึ่งทำให้สามารถปรับปริมาณอากาศเพื่อใช้ในการเผาไหม้ได้อย่างอิสระและทำให้สามารถเผาไหม้ได้ แม้ขยะที่มีค่าความร้อนต่ำ ตะกรับที่กับระบบเตาเผาขยะมีหลายแบบ เช่น Forward Movement, Backward Movement, Double Movement, Rocking และ Roller เป็นต้น ผนังของห้องเผาไหม้ในเตาเผาขยะมันจะเป็นแบบบุด้วยอิฐทนไฟ (Refractory Wall) หรือแบบผนังกันน้ำ (Water Wall) สำหรับแบบหลังนี้ส่วนมากจะปฏิบัติงานโดยใช้อากาศส่วนเกินในปริมาณต่ำ ซึ่งช่วยลดปริมาณของห้องเผาไหม้และลดของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศ

ภาพประกอบ 4 ตะกรับ [2]

ตาราง 1 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียเตาเผาแบบตะกรับ [2]

ข้อได้เปรียบ	**ข้อเสียเปรียบ**
1.ไม่ต้องการคัดแยกหรือบดอัดขยะมูลฝอยก่อน	1.เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาค่อนข้างสูง
2.เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับการทดสอบแล้ว	
3.สามารถจัดการการเก็บขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี	
4.ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 85%	
5.สามารถก่อสร้างให้มีความสามารถในการเผาทำลายได้ถึง 1,200 ตันต่อวัน หรือ 50 ตันต่อชั่วโมง	

2.2 เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) เป็นการเผาไหม้มวลของขยะมูลฝอยโดยใช้ห้องเผาไหม้ทรงกระบอกซึ่งสามารถหมุนได้รอบแกนโดยขยะจะเคลื่อนตัวไปตามผนังของเตาเผาทรงกระบอก ตามการหมุนของเตาเผาซึ่งทำมุมเอียงกับแนวระดับเตาเผาแบบหมุนส่วนใหญ่จะเป็นแบบผนังอิฐทนไฟแต่ก็มีบ้างที่เป็นแบบผนังน้ำ ทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 5 เมตร และยาวตั้งแต่ 8 ถึง 20 เมตร ความสามารถในการเผาทำลายขยะมูลฝอยมีตั้งแต่ 2.4 ตันต่อวัน (0.1 ตันต่อชั่วโมง) จนถึงประมาณ 480 ตันต่อวัน (20ตันต่อชั่วโมง) อัตราส่วนอากาศส่วนเกินที่ใช้จะมี

ประมาณ ที่ มากกว่าแบบที่ใช้กับเตาแบบตะกรับ และอาจจะมากกว่าที่ใช้กับเตาแบบ ฟลูอิดไดซ์เบด สิ่งที่ตามมาคือ เตาเผาแบบหมุนจะมีประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำกว่าเล็กน้อยแต่ก็ยัง คงมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ (Retention Time) ของก๊าซไอเสีย ค่อนข้างสั้นเกินไปสำหรับการทำปฏิกิริยาการเผาไหม้เตาเผาแบบหมุน ดังนั้นเตาเผาทรงกระบอก จึงมักมีส่วนประกอบที่ทำเป็นห้องเผาไหม้หลัง (After-Burning Chamber) และมักรวมอยู่ในส่วนของหม้อน้ำด้วย

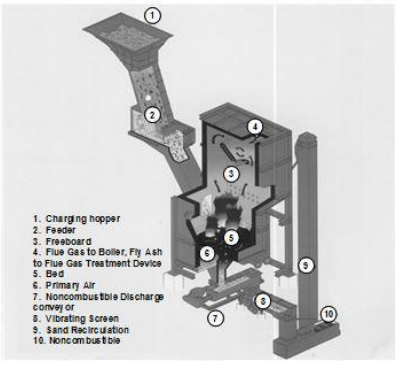
ภาพประกอบ 5 เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) [2]

ตาราง 2 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียเตาเผาแบบหมุน [2]

ข้อได้เปรียบ	**ข้อเสียเปรียบ**
1.ไม่ต้องการการคัดแยกหรือบดอัดขยะมูลฝอยก่อน	1.เป็นเทคโนโลยีที่มีใช้ในการเผาทำลายขยะมูลฝอยค่อนข้างน้อย
2.ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 80%	2.เงินลงทุนและ บำรุงรักษาค่อนข้างสูง
3.สามารถจัดการกับขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบและค่า ความร้อนที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้เป็นอย่างดี	3.ความสามารถในการเผาทำลายสูงสุดต่อวันหนึ่งเตา ประมาณ 480 ตันต่อวันหรือ 20 ตันต่อชั่วโมง

2.3 เตาเผาฟลูอิดไดส์เบด (Fluidized Bed Incinerator) เป็นการเพิ่มความเร็วให้กับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้สูงพอที่จะทำให้ตัวขยะเกิดการลอยตัวบนวัสดุตัวกลางมีสภาพเหมือนของไหล การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในขณะที่ขยะมีสภาพเป็นของไหลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลได้ ในทางปฏิบัติจะมีการใส่ตัวกลางที่ใช้ในเตาเผาเป็นแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ขยะมูลฝอยจะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็ก ตัวกลางและขยะมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตาและเผาไหม้โดยใช้อากาศมากเกินพอ (excess air) ใช้อุณหภูมิ

ประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เหมาะกับปริมาณขยะมูลฝอยขนาด 1-5 ตันต่อชั่วโมง หรือ 25-100 ตันต่อวันทั้งนี้เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อนมีข้อดีและข้อจำกัด



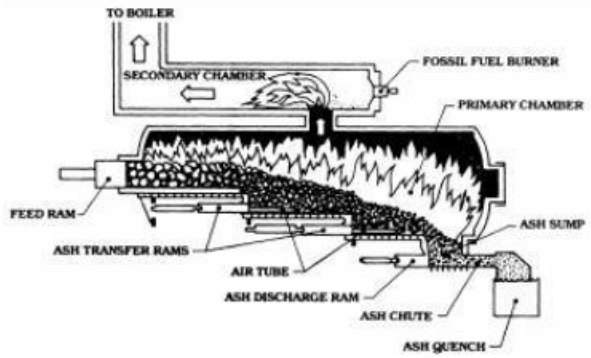
ภาพประกอบ 6 เตาเผาฟลูอิดไดส์เบด (Fluidized Bed Incinerator) [2]

ตาราง 3 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียเตาเผาฟลูอิดไดส์เบด [2]

ข้อได้เปรียบ	**ข้อเสียเปรียบ**
1.เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำเนื่องจากการออกแบบที่ค่อนข้างง่าย	1. ปัจจุบันยังจัดว่าเป็นเทคโนโลยีที่ต้องการการทดสอบอยู่สำหรับการเผาทำลายขยะมูลฝอยชุมชน
2. ให้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้สูงถึง 90%	2. ค่อนข้างมีข้อจำกัดด้านขนาดและองค์ประกอบของขยะโดยทั่วไปต้องมีกระบวนการในการจัดการขยะก่อนส่งเข้ากระเป๋า
3. สามารถใช้ในการเผา ทำลายเชื้อเพลิงที่หลากหลายประเภท และสามารถรองรับได้ทั้งกากของแข็งและเหลวโดยเผาทำลายร่วมกันหรือแยกจากกัน	

2.4 เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Controlled-Air Incinerator) เป็นเตาเผาที่แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นแรกซึ่งเกิดขึ้นในห้องเผาไหม้แรก (primary combustion chamber) จะควบคุมการเผาไหม้ขยะมูลฝอยในสภาวะไร้อากาศหรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย (Starved air) ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์แต่จะเป็นก๊าซเชื้อเพลิงและไหลเข้าไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ที่สอง (secondary combustion chamber) ใน

สภาวะอากาศมากเกินพอ (excess air) และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้ใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อย คือ ไม่เกิน 1 ตันต่อชั่วโมงหรือ 10 ตันต่อวัน (รูปที่ 3) ทั้งนี้เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้มีข้อดีและข้อด้อยซึ่งควรนำมาพิจารณาประกอบการเลือกใช้งาน



ภาพประกอบ 7 เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Controlled-Air Incinerator) [2]

2.2.2 เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

ภาพประกอบ 8 เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) [2]

โดยทั่วไปการใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัดขยะมูลฝอย อินทรีย์ 1 ตัน จะได้ก๊าซชีวภาพประมาณ 100-200 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซชีวภาพที่ได้จะมีมีเทนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 55-70 และมีค่าความร้อนประมาณ 20-25 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพลังงานประมาณร้อยละ 20-40 ของพลังงานของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ จะถูกนำมาใช้ในระบบทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน และจะมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เหลือประมาณ 75-150 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตันขยะ ที่สามารถส่งออกไปจำหน่ายได้

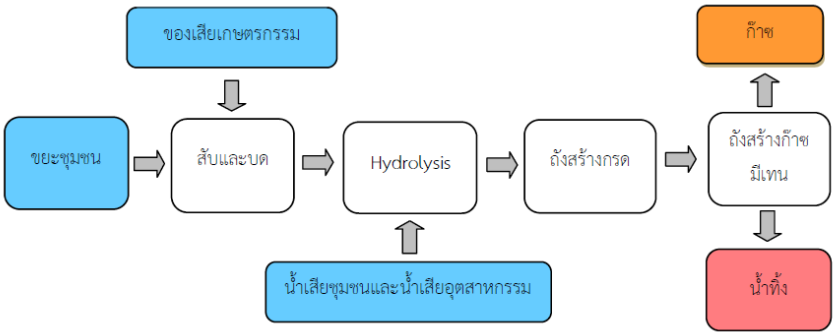
การใช้กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment/Front-end Treatment) ซึ่งประกอบด้วยการคัดแยก (Sorting) ขยะมูลฝอยอินทรีย์จากขยะมูลฝอยรวม หรือการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะมูลฝอยอินทรีย์ และลดขนาด (Size Reduction) ของขยะมูลฝอยอินทรีย์ให้เหมาะสมสำหรับการย่อยสลาย และเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของสารอินทรีย์ที่จะป้อนเข้าสู่ระบบ (Feed Substrate) รวมทั้งเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบ

2. การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ซึ่งเป็นขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอยอินทรีย์สำหรับนำไปใช้เป็นพลังงาน และเพื่อทำให้ขยะมูลฝอยอินทรีย์ถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นอินทรียวัตถุที่มี ความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น ปราศจากเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน

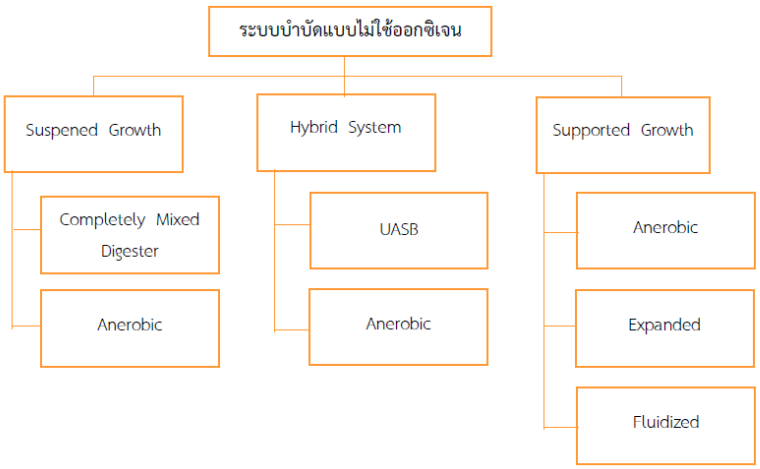
3. การบำบัดขั้นหลัง (Post-treatment) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นขั้นตอนการจัดการกากตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ ออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปหมักโดยใช้ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ รวมทั้งการคัดแยกเอาสิ่งปะปนต่าง ๆ เช่น เศษพลาสติกและเศษโลหะออกจากส่วนผสมของขยะอินทรีย์ โดยใช้ตะแกรงร่อน ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของขยะอินทรีย์ ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช เช่น การอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคและลดความชื้น เป็นต้น

การใช้เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศในการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนเป็นเรื่องใหม่ แม้ในประเทศที่พัฒนาแล้วก็เป็นเรื่องที่ทำกันมาไม่มากนักสำหรับประเทศไทยการคัดแยกขยะชุมชนเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติโดยแยกวัสดุที่ขายได้เองเช่นพลาสติกแก้วเป็นต้น ทำให้ขยะที่ส่งไปเก็บที่กองขยะต่างๆมีสัดส่วนของอินทรีย์อยู่มาจนสามารถเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศได้ แม้ว่าการย่อยสลายขยะชุมชนแบบไม่ใช้อากาศจะมีหลักการเดียวกับการบำบัดน้ำเสียต่างๆแต่ขั้นตอนการทำงานของการย่อยสลายขยะชุมชนมากกว่าเนื่องจากทั้งนี้เพราะน้ำเสียและของใช้ต่างๆมีลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยที่ขยะชุมชนจะเป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในสภาพที่เป็นของแข็งขนาดใหญ่และอยู่ภายใต้สภาวะที่เรียกว่า "แห้งกว่า" น้ำเสียต่างๆมาก การย่อยสลายขยะจึงมีขั้นตอนการบดขยะและขั้นตอนการลดขนาดของแข็งอินทรีย์จากนั้นจึงเป็นกลไกปกติของการย่อยสลายภายใต้สภาวะไม่ใช้อากาศ



ภาพประกอบ 9 แสดงขั้นตอนการสร้างก๊าซชีวภาพจากแหล่งสารอินทรีย์คาร์บอนต่างๆ [2]

กระบวนการไม่ใช้ออกซิเจนหรืออากาศ อาจใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือบำบัด สลัดจ์ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นรูปแบบของถังหมักแต่ไม่ว่าวัตถุประสงค์จะเป็นเช่นไรก็ตามกระบวนการไม่ใช้อากาศก็มักมีลักษณะสำคัญร่วมกันคือสามารถสร้างก๊าซชีวภาพจากสารอินทรีย์กระบวนการบำบัดสลัดจ์ มักเป็นถังรูปแบบเดียว คือถังย่อยสลัดจ์ (Sludge Digest ion Tank) ส่วนรูปแบบอื่นๆ มักใช้ในการบำบัดน้ำเสียถังหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องมาจากถังหมักทำจนถึงแบบอัตราสูง รูปแบบของ ระบบบำบัดไม่ใช้ออกซิเจนอาจจำแนกได้ 3 ประเภท



ภาพประกอบ 10 แผนผังแสดงระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศรูปแบบต่างๆ [2]

2.2.3 เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy)

ภาพประกอบ 11 เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ (Landfill Gas to Energy) [2]

เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะ เพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบขยะขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ โดยอาศัยปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะมูลฝอยในบริเวณหลุมฝังกลบ ซึ่งช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากนั้นจะเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศทำให้ได้ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน แล้วจึงรวบรวมก๊าซชีวภาพที่ได้ผ่านท่อเพื่อลำเลียงไปผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป โดยมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึง ได้แก่

– ความลึกของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งควรมีความลึกมากกว่า 12 เมตร ขึ้นไป

– สภาวะไร้ออกซิเจนในพื้นที่ฝังกลบ

– ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบตลอดอายุการดำเนินงานฝังกลบ (เฉลี่ยประมาณ 20 ปี) ซึ่งถ้านำมาผลิตไฟฟ้าควรมีปริมาณ 1 ล้านตัน ขึ้นไป

ปัจจุบันก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงาน ไฟฟ้ามากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยนั้นสามารถจำแนกตามวิธีการดำเนินงานฝังกลบขยะมูลฝอยได้เป็น 2 วิธีดังนี้

2.2.3.1 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะชุมชนแบบถูกหลักสุขาภิบาล

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะชุมชนแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary: andfill หรือ Conventional Landfill) เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบของขยะมูลฝอยเพื่อลดการปล่อยออก (Emission) ของก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ภายในหลุมฝังกลบโดยปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อการผลิตและการระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบ ประกอบด้วย องค์ประกอบหลักของการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบ

ถูกหลังสุขาภิบาลประกอบด้วย ระบบบำบัดขั้นต้น Pretreatment System) การดำเนินการฝังกลบในพื้นที่ ระบบควบคุมทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระบบรวบรวมน้ำชะขยะ (Leachate Collection System) ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น หลักการดำเนินงานทั่วไปสำหรับระบบผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพและการผลิตพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบบำบัดขั้นต้น (Pre- treatment-System) ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยชุมชนนำให้มีความเหมาะสมสำหรับกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ได้ใช้ออกซิเจนมากขึ้น ได้แก่ การคัดแยก (Sorting) การบดย่อยขยะมูลฝอยให้มีเล็กลง (Shredding) ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการบำบัดขยะมูลฝอยขั้นต้นก่อนทำการฝังกลบ คือ สามารถลดระยะเวลาในการบำบัดน้ำชะขยะ เพิ่มปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน และกระตุ้นให้เกิดการทรุดตัวของขยะมูลฝอยได้ดีขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณของขยะลดลงอย่างรวดเร็ว รวมทั้งช่วยลดระยะเวลาที่เกิดการปนเปื้อนต่อสภาพแวดล้อม ได้อีกด้วย

2. การดำเนินการปั่นกลบในพื้นที่ (Sanitary Landfill Operation) การดำเนินงานฝังกลบขยะชุมชนแบบผูกหลักสุขาภิบาล มีอยู่ 3 ประเภทได้แก่

2.1 การฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method) เหมาะ สมกับบริเวณที่มีสภาพภูมิประเทศไม่เหมาะที่จะขุดเป็นร่องเพื่อกำจัดขยะมูลฝอยโดยการดำเนินงานจะเป็นการเทขยะมูลฝอยและเกลี่ยเป็นแถวยาวกว้างประมาณ 3-7 เมตรบนพื้นที่เป็นชั้นๆแต่ละชั้นหนาประมาณ 0.40 - 0.75 เมตร แล้วอัดแน่นก่อนที่จะเทฉันตัดไปแล้วอัดทับกันไปเรื่อยๆจนได้ความหนาประมาณ 2-3 เมตรการดำเนินงานบดอัดขยะมูลฝอยจะต้องจะประมาณให้ครบวันพอดีจากนั้นกลบดินชั้นขยะมูลฝอยหนาประมาณ 0.15 - 0.30 เมตรทุกครั้งก่อนเลิกงานประจำวัน

2.2 การฝังกลบแบบร่อง (Trench Method) วิธีนี้เหมาะสมกับสถานที่ฝังกลบที่มีดินที่มีลักษณะใช้เป็นดินกลบได้และดินมีความหนาพอสมควรโดยเริ่มจากการใช้รถขุดพื้นดินเป็นร่องยาวมีความยาวประมาณ 30 -100 เมตร กว้าง 5-8 เมตรลึก 2 เมตร ดินที่ขุดขึ้นมาจะกองไว้ด้านข้างของร่องเป็นเขื่อนดินขยะมูลฝอยจะถูกเทไปในร่องโดยเกลี่ยเป็นชั้นบางๆ หนาประมาณ 0.4 เมตรแล้วอัดให้แน่นจนได้ความหนาแน่นตามที่ออกแบบไว้ ก่อนที่จะเทขยะมูลฝอยชั้นต่อไปลงไปแล้วบดอัดใหม่เป็นชั้นทับกันไปเรื่อยๆจนได้ความสูงของฉันขยะมูลฝอยตามต้องการ โดยการกำหนดความยาวของร่อง ที่ฝังกลบขยะมูลฝอยในแต่ละวันควรจะให้สามารถฝังกลบได้ตามความสูงที่กำหนดพอดี ทั้งนี้จะต้องมีความยาวเพียงพอที่จะให้ลดขยะ มาถ่ายมูลฝอยได้พร้อมกันด้วยเพื่อป้องกันการสูญเปล่าในการรอคิวของรถขนขยะมูลฝอย

2.3 การฝังกลบแบบบ่อหรือพื้นที่ลาดเอียง(Ramp Method) วิธีการฝังกลบแบบนี้เหมาะสำหรับสถานที่ฝังกลบที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเอียงหรือเป็นหลุมบ่อขนาดใหญ่ ซึ่งอาจเกิดจากการขุด เช่น เขาห้วยบ่อดินบ่อเหมือน เป็นต้น เทคนิคในการทิ้งขยะและบทบาทขยะมูลฝอยในแต่ ละแห่ง

มีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศและสถานที่นั้นๆรวมทั้งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินกลบ สภาพดินแหล่งน้ำ และแหล่งน้ำใต้ดินในบริเวณนั้นและสภาพถนนเข้า-ออก หาสถานที่ฝังกลบมีพื้นของบ่อหรือห้วยที่ใช้เป็นพื้นที่ฝังกลบมีสภาพค่อนข้างราบการฝังกลบในชั้นแรกอาจใช้วิธีแบบร่องเมื่อฝังกลบในชั้นแรกเสร็จเรียบร้อยถึง ถึงจะฝังกลบในชั้นถัดไป ในการฝังกลบขยะด้วยวิธีนี้ควรให้ความสูงของชั้นฝังกลบชั้นสุดท้ายอยู่เหนือระดับพื้นดินในบริเวณข้างเคียงเล็กน้อยซึ่งเมื่อมีการทรุดตัวของขยะมูลฝอยในบริเวณฝังกลบก็จะทำให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับพื้นดินบริเวณข้างเคียง

3. ระบบรวมก๊าซชีวภาพ (Landfill Gass Collection System)

3.1 รูปแบบของระบบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

3.1.1 ระบบรวมท่อแนวดิ่ง (vertical extraction well) ด้วยการฝังท่อในแนวดิ่งเพื่อให้ก๊าซไหลเข้าท่อโดยที่ปลายด้านล่างของบ่อจะถมด้วยตรวจท่อที่ใช้จะเป็นแท่ง PVC หรือ HDPE

3.1.2 ระบบรวบรวมท่อก๊าซในแนวนอน (horizontal Collection System) ระบบนี้ประกอบด้วยระบบท่อรวบรวมก๊าซในแนวดิ่งและแนวนอนซึ่งจะจ่ายรวบรวมการ์ดที่เกิดในหลุมฝังกลบอย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3 ระบบ รวบรวมการ์ดแบบ ผสมผสาน (Hybrid Collection System) ระบบนี้จะประกอบด้วยระบบท่อรวบรวมการ์ดในแนวดิ่งและแนวนอนซึ่งจะช่วยรวบรวมการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 ระบบรวมก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้ในการควบคุมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะที่ระบายออกสู่ชั้นบรรยากาศ แบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

3.2.1 Passive System เป็นระบบควบคุมก๊าซชีวภาพที่ง่ายที่สุดมักจะใช้งานกับสถานที่ฝังกลบขยะขนาดเล็กหรือใช้กับสถานที่ฝังกลบมูลฝอยที่ปิดการใช้งานแล้ว หรือใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจวัดปริมาณ ก๊าซชีวภาพ ในพื้นที่ฝังกลบขนาดใหญ่เพื่อให้ก๊าซชีวภาพสามารถระบายออกสู่ชั้นบรรยากาศได้ดีที่สุด ในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยขนาดเล็กหรือสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยที่ปิดการใช้ชั่วคราวบางแห่งกายภาพที่รวบรวมได้บางครั้งถูกระบายออกสู่บรรยากาศโดยตรงโดยผ่านการบำบัดก่อนอย่างไรก็ตามก็ควรพิจารณาการติดตั้งระบบเผาทิ้งหรือการนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆเพื่อควบคุมการระบายก๊าซมีเทนและปัญหาเรื่องกลิ่นจากสถานที่ฝังกลบ

3.2.2 Active System ระบบควบคุมก๊าซชีวภาพแบบนี้มาประยุกต์ใช้งานกับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยขนาดกลางหรือขนาดใหญ่เพื่อรวบรวมและนำก๊าซที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆแทนการระบายทิ้ง

3.2.3 Physical Barrier เป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันก๊าซชีวภาพแพร่กระจายออกทางผิวหนังของหลุมฝังกลบโดยสำหรับสถานที่ที่ฝังกลบแห่งใหม่สามารถออกแบบร่วมกับการใช้

วัสดุปูพื้นหรือวัสดุธรรมชาติ ระบบรวบรวมและควบคุมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย แบบ Physical Barrier เป็นระบบที่ได้ถูกนำมาใช้ในการดำเนินงานสถานที่ฝังกลบ ขยะมูลฝอย แบบถูกหลักสุขาภิบาลมากที่สุดเนื่องจากสามารถควบคุมการสูญเสียก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ ควบคุมปัญหาเรื่องกลิ่นได้และสามารถปล่อยออก ของก๊าซจากพื้นผิวหลุมฝังกลบได้โดยการปูพื้นด้วยวัสดุรองพื้นซึ่งจะทำหน้าที่เสมือนกับ Physical Barrier ช่วยป้องกันไม่ให้ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบไหลออกไปนอกระบบผ่านของหลุมฝังกลบได้รวมทั้งสามารถรวบรวมก๊าซเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆได้

4. ระบบผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ (Gass Utilization System) การใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากสถานที่ฝังกลบในการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้นเริ่มมีการใช้งานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่นิยมใช้ทั่วๆไป ได้แก่ กังหันก๊าซ (Gass Turbine) ขนาดของเครื่องยนต์ที่ใช้งานมีตั้งแต่ 100 กิโลวัตต์ ขึ้นไปจนถึงหลายเมกะวัตต์ การเลือกใช้เครื่องยนต์ในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพมีปัจจัยต้องพิจารณาหลายประการ อาทิอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบและคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพที่ได้ ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าความพร้อมจ่ายของระบบผลิตไฟฟ้าข้อกำหนดของเครื่องยนต์ในการบำบัดก๊าซเบื้องต้น ความต้องการดูแลและรักษาระบบความคุ้นเคยของผู้ควบคุมระบบ ความยืดหยุ่นของระบบ ตลอดอายุการใช้งานและราคาใช้จ่ายในการลงทุนและบำรุงรักษาระบบ ทางเลือกในการ ใช้ประโยชน์การชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยมีอยู่ 3 แนวทาง ดังนี้

4.1 การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ใกล้เคียง (Local Gas Use) เป็นการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ใกล้เคียงกันกับสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยโดยมีรัศมีไม่เกิน 3 กิโลเมตร จากพื้นที่โครงการเนื่องจากจะ ไม่มีความคุ้มทุนในด้านของระบบท่อส่งก๊าซจากสถานที่ฝังกลบไปยังจุดที่ต้องใช้งานซึ่งส่วนใหญ่จะขนส่งด้วยระบบท่อโดยก๊าซที่ได้จากสถานที่ฝังกลบจะต้องผ่านกระบวนการบำบัดก๊าซเพื่อกำจัดไอน้ำและฝุ่นละอองที่ปนอยู่ออกไปโดยใช้ระบบกรองและระบบแยกน้ำ ก๊าซที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีมีเทนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 35 - 50% ซึ่งก๊าซนี้สามารถนำไปใช้ได้และความเหมาะสมในการก่อสร้างระบบขนส่งด้วยท่อรวมทั้งปัญหาอุปสรรคในการก่อสร้างระบบด้วย

4.2 การผลิตกระแสไฟฟ้า (Electricity Generation) เป็นการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนโดยการนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้งานในโครงการหรือส่งเข้าระบบ สายเร่งไฟฟ้า (Logo Electric Power Grid) นอกจากนี้ก๊าซยังเป็นระบบที่ เหมาะสมในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งจ่ายให้กับระบบสายส่งอย่างต่อเนื่องด้วย จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้งานภายในพื้นที่

4.3 การส่งเข้าสู่ระบบท่อก๊าซ (Pipeline Injection) ในการกรณีที่ไม่มีการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพในพื้นที่ใกล้เคียงโดยจะต้องผ่านระบบปรับปรุงคุณภาพก๊าซและการอ่านเพื่อเพิ่มความดันก่อนส่งผ่านไปยังท่อความดันต่อไป

2.2.3.2 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะชุมชนแบบ Bioreactor Landfill

เนื่องจากระยะเวลาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในพื้นที่ฝังกลบใช้ระยะเวลายาวนาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาและปรับปรุงแบบของการฝังกลบขึ้นมาใหม่ในช่วงต้นของศตวรรษที่ 21 ซึ่งเรียกว่า Bioreactor Landfill ซึ่งมีลักษณะการก่อสร้างเหมือนกับสถานที่ฝังกลบ ขยะมูลฝอยชุมชนแบบถูก หลักสุขาภิบาล แต่มีหลักการในการออกแบบระบบที่แตกต่างไปจากการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลเพื่อย่นระยะเวลาในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยให้มีสภาวะเสถียรและคงที่ภายในเวลา 5 -10 ปี การเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงกว่าระบบ Convention Landfill โดยการ โดยการเสถียรและคงที่ของสถานที่ฝังหมายถึงสภาวะแวดล้อมต่างๆของระบบคงที่ ซึ่งได้แก่องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพความเข้มข้นและลักษณะคุณสมบัติของน้ำชะขยะ ซึ่งไม่ควรจะมีความปรวนแปรมากนัก ในช่วง 5-10 ปีของการดำเนินงานหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย องค์ประกอบหลักในการดำเนินงานผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนแบบ Bioreactor Landfill ประกอบด้วย ระบบน้ำบำบัด (Pretreatment) ควบคุมน้ำชะขยะ ระบบการรวบรวมก๊าซชีวภาพและระบบการผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ

2.2.4 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)

ภาพประกอบ 12 เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF) [2]

เป็นการปรับปรุง และแปลงสภาพของขยะมูลฝอย ให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณสมบัติในด้าน ค่าความร้อน (Heating Value) ความชื้น ขนาด และความหนาแน่น เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน และมีองค์ประกอบทั้งทางเคมีและกายภาพสม่ำเสมอ คุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิงขยะประกอบด้วย

- ปลอดเชื้อโรคจากการอบด้วยความร้อน ลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรค
- ไม่มีกลิ่น
- มีขนาดเหมาะสมต่อการป้อนเตาเผา-หม้อไอน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความยาว 30-150 มิลลิเมตร)
- มีความหนาแน่นมากกว่าขยะมูลฝอยและชีวมวลทั่วไป (450-600 kg/m3) เหมาะสมต่อกาจัดเก็บ และขนส่ง
- มีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล (~ 13-18 MJ/kg) และมีความชื้นต่ำ (~ 5-10%)
- ลดปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้ เช่น NOx และไดออกซินและฟูราน

หลักการทำงานของเทคโนโลยีนี้ เริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (โลหะ แก้ว เศษหิน) ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิลออกจากขยะรวม ในบางกรณีจะมีการใช้เครื่องคัดแยกแม่เหล็กเพื่อคัดแยกมูลฝอยที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ และใช้เครื่อง Eddy Current Separator เพื่อคัดแยกอลูมิเนียมออกจากมูลฝอย จากนั้นจึงป้อนขยะมูลฝอยไปเข้าเครื่องสับ-ย่อยเพื่อลดขนาด และป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของมูลฝอย โดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมร้อนเพื่ออบขยะให้แห้งซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% (ความชื้นเหลือไม่เกิน 15%) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) เพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งในบางกรณีจะมีการเติมหินปูน (CaO) เข้าไปกับมูลฝอยระหว่างการอัดเป็นเม็ดเพื่อควบคุมและลดปริมาณก๊าซพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงขยะสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ชนิด ตามมาตรฐาน ASTM E-75 ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการที่ใช้ ประกอบ

ตาราง 4 เชื้อเพลิง [2]

ชนิด	กระบวนการการจัดการ	ระบบการเผาไหม้
RDF : MSW	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ได้ออกมาด้วยมือ รวมทั้งขยะที่มีขนาดใหญ่	Stoker
RDF2 : Coarse RDF	บดหรือตัดขยะมูลฝอยอย่างหยาบๆ	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF3 : Fluff RDF	คัดแยกส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ออก เช่น โลหะ แก้วและอื่นๆ มีการบดหรือตัดจนทำให้ 95% ของขยะมูลฝอยที่คัดแยกแล้วมีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว	Stoker
RDF4 : Dust RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการทำให้อยู่ในรูปของผงฝุ่น	Fluidized Bed Combustor, Pulverized Fuel Combustor
RDF5 : Densified RDF	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยให้มีความหนาแน่นมากกว่า 600 kg/m3	Fluidized Bed Combustor, Multi fuel Combustor
RDF6 : RDF Slurry	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้มาผ่านกระบวนการให้อยู่ในรูปของ Slurry	Swirl Burner
RDF7 : RDF Syn-gas	ขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้ มาผ่านกระบวนการ Gasification เพื่อผลิต Syn-gas ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซได้	Burner, Integreated Gasification-Combined

การออกแบบขั้นตอนต่างๆ ในการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง ขึ้นอยู่กับสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น ถ้าขยะมูลฝอยได้มีการคัดแยกส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่(เช่นโลหะและแก้ว) ได้จากแหล่งกำเนิดก่อนอยู่แล้ว ดังนั้นในกระบวนการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงก็อาจจะไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการคัดแยกโลหะหรือแก้วก็ได้ โดยทั่วไปขยะจะถูกนำมาคัดแยกส่วนที่นำไปกลับใช้ซ้ำได้ (เช่นโลหะ อลูมิเนียม และแก้ว) และคัดแยกอินทรีย์สาร (เช่น เศษ

อาหาร) ที่มีความชื้นสูง ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบป้อนเข้ากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ หรือผลิตสารปรับปรุงคุณภาพดิน (Soil conditioner) สำหรับส่วนประกอบมูลฝอยที่เหลือจะถูกนำไปลดขนาด ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกระดาษ เศษไม้ พลาสติก ซึ่งสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเผาไหม้โดยตรงในรูปของ Coarse RDF (c-RDF) หรือ RDF ชนิดหยาบ หรือนำมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งและการอัดแท่งเพื่อผลิตเป็น Densified RDF (d-RDF) ในการพิจารณาว่าจะผลิตขยะเชื้อเพลิงชนิดใดขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของระบบการเผาไหม้ สถานที่ที่ตั้งระหว่างที่ผลิตเชื้อเพลิงขยะ และสถานที่ที่ใช้งาน สัดส่วนของปริมาณขยะเชื้อเพลิง (RDF) ที่ผลิตได้ต่อปริมาณขยะมูลฝอย 1 ตัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดเก็บขยะ กระบวนการที่ใช้ในการแปรรูปขยะ และคุณภาพของเชื้อเพลิงขยะที่ต้องการ จากรายงานของ European Commission Directorate General Environment พบว่าสัดส่วนการผลิตเชื้อเพลิงขยะจะอยู่ในช่วงระหว่าง 23-50% โดยน้ำหนักของขยะที่ป้อนเข้า ปริมาณของขยะเชื้อเพลิงในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (European Union) มีประมาณ 3 ล้านตันต่อปี โดยมีประเทศที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะเป็นขยะเชื้อเพลิงมาอย่างต่อเนื่องได้แก่ ออสเตรีย ฟินแลนด์ เยอรมนี อิตาลี เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน นอกจากนี้ประเทศเบลเยี่ยมและสหราชอาณาจักรกำลังอยู่ระหว่างการพัฒนา ประเทศที่มีการศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะเป็นขยะเชื้อเพลิงมากอีกประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น โดยมีโรงงานแปรรูปขยะเป็นขยะเชื้อเพลิง มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 2.5 ตัน/วัน ไปจนถึง 390 ตัน/วัน ขึ้นอยู่กับการวางแผนการจัดการขยะในแต่ละพื้นที่ โดยทั่วไปแล้วโรงผลิตเชื้อเพลิงขยะจะมีกำลังการผลิตประมาณ 50 ตัน/วัน องค์ประกอบของเชื้อเพลิงขยะ จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะที่นำมาแปรรูป วิธีการจัดเก็บ และกระบวนการที่ใช้ในการแปรรูป คุณลักษณะที่สำคัญของขยะเชื้อเพลิงหลังจากการแปรรูปแล้ว ได้แก่ ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณซัลเฟอร์และคลอไรด์ นอกจากนี้การแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงจะช่วยลดความชื้น ส่งผลให้ค่าความร้อนขยะมีค่าสูงขึ้นด้วย การใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงขยะ สามารถใช้ได้ทั้งในรูปผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อน โดยที่อาจจะมีการใช้ประโยชน์ในสถานที่ผลิตเชื้อเพลิงขยะ หรือขนส่งไปใช้ที่อื่น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เผาร่วมกับถ่านหิน (Co-firing) เพื่อลดปริมาณการใช้ถ่านหินลงในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยมีรูปแบบเตาเผาที่ใช้เปลี่ยนเชื้อเพลิงขยะให้เป็นพลังงานความร้อน ประกอบด้วย เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker) เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed Combustor) หรือเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) หรือไพโรไลซิส (Pyrolysis)

2.2.5 เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)

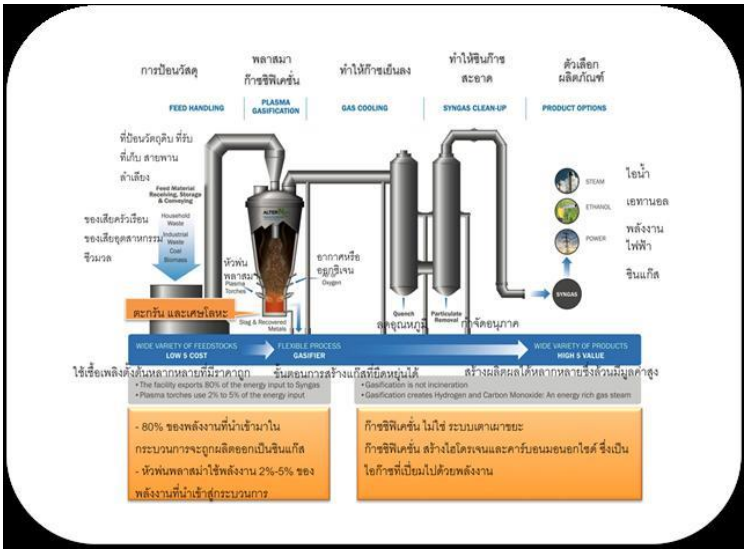
ภาพประกอบ 13 เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) [2]

เป็นกระบวนการทำให้ขยะเป็นก๊าซโดยการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ (partial combustion) กล่าวคือ สารอินทรีย์ในขยะจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนปริมาณจำกัด ทำให้เกิดก๊าซซึ่งมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนและมีเทน เรียกว่า producer gas ในกรณีที่ใช้อากาศเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนต่ำประมาณ 3 – 5 MJ/Nm3 แต่ถ้าใช้ออกซิเจนเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าคือประมาณ 15 – 20 MJ/Nm3 กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากเชื้อเพลิงแข็งประกอบไปด้วยกระบวนการสลายตัว (decomposition) และกระบวนการกลั่นสลาย (devolatilization) ของโมเลกุลสารอินทรีย์ในขยะ ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200–1,400 °C ในบรรยากาศที่ควบคุมปริมาณออกซิเจน เพื่อผลิตสารระเหยและถ่านชาร์ ในขั้นตอนของกระบวนการกลั่นสลายหรือที่เรียกว่าไพโรไลซิส (pyrolysis) ขยะจะสลายตัวด้วยความร้อนเกิดเป็นสารระเหย เช่น มีเทน และส่วนที่เหลือยังคงสภาพของแข็งอยู่เรียกว่า ถ่านชาร์ สารระเหยจะทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ต่อที่อุณหภูมิสูงหรือปฏิกิริยา ทุติยภูมิ (secondary reaction) ในขณะที่ถ่านชาร์จะถูกก๊าซซิฟายต่อโดยอากาศ ออกซิเจน หรือไอน้ำ ได้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง ปฏิกิริยาที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง

รูปแบบการใช้งานก๊าซเชื้อเพลิง เช่น การ ให้ความร้อนโดยตรง ผลิตไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะ จะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง การกำจัดปริมาณของน้ำมันทาร์และฝุ่นละอองในก๊าซเชื้อเพลิง ปัจจัยที่กำหนดสัดส่วนองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง คือ ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ สภาวะความดัน และอุณหภูมิ ส่วนคุณลักษณะของขยะจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ

พฤติกรรมทางด้านเคมีความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ในแง่ของประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในการเผาในกังหันก๊าซหรือหม้อไอน้ำ

2.2.6 เทคโนโลยีลาสม่าอาร์ค (Plasma Arc)



ภาพประกอบ 14 เทคโนโลยีพลาสม่าอาร์ค (Plama Arc) [2]

การนำเทคโนโลยีพลาสมาอาร์คมาประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับกำจัดขยะติดเชื้อ ขยะอันตราย ตลอดจนขยะมูลฝอย ที่มีความแปรปรวนทั้งด้านคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติด้านเคมีสูงโดยกระบวนการพลาสมาอาร์คจะอาศัยหลักการปล่อยกระแสไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อนกับแก๊ส (ไนโตรเจน, ออกซิเจน, เป็นต้น) เพื่อสร้างอุณหภูมิเปลวแก๊สให้มีความร้อนสูงมากในช่วง 2,200-11,000 oC จึงสามารถกำจัดขยะมูลฝอย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้นแบบฯ สามารถรองรับขยะติดเชื้อ ได้ถึง 200-300 กิโลกรัม/ชั่วโมง

โดยมีอุปกรณ์หลัก คือ

1. ชุดพลาสมาอาร์ค ซึ่งประกอบด้วย

– หัวพลาสมา (Plasma Arc Torch) ซึ่งผลิตจากวัสดุทนอุณหภูมิสูง

– ชุดขั้วไฟฟ้า (Electrode)

– ชุดหัวฉีดแก๊ส (Gas injectors)

– ชุดจุดประกายไฟฟ้า (Sparker)

– ชุดลดอุณหภูมิของหัวพลาสมา (Water cooling system)

– ชุดอุปกรณ์จ่ายกระแส (Power Supply)

– ชุดควบคุมระบบ (Control Panel)

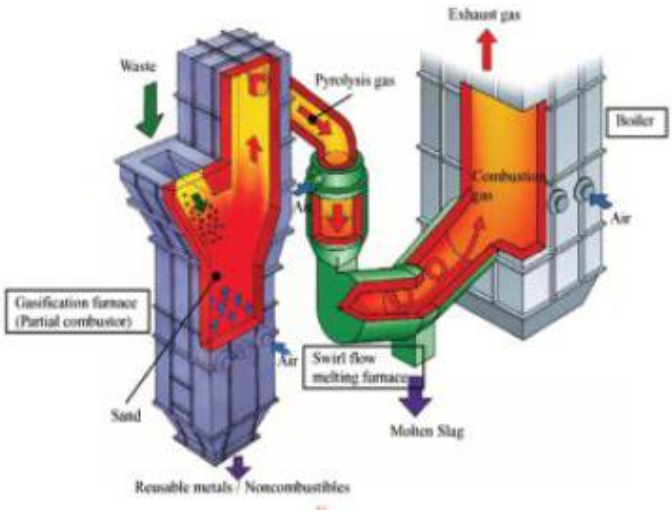
2. เทคโนโลยีเตาเผา ซึ่งพัฒนาขึ้นมา 2 ระบบ คือ

– ระบบเตาเผาไหม้โดยตรง (Plasma Incinerator) เพื่อกำจัดขยะติดเชื้อ ควบคู่กับการการผลิตความร้อน

– ระบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ (Plasma Gasifier) เพื่อเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ในขยะติดเชื้อให้กลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิง แล้วนำแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้ไปใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายใน เทคโนโลยีพลาสม่าอาร์คจึงถือเป็นเทคโนโลยีการกำจัดขยะติดเชื้อควบคู่กับการผลิตพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.2.7 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน (MSW Gasificatio)

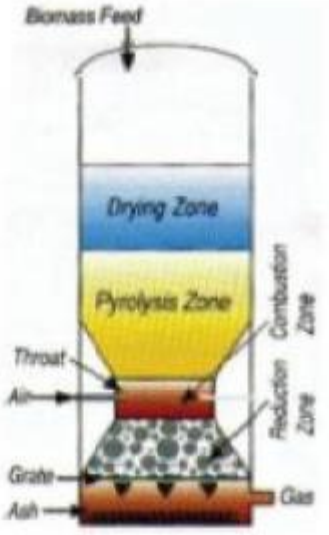
เป็นกระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน หรือเทคโนโลยี ไพโรไลซิส/ ก๊าซซิฟิเคชัน (Pyrolysis/Gasufucation) เป็นกระบวนการทำให้ขยะมูลฝอยเป็นก๊าซ โดยทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ กล่าวคือสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนปริมาณจำกัด ทำให้เกิดก๊าซซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนและมีเทน เรียกว่า product Glass ซึ่งในกรณีที่ใช้อากาศเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่จะได้มีค่าความร้อนต่ำประมาณ 3-5 MJ/ Nm^3 แต่ถ้าให้ออกซิเจนเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ตาเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนสูงประมาณ 15-20 MJ/Nm^3 เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier สามารถแบ่งออกได้เป็น Downdraft, Updraft, Cross-Current และ Fluid Bed Gasifier ดังนี้



ภาพประกอบ 15 เตาเผาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงขยะชุมชน [2]

1. Updraft Gasifier เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเครื่องและอากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่างบริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไปจะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงขึ้น ซึ่งเรียกบริเวณนี้ว่า Combustion Zone เมื่ออากาศผ่านเข้าไปในบริเวณ Combustion Zone จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำก๊าซน้ำร้อนผ่านจาก Combustion Zone จะมีอุณหภูมิสูงและจะถูกส่งผ่านไปยัง Reduction Zone ซึ่งเป็นโซนที่มีปริมาณคาร์บอนมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน หลังจากนั้นก๊าซที่ได้จะไหลเข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในของเชื้อเพลิง และกลั่นสลายในช่วงอุณหภูมิ 200-500 °C หลังจากนั้นก๊าซจะไหลเข้าสู่ชั้นของเชื้อเพลิงที่ชื้น เนื่องจากก๊าซยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงไประเหยน้ำที่อยู่ในเชื้อเพลิงเหล่านั้น ทำให้ก๊าซที่ออกจากเครื่องปฏิกรณ์มีอุณหภูมิต่ำลง สารระเหยและน้ำมันทาร์ที่เกิดขึ้นในช่วงการกลั่นสลายจะติดออกไปกับก๊าซเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้น ดังนั้นก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier จะมีปริมาณของน้ำมันทาร์มาก บางครั้งอาจมีถึง 20% ของน้ำมันทาร์ที่ได้จากไพโรไลซิสชีวมวล ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier มีอุณหภูมิไม่สูงนักและมีปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนและน้ำมันทาร์มากทำให้มีค่าความร้อนมาก จำเป็นต้องมีหน่อยทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิงก่อนน้ำเชื้อเพลิงไปหมุนกังหันก๊าซ ข้อดีหลักของเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier คือติดตั้งง่ายและมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง

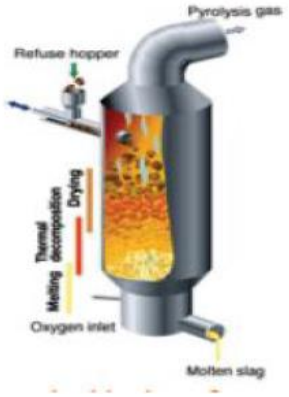
2. Downdraft Gasifier เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier แบบนี้ออกมาเพื่อขจัดน้ำมันทาร์ในก๊าซเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ อากาศจะถูกดูดผ่านจากด้านบนลงสู่ด้านล่างผ่านกลุ่มของหัวฉีดซึ่งเรียกว่า Tuyers บริเวณหัวฉีดจะเป็นบริเวณโซน Combustion ก๊าซที่ได้จากโซน Combustion จะถูก Ruduced ในขณะที่ไหลลงสู่ด้านล่างและผ่านชั้นคาร์บอนที่ร้อนซึ่งอยู่เหนือตะแกรงเหล็กเล็กน้อย ขณะเดียวกันในขั้นตอนของเชื้อเพลิงที่อยู่ทางด้านบนของโซน Combustion จะมีปริมาณออกซิเจนน้อยมากทำให้เกิดการกลั่นสลายไหลผ่านชั้นของคาร์บอนที่ร้อน ทำให้น้ำมันทาร์ที่เกิดจากการแตกตัวเป็นก๊าซ ซึ่งการแตกตัวนี้จะเกิดเป็นก๊าซ ซึ่งการแตกตัวนี้จะเกิดที่อุณหภูมิคงที่อยู่ในช่วงระหว่าง 800-1,000 °C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 1,000 °C ปฏิกิริยาดูดความร้อนจะทำให้ก๊าซที่ได้มีอุณหภูมิต่ำลง แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ปฏิกิริยาคายความร้อนจะทำให้ก๊าซที่ได้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซที่ผ่านโซน Combustion จะมีส่วนประกอบของน้ำมันทาร์ลดลงเหลือน้อยกว่า 10% ของน้ำมันทาร์ที่ได้จาก Updraft Gasifier และก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะสะอาดกว่า การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงโดยเครื่องปฏิกรณ์ Downdraft Gasifier นี้ง่าย และมีความน่าเชื่อถือสำหรับเชื้อเพลิงที่แห้ง (มีความชื้นต่ำกว่า 30%) เนื่องจากว่าก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีปริมาณน้ำมันทาร์ต่ำ เครื่องปฏิกรณ์แบบ Downdraft Gasifier จึงเหมาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีเครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่มีขนาดกำลังการผลิตไม่เกิน 500 Kg/hr หรือ 500 kWe



ภาพประกอบ 16 Downdraft Gasifier [2]

3. Fluid Bed Gasifier การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเกิด Slag มากเกินไปจึงก่อให้เกิดการอุดตันในเครื่องปฏิกรณ์บ่อยครั้ง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier ขึ้น เครื่องปฏิกรณ์แบบนี้อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิง เมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านให้สูงจนกระทั่งทำให้เชื้อเพลิงที่วางอยู่เริ่มลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายกับของไหล ภายในเครื่องปฏิกรณ์จะใส่วัสดุเฉื่อย (Inert Material) ซึ่งอาจจะเป็น ทราย อลูมิเนียม หรือออกไซด์ของโลหะที่ทนความร้อนสูงและไม่เกิดการหลอมตัวกัน โดยมีแผ่นที่เจาะรูมารองรับตัวกลางเหล่านี้ที่ตัวลงของเครื่องปฏิกรณ์ แผ่นที่เจาะรูจะช่วยทำให้เกิดการกระจายตัวแบบฟลูอิดไดเซชันอย่างทั่วถึงของเบดโดยผ่านอากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ตอนล่างของแผ่นรองรับ ซึ่งความเร็วของอากาศหรือออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปต้องมีค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ตัวกลางมีสภาพแขวนลอย (Suspension) โดยปกติเชื้อเพลิงจะถูกเปลี่ยนให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงภายในเบด ปฏิกิริยา Gasifier อาจเกิดขึ้นที่ส่วนที่เป็นที่ว่างเหนือเบดหรือเรียกว่า Freeboard โดยปฏิกิริยาของอนุภาคเชื้อเพลิงเล็กๆ ที่ปลิวหลุดออกมาจากเบดหรือปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยความร้อนของน้ำมันทาร์ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier จะมีปริมาณน้ำมันทาร์ อยู่ระหว่างก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบ Updraft Gasifier และ Down Gasifier ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับเครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier คือการสูญเสียสภาพฟลูอิดไดเซชั่น เนื่องจากโลหะอัลคาไลน์ จะเข้าของเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้น เช่นโซเดียมคาร์บอเนต หรือโปตัสเซียมคาร์บอเนต จะรวมตัวกับซิลิก้า ในทราย ซึ่งนิยมใช้เป็นตัวกลางในเบด เกิดเป็นสารประกอบที่มีจุดหลอมเหลวต่ำทำให้ตัวกลางหลอม

รวมกัน สูญเสียสภาพฟลูอิดไดเซชั่น อย่างไรก็ตาม การสูญเสียคาร์บอนที่ติดไปกับเถ้าอาจมาก ทำให้เครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier ไม่คุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการใช้งานขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงไปด้วย

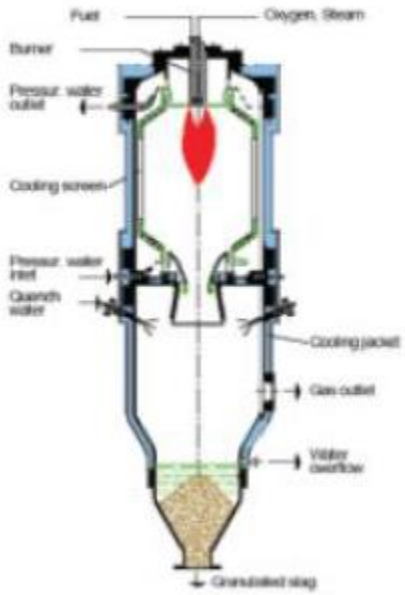


ภาพประกอบ 17 Fluid Bed Gasifier [2]

เครื่องปฏิกรณ์แบบ Fluid Bed Gasifier มีข้อดีคือ การผสมที่ปั่นป่วนมาก ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อน และการถ่ายเทมวลมีค่าสูง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสามารถควบคุมอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์ได้ค่อนข้างง่าย ข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้คือ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีปริมาณเถ้าและฝุ่นถ่านชาร์ ออกมาด้วย เนื่องจากความเร็วภายในเครื่องปฏิกรณ์มีค่าสูงจึงต้องนำ Cyclone มาใช้กับระบบด้วย

4. Circulating Fluid Bed Gasifier เครื่องปฏิกรณ์แบบ Circulating Fluid Bed Gasifier พัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ Carbon conersion โดยอนุภาคเชื้อเพลิงจะถูกรีไซเคิลกลับมายังเบด โดยความเร็วในการฟลูอิดไดซ์ จะต้องสูงพอที่จะทำให้อนุภาคลอยในปริมาณว่า

5. Entrained Bed Gasifier ในเครื่องปฏิกรณ์แบบ Entraned Bed Gasifier จะไม่มี Inert แต่เชื้อเพลิงที่จะใช้ต้องลดขนาดให้เล็กมาก โดยปกติเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้จะเดินเครื่องที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200-1,500 ^{0}C ซึ่งขึ้นกับว่าจะใช้อากาศหรือออกซิเจน ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้รับจะมีปริมาณน้ำมันทาร์และ สารไฮโดรคาร์บอนต่ำกว่า อย่างไรก็ตามเนื่องจากต้องเดินเครื่องที่อุณหภูมิสูง จึงมีปัญหาเรื่องการเลือกใช้วัสดุและปัญหาเรื่องการรวมตัวของเถ้า ในเครื่องปฏิกรณ์แบบ Entraned Bed Gasifier จะให้ค่า Carbon conersion สูงถึง 100 % อีกทั้งมีการใช้งานสำหรับการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะมูลฝอยชุมชนน้อย



ภาพประกอบ 18 Entraned Bed Gasifier [2]

6. Comparison of Pressurized and Atmospheric Operation

6.1 เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier แบบอัดความดัน มีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

6.1.1 ระบบป้อนเชื้อเพลิงยุ่งยากและแพง นอกจากนี้ยังต้องการก๊าซเฉื่อยปริมาณมากในการ purging

6.1.2 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรก (Capital Cost) จะสูงกว่าเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ที่ความดันอากาศ โดยระบบ Pressurized Gasifier จะแพงกว่าระบบ Atmospheric Gasification ถึง 4 เท่า สำหรับเครื่องที่มีกำลังต่ำกว่า 20 MWe แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าและพบว่าสำหรับเครื่องที่มีกำลังสูงกว่า 50 MWe ระบบ Pressurized Gasification จะคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าระบบ Atmospheric Gasification

6.1.3 ก๊าซเชื้อเพลิงจะถูกป้อนไปยังกังหันก๊าซที่ภาวะ อัดความดัน จึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มความดันให้กับก๊าซเชื้อเพลิงเหมือนกรณีของระบบ Atmospheric Gasification

6.1.4 ประสิทธิภาพรวมของระบบจะสูงกว่าระบบ Atmospheric Gasification

6.1.5 ระบบทำความสะอาดก๊าซ เชื้อเพลิงโดยปกติจะให้ระบบ Mechanical Filter ซึ่งสามารถลดการสูญเสียพลังงานทางความร้อนและความดันได้ นอกจากนี้เป็นหลักการที่ง่ายและถูกกว่าระบบ Scrubbing

6.2 เครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ที่มีความดันบรรยากาศมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

6.2.1 สำหรับการใช้งานในกังหันก๊าซจำเป็นต้องทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิงและอัดความดันก่อนเข้ากังหัน สำหรับการใช้งานในเครื่องไม่จำเป็นต้องอัดความดัน

6.2.2 ระบบ Atmospheric Gasification มี ศักยภาพในกรณีที่ใช้งานที่กำลังต่ำกว่า 30 MKe เนื่องจาก Capital Cost ต่ำกว่าระบบ Pressurized Gasification มาก

การเลือกชนิดเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ขึ้นอยู่กับขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องปฏิกรณ์และออกซิเจนที่ใช้ในทางทฤษฎีจะคิดว่า น้ำมันทาร์ สารไฮโดรคาร์บอนและถ่านชาร์ จะเปลี่ยนเป็นก๊าซเชื้อเพลิงทั้งหมดอย่างสมบูรณ์อย่างไรก็ตามชนิดและรูปแบบของเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier สามารถทำให้ปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์ได้ ซึ่งระดับของการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้น อยู่กับรูปร่างและลักษณะของเครื่องปฏิกรณ์ ด้วย ขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตและชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier ที่เหมาะสมแสดงดังต่อไปนี้

- Updraft : 20 kW-1 MW
- Downdraft: 1-15 MW
- Bubbling fluidized bed: 2-50 MW
- Circumsting fluidized bed (CFB): 10-120 MW
- Pressurized fluidized bed (PFB): 80-500 MW

2.3 การวิเคราะห์ต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ ซึ่งผลจาการศึกษานี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจว่าการลงทุนในโครงการจะคุ้มค่าหรือไม่นั้น ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุน โดยเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนสามารถทำได้โดยอาศัยเครื่องมือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันในรูปตัวเงินที่จ่ายออกไปในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนด โดยการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยจะต้องทราบข้อมูล กระแสเงินสดรับสุทธิรายปีและกระแสเงินสดจ่ายสุทธิรายปีตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ [6]

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^n} \quad (2.1)$$

โดยที่

NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิจากโครงการ

C_0 หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกของโครงการ (Initial Cost)

B_t หมายถึง กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการในปีที่ t

t หมายถึง ปีของโครงการมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง t

n หมายถึง อายุของโครงการ

r หมายถึง อัตราคิดลดที่เหมาะสมหรืออัตราดอกเบี้ย

หลักการตัดสินใจเพื่อการลงทุนในโครงการ คือ คำนวณมูลค่าของข้อมูลปัจจุบันสุทธิแล้วมีค่ามากกว่าศูนย์ หมายถึง โครงการนั้นคุ้มค่าแก่การลงทุน หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์ โครงการนั้นไม่สมควรลงทุน และหากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์ ผลจากการลงทุนโครงการนั้นให้ผลตอบแทนเท่าต้นทุนที่ลงทุน หรือ เท่าทุนนั้นเอง

ผลประโยชน์ของโครงการผ่านอัตราคิดลด (Discount Rate) ซึ่งอัตราคิดลด คือ อัตราที่นำมาใช้เพื่อปรับมูลค่าของเงินทั้งในรูปของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ในแต่ละช่วงเวลาให้อยู่มีมูลค่าอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันก่อนที่จะมีการเปรียบเทียบหรือวิเคราะห์โครงการ โดยสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ [9]

$$PV = \frac{FV}{(1+d)^t} \quad (2.2)$$

โดยที่

FV หมายถึง มูลค่าในอนาคต

PV หมายถึง มูลค่าในปัจจุบัน

d หมายถึง อัตราคิดลด

t หมายถึง จำนวนปี

การเลือกใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการตามแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ คือ การใช้ค่าเสียโอกาสของการใช้ปัจจัยทุน กล่าวคือ มูลค่าของผลตอบแทนของปัจจัยทุนที่เสียไปจากการเลือกทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนั้น ค่าเสียโอกาสของต้นทุนที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่เหมาะสมคือ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เงินซึ่งเป็นผลตอบแทนที่ได้รับจากการให้กู้

2.3.2 ระยะคืนทุน (Payback period : PB) คือ จำนวนปี ที่กิจการจะได้รับเงินที่ลงทุนเริ่มแรกของโครงการกลับคืนมา กล่าวอีกนัยหนึ่งคือระยะเวลาที่กระแสเงินสดสะสม (Cumulative cash flows) ของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก/ ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี

โดยทั่วไปแล้วระยะเวลาคืนทุนใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจเพื่อชี้ให้เห็นสภาพคล่องของโครงการเท่านั้น เพราะไม่ได้มีการคำนึงถึงมูลค่าของเงินตามระยะเวลา ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกระแสเงินสดที่ได้รับเข้ามาในช่วงต้น และกระแสเงินสดที่ได้รับในช่วงหลัง ดังนั้นโครงการที่ให้ผลประโยชน์คืนเร็วในระยะเวลาอันสั้นก็น่าจะพิจารณามากกว่า เนื่องจากลดความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ในแง่ของเวลา เช่น นโยบายทางการเมือง สิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจ เทคโนโลยีที่มีการปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลา [6]

2.4 การศึกษาผลประโยชน์ของการลงทุนของโครงการ

ระยะเวลาคืนทุนทางพลังงานไฟฟ้าของโครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ คือ การหาระยะเวลาที่ระบบการผลิต ไฟฟ้าจากขยะจะสามารถผลิตปริมาณพลังงานได้เท่ากับปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาคืนทุนของพลังงานของระบบการ ผลิตไฟฟ้าจากขยะต้องมีระยะเวลาที่สั้นเพื่อให้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากขยะเป็น ทางเลือกที่มี ประสิทธิภาพกว่าการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เมื่อระบบการผลิตไฟฟ้าจากขยะ เลยระยะเวลาคืนทุนแล้ว ระบบการผลิตไฟฟ้าชนิดนี้จะเป็นแหล่งผลิตพลังงานสีเขียวที่มาแทนที่ ระบบการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยระยะเวลาที่ระบบการผลิต ไฟฟ้าจากขยะจะสามารถผลิตปริมาณพลังงานได้เท่ากับปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตนั้น ขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้จากขยะประเภทต่างๆ โดยสามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ดังนี้

$$EPBT = \frac{E_{input}}{E_{output}} \tag{2.3}$$

โดยที่

EPBT หมายถึง ระยะเวลาคืนทุนทางพลังงานไฟฟ้า

E_{input} หมายถึง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต

E_{output} หมายถึง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ในประเทศ

มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โครงการศึกษาความเป็นไปไดในการใช้ขยะชุมชนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า Feasibility Study of Municipal Solid Wastes for Electricity Generation จากงานวิจัยกล่าวว่าเนื่องจากขยะชุมชนแตกต่างเชื้อเพลิงชีวมวลอื่นๆ โดยมีองค์ประกอบทีซับซ้อนทั้งในสวนที่มีความชื้นสูง เช่น สารอินทรียประเภทเศษอาหาร และสวนที่มีคาความรอนมาก เช่นพลาสติกโฟม กระดาษ ทำใหการนำขยะชุมชนมาใชในการผลิตกระแสไฟฟาตองมีกระบวนการเพื่อปรับคุณภาพใหเหมาะสมกับวิธีการ เช่น การใชระบบการผลิตกาซชีวภาพสำหรับสวนที่เปนเศษอาหารหรือสารอินทรียที่มีความชื้นสูง หรือการใชวิธีเผาที่เหมาะสำหรับขยะชุมชนสวนที่มีคาความร้อนมาก แตการที่ทั้งองคประกอบหลักทั้งสองสวนปะปนกันทำใหการนำขยะชุมชนมาใชผลิตกระแสไฟฟาจึงยังคงเปนเรื่องที่ยุงยากมีตนทุนสูงและมีผลกระทบตอสิ่งแวดลอมมากดังนั้นแม้วขยะชุมชนจะมีศักยภาพที่จะใชในการผลิตกระแสไฟฟาทดแทนการใช้เชื้อเพลิงประเภทอื่นๆแต่การนำมาใชตองมีกระบวนการจัดการวิธีหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม

อรทัย วรรคาวิสันต์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้วิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพแล้วนามาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง เพื่อหาผลตอบแทนของโครงการ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนทั้งหมดที่ประกอบได้ด้วยต้นทุนในการลงทุนสร้างบ่อ และต้นทุนของการดา เนินงานต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และใช้กาวิเคราะห์เชิงพรรณนาโดยการอธิบายตัวเลขที่ได้มาว่ามีผลเป็นอย่างไร โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB) จากผลการศึกษาพบว่าในปีแรกมีการลงทุนของเงินทุนค่อนข้างสูงถึง 5,200,000 บาท เนื่องจากต้องลงทุนในเรื่องการสร้างระบบบ่อเก็บก๊าซชีวภาพที่ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนและต้องมีค่าใช้จ่ายในการทดสอบระบบ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมากกว่าจะได้ระบบที่สมบูรณ์ ดังนั้น จากการคำนวณพบว่า ณ อัตราคิดลด (ต้นทุนของเงินทุน) ที่ 8.45% ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,324,303 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 16% และมี

ระยะคืนทุน (PB) เท่ากับ 5.3 ปี โครงการจึงเหมาะกับการลงทุนและมีความคุ้มค่าต่อการฟื้นฟูสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมได้

ชญาณี ใช้สงวน (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจำลองกระบวนการไพโรไลซิสก๊าซซิฟิเคชั่นเพื่อการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจำลองกระบวนการไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นเพื่อการ ผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน โดยใช้โปรแกรมการจำลองทางวิศวกรรมเคมี Aspen Plus® ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าขยะมูลฝอย ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการในการทำการวิเคราะห์ คือ กระบวนการลดความชื้น การเปลี่ยนสภาพขยะมูลฝอยด้วยความร้อน ระบบผลิตไอน้ำ ระบบน้ำหล่อเย็นแบบปิดที่มีการหมุนเวียนน้ำกลับ และการทำความสะอาดก๊าซเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการที่สภาวะการดำเนินงานที่แตกต่างกัน โดยผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการจำลองกระบวนการไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นเปรียบเทียบกับกระบวนการเผาไหม้โดยตรงในการศึกษาผลของความชื้นที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ที่อัตราการป้อนขยะ(Wet Waste) 42 ตันต่อชั่วโมง ปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 50 โดยมวล กระบวนการไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงกว่ากระบวนการเผาไหม้โดยตรง และการนำขยะมาลดความชื้นก่อนป้อนเข้าสู่กระบวนการทางความร้อนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า ส่วนที่ 2 เป็นการจำลองกระบวนการไพโรไลซิส/ก๊าซซิฟิเคชั่นเมื่อต้องการคงขยะที่ยังมีความชื้น (Waste with Moisture) ก่อนเข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิสคงที่ที่ 28 ตันต่อชั่วโมง พบว่าเมื่อลดความชื้นของขยะอัตราการป้อนอากาศในห้องเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ปวัฒวงศ์ บำรุงขันท์ และ เจริญพร เลิศสถิตธนกร (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องทางเลือกในการระบายความร้อนสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากเธอร์โมอิเล็กทริก Heat rejection alternatives for thermoelectric power generator งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทางเลือกในการระบายความร้อนสำหรับการผลิตไฟฟ้าจาก
เธอร์โมอิเล็กทริกโดยออกแบบและจำลองการทดลองระบบผลิตไฟฟ้าจากเธอร์โมอิเล็กทริกเพื่อศึกษาระบบระบายความร้อนด้วยอากาศและระบบระบายความร้อนด้วยน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกซึ่งการถ่ายเทความร้อนให้กับเธอร์โมอิเล็กทริกควบคุมอุณหภูมิ 170 220 และ 270 องศาเซลเซียสด้วยการจ่ายไฟผ่านเครื่องหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดความร้อนส่วนด้านเย็นใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศและระบบระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ให้ได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้าจากการทดลองเมื่อนำทั้ง 2 ระบบเปรียบเทียบที่ทำการควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนไว้ 270 องศาเซลเซียสระบบระบายความร้อนด้วยอากาศและระบบระบายความร้อนด้วยน้ำพบว่า ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ให้กำลังไฟฟ้า 20.6 วัตต์และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 8.72 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

ที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด 16.4 วัตต์ประสิทธิภาพ 6.05 เปอร์เซ็นต์ชี้ให้เห็นว่าที่การควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนคงที่เท่ากันระบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอย (Incineration) บทความนี้จะนำเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการลงทุนผลิตพลังงานจากขยะโดยการใช้เทคโนโลยีเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคโนโลยีผลิตพลังงานจากขยะที่พิสูจน์แล้วมาเป็นระยะเวลานานและประสบความสำเร็จในการนำมาใช้งานในประเทศไทย โดยมีเนื้อหาที่จะนำเสนอประกอบด้วยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการเตาเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้าเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาโครงการในเบื้องต้นของผู้ทำการตัดสินใจข้อพิจารณาทางด้านเทคนิคในการวางแผนดำเนินโครงการวงจรโครงการ แผนผังการบริหารจัดการโครงการรวมทั้งตัวอย่างการออกแบบโครงการเพื่อการประมาณราคาและการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านการเงินของโครงการตลอดจนการวิเคราะห์พื้นที่ต่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีความเป็นไปได้ในการนำผลการศึกษาไปพิจารณาปรับใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

พิมพ์พรรณ กาเยนนท์ (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา งานวิจัยนี้จะนำเสนอผลการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาของครัวเรือนที่เข้าร่วมโครงการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และเพื่อศึกษาเครื่องมือในการดำเนินนโยบายของรัฐบาลเพื่อสนับสนุนโครงการการรับซื้อไฟฟ้าและเพื่อศึกษาผลประโยชน์จากการใช้ไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ของครัวเรือนที่เข้าร่วมโครงการรับซื้อไฟฟ้าในส่วนการคำนวณต้นทุนและผลประโยชน์ของครัวเรือนที่เข้าร่วมโครงการรับซื้อไฟฟ้า ผู้วิจัยอาศัยเครื่องมือ 2 ประการ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และการวิเคราะห์ค่าความไว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ต่อยอดผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาข้อมูลในการดำเนินนโยบายของรัฐบาลเพื่อสนับสนุนโครงการรับซื้อไฟฟ้าฯ และการศึกษาประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมที่ได้รับจากการใช้ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยอาศัยเครื่องมือ 2 ประการ ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุนทางพลังงาน และอัตราการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

อังสนา พจน์ศิริ (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก การศึกษาวิจัยครั้งนี้พิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาระหว่างระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) โดยศึกษาความคุ้มค่าทางด้านการเงินและทางด้านเศรษฐศาสตร์ในโกดังเก็บสินค้ากรณีศึกษาซึ่งตัวชี้วัดที่ใช้คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตรา

ผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะคืนทุน(Payback period) การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในครั้งนี้มีระยะเวลาของโครงการ 25 ปี ตามอายุของเซลล์แสงอาทิตย์จากผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินด้วยอัตราดอกเบี้ย 6.75% พบว่าโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system)มีค่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็น 1,694,317.16 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เป็น 13% ระยะคืนทุน (Payback period) อยู่ที่ 7.23 ปี ส่วนกรณีระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) พบว่าค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็น 324,704.04 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เป็น -8% ระยะคืนทุน (Payback period) อยู่ที่ 8.05 ปี จึงสรุปได้ว่ากรณีระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีความเป็นไปได้ที่จะลงทุนถ้าเทียบกับระบบโดดเดี่ยว (Off grid system)

พัฒสกรณ์ ศรไชย และ ยศกร บุญสิทธิ์ (2561 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม็กเนโตไฮโดรไดนามิคด้วยความร้อนจากการเผาขยะ งานวิจัยนี้จะนำเสนอผลการศึกษาการศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการเผาขยะด้วยหลักการแม็กเนโตไฮโดรไดนามิคตัวเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือห้องเผาไหม้ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดความร้อนสูงอย่างน้อย 1,000 องศาเซลเซียส ส่วนที่ 2 คือส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม็กเนโตไฮโดรไดนามิค เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้นแบบถูกออกแบบไว้ 2 แบบเพื่อให้สามารถผลิตให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 2 ขั้วและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 6 ขั้ว หลักการทำงานคือเมื่อมีการเผาขยะจะได้ความร้อนและนำความร้อนที่ได้ใช้เป็นพลังงานในการสร้างพลาสม่าขึ้นมาเป็นต้นกำลังผลิตให้ไหลผ่านสนามแม่เหล็กและเกิดพลังงานไฟฟ้า ผลการทดลองเปรียบเทียบการผลิตแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสองแบบพบว่า เมื่อเผาขยะที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะได้แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตามทั้งสองแบบ โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ2 ขั้วผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ประมาณ3 โวลต์ที่ 800 องศาเซลเซียส ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ6 ขั้วสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ประมาณ 0.8 โวลต์ที่ 800 องศาเซลเซียสในสภาวะไม่ต่อโหลดผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 2 ขั้วสามารถผลิตแรงดันได้มากกว่าแบบ 6 ขั้ว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) เพราะผู้ศึกษาต้องการศึกษาความเป็นไปได้และความคุ้มค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอย ผู้วิจัยได้ใช้พื้นที่เทศบาลเมืองยโสธรเป็นกรณีศึกษา เพื่อเป็นแนวทางให้นักลงทุนได้พิจารณาและวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลกรณีศึกษา
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. แนวทางและวิธีการศึกษา

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลกรณีศึกษา

ผู้ศึกษาใช้ข้อมูลจำนวนขยะและประเภทขยะในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองยโสธรเป็นกรณีศึกษาซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เทศบาลเมืองยโสธร เป็นเทศบาลหลักของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร โดยพื้นที่อำเภอเมืองประกอบด้วย 18 ตำบล ได้แก่ ตำบลในเมือง ตำบลน้ำคำใหญ่ ตำบลตาดทอง ตำบลสำราญ ตำบลค้อเหนือ ตำบลดู่ทุ่ง ตำบลเดิด ตำบลขั้นไดใหญ่ ตำบลทุ่งแต้ ตำบลสิงห์ ตำบลนาสะไมย์ ตำบลเขื่องคำ ตำบลหนองหิน ตำบลหนองคู ตำบลขุมเงิน ตำบลทุ่งนางโอก ตำบลหนองเรือ และตำบลหนองเป็ด เทศบาลเมืองยโสธร ครอบคลุมพื้นที่ตำบลในเมืองทั้งตำบล มีพื้นที่ทั้งหมด 9.7 ตารางกิโลเมตร โดยมีชุมชนในพื้นที่เขตเทศบาล ทั้งสิ้น 23 ชุมชน มีประชากรจำนวน 20,422 คน แยกเป็นชาย 9,905 คน หญิง 10,517 คน และมีจำนวน ครัวเรือน 8,855 ครัวเรือน

2. มีการแบ่งกลุ่มพื้นที่เพื่อดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยเพียง 1 กลุ่มพื้นที่ มีเทศบาลเมือง ยโสธร เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) หลักและ อปท. ร่วมกำจัด 24 แห่ง เทศบาลเมืองยโสธร มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้น ณ ปี พ.ศ. ๒๕๖๑ เฉลี่ยวันละประมาณ 26 ตัน ปัจจุบัน อปท. ที่ดำเนินการกำจัด ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองยโสธรรวมทั้งสิ้น 25 แห่ง มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมทั้งสิ้นประมาณ 66.53 ตันต่อวัน

ตาราง 5 รายชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่สถานที่กาจัดขยะ มูลฝอยของเทศบาลเมืองยโสธร [3]

ลำดับ	อปท.	ระยะทางถึงโครงการ (กิโลเมตร)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)
1	ทม.ยโสธร	14	24.72
2	ทต.คาเขื่อนแก้ว	9	2.58
3	ทต.ตาดทอง	16	5.30
4	ทต.เดิด	13	2.06
5	ทต.สาราญ	21	5.78
6	ทต.น้ำคาใหญ่	15	3.20
7	อบต.หนองคู	2	1.17
8	อบต.สิงห์	6	1.41
9	อบต.หนองเรือ	15	1.04
10	อบต.ย่อ	12	0.99
11	อบต.ลุมพุก	30	1.70
12	อบต.ดู่ทุ่ง	25	0.46
13	อบต.เชียงเพ็ง	22	0.52
14	อบต.ทุ่งนางโอก	23	1.62
15	อบต.หนองหิน	10	1.16
16	อบต.โพธิ์ไทร	20	1.02
17	อบต.ค้อเหนือ	24	1.39
18	อบต.กุดกุง	30	0.69
19	อบต.โคกนาโก	26	1.23
20	อบต.กระจาย	6	1.08
21	อบต.ศรีฐาน	11	1.09
22	อบต.ทุ่งมน	12	1.83
23	ทต.ป่าติ้ว	19	1.63
24	ทต.ฟ้าหยาด	29	2.63
25	อบต.หนองเป็ด	15	0.73
รวม			**66.53**

ตาราง 6 การสนับสนุนงบประมาณเพื่อการดาเนินการจัดการขยะมูลฝอย เทศบาลเมืองยโสธร [4]

ลำดับที่	**ปีงบประมาณ**	**แหล่งงบประมาณ**	**วงเงิน** (ล้านบาท)
1	2542	กองทุนสิ่งแวดล้อม	40.000
2	2556	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	99.699
รวม			**139.699**

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือการคำนวณเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการทางด้านการเงิน โดยใช้ตัวชี้วัดดังนี้

3.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันในรูปตัวเงินที่จ่ายออกไปในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนดโดยการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยจะต้องทราบข้อมูล กระแสเงินสดรับสุทธิรายปีและกระแสเงินสดจ่ายสุทธิรายปีตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^n} \quad (3.1)$$

โดยที่

NPV หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิจากโครงการ

C_0 หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกของโครงการ (Initial Cost)

B_t หมายถึง กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการในปีที่ t

t หมายถึง ปีของโครงการมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง t

n หมายถึง อายุของโครงการ

r หมายถึง อัตราคิดลดที่เหมาะสมหรืออัตราดอกเบี้ย

หลักการตัดสินใจเพื่อการลงทุนในโครงการ คือ คำนวณมูลค่าของข้อมูลปัจจุบันสุทธิแล้วมีค่ามากกว่าศูนย์ หมายถึง โครงการนั้นคุ้มค่าแก่การลงทุน หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์ โครงการนั้นไม่สมควรลงทุน และหากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์ ผลจากการลงทุนโครงการนั้นให้ผลตอบแทนเท่าต้นทุนที่ลงทุน หรือ เท่าทุนนั้นเอง

3.2.2 ระยะคืนทุน (Payback Period) คือ จำนวนปี ที่กิจการจะได้รับเงินที่ลงทุนเริ่มแรกของโครงการกลับคืนมา กล่าวอีกนัยหนึ่งคือระยะเวลาที่กระแสเงินสดสะสม (Cumulative cash flows) ของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี

โดยมีหลักเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ต้องเลือกโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุด เพราะมีความเสี่ยงน้อยที่สุด

3.2.3 ระยะเวลาคืนทุนทางพลังงานไฟฟ้าของโครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ คือ การหาระยะเวลาที่ระบบการผลิต ไฟฟ้าจากขยะจะสามารถผลิตปริมาณพลังงานได้เท่ากับปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาคืนทุนของพลังงานของระบบการ ผลิตไฟฟ้าจากขยะต้องมีระยะเวลาที่สั้น เพื่อให้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากขยะเป็น ทางเลือกที่มี ประสิทธิภาพกว่าการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยสามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ดังนี้

$$EPBT = \frac{E_{input}}{E_{output}} \tag{3.2}$$

โดยที่

EPBT หมายถึง ระยะเวลาคืนทุนทางพลังงานไฟฟ้า

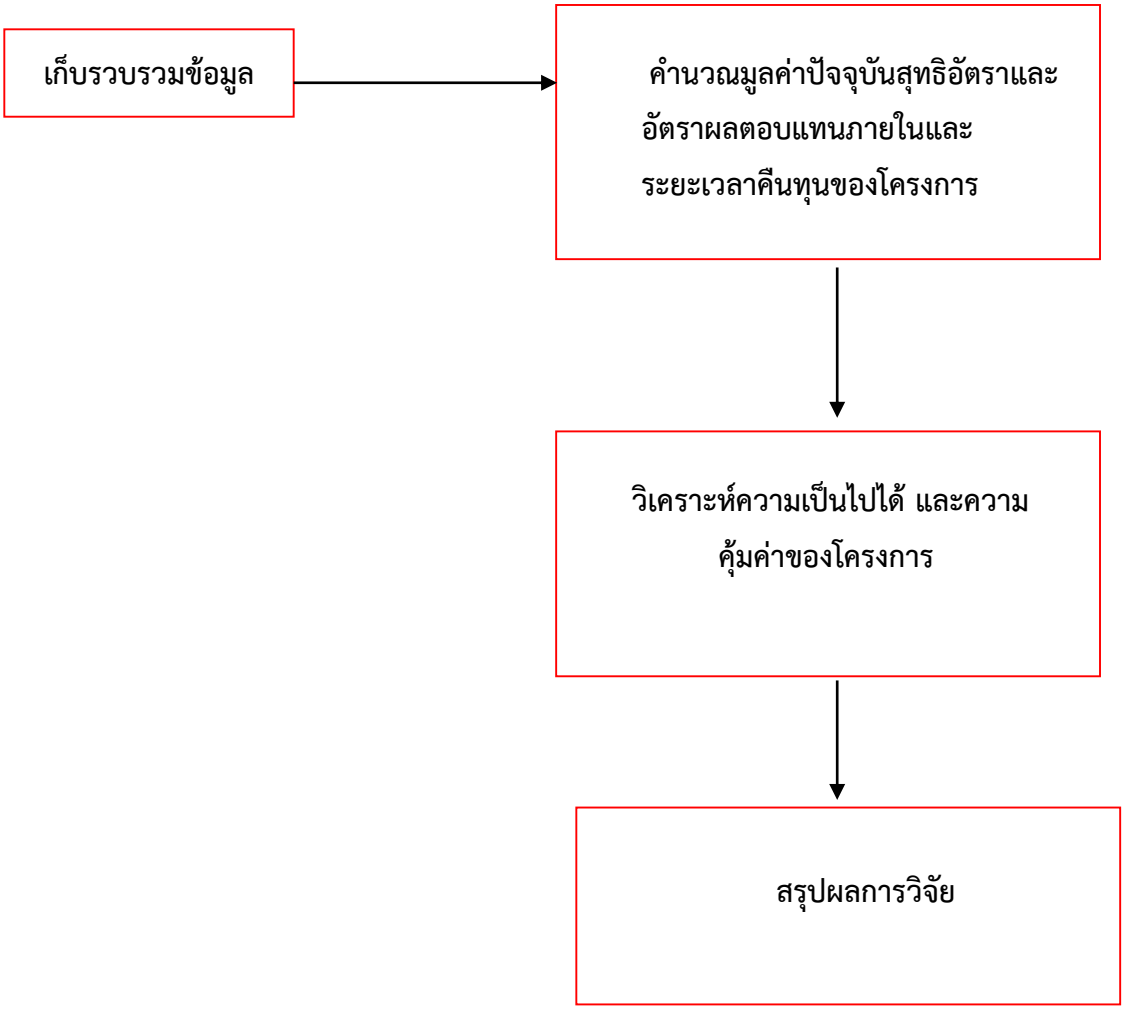
E_{input} หมายถึง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต

E_{output} หมายถึง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

3.3 แนวทางและวิธีการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดคือ ข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary data) โดยเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการค้นคว้าจากรายงานบทความสถิติงานวิจัยและเอกสารทางด้านวิชาการต่าง ๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดการทำวิจัย



ภาพประกอบ 19 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การเก็บข้อมูลปริมาณขยะและทางเลือกการจัดการขยะ

จากปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเทศบาลยโสธร ปี 2563 ที่เกิดขึ้น 24,283 ตัน/ปี ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นมี 3 ลักษณะ คือ 1) การใช้ประโยชน์จากขยะรีไซเคิล โดยการคัดแยกและนำกลับคืนสู่วัสดุรีไซเคิล ประเภท แก้ว กระดาษ พลาสติก เหล็ก และอะลูมิเนียม อื่นๆ ผ่านกิจกรรมการซื้อขายวัสดุรีไซเคิลโดยผ่านร้านรับซื้อของเก่า ศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชน ธนาคารขยะ และการเรียกคืนบรรจุภัณฑ์จากผู้ประกอบการ 2) การใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ โดยการนำขยะประเภทเศษอาหาร พืช ผัก ผลไม้ต่างๆ นำไปทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ สำหรับการใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตร 3) การฝังกลบ โดยจะนำขยะมูลฝอยส่วนที่เหลือจากการนำไปรีไซเคิลและการไปทำขยะอินทรีย์

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชน

ภายใต้โครงการใช้องค์ประกอบของกระทรวงพลังงานในการคำนวณหาค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่ใช้ในการออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอย โดยสูตรของดูลอง (Dulong's Formula) จะได้คุณสมบัติทางความร้อนโดยเป็นค่ากลาง ดังนี้

ตาราง 7 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชน [1]

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	**สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (%)**						
	C	H	O	N	S	Ash	Total
เศษอาหาร	48	6.40	32.60	2.60	0.40	10	100
กระดาษ	43.50	6	44	0.30	0.30	6	100
กระดาษลัง	44	5.90	44.60	0.30	0.30	5	100

ตาราง 7 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชน (ต่อ)

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (%)						
	C	H8	O	N	S	Ash	Total
พลาสติก	60	7.20	22.80	-	-	10	100
ผ้า	55	6.60	31.20	4.60	0.10	2.50	100
ยาง	78	10	-	2	-	10	100
หนัง	60	8	11.60	10	0.40	10	100
เศษหญ้า	47.80	6	38	3.40	0.30	4.50	100
เศษไม้	49.50	6	42.70	0.20	0.10	1.50	100
แก้ว	0.50	0.10	0.40	0.10	-	98	100
อลูมิเนียม	4.80	0.60	4.50	0.10	-	90	100
โลหะ	4.80	0.60	4.50	0.10	-	90.50	100
ขยะอันตราย	26.30	3	2	0.50	0.20	68.00	100
อื่นๆ	26.30	3	2	0.50	0.20	68.00	100

4.3 ค่าความร้อนขั้นสูง (Higher Heating Value: HHV)

ค่าความร้อนขั้นสูง (Higher Heating Value: HHV) หมายถึง การนำชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มากำจัดน้ำออกให้หมด จากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้ คือค่าความร้อนขั้นสูงต่อกิโลกรัม ค่า HHV ของขยะมูลฝอยสามารถหาได้จากการคำนวณจากองค์ประกอบของธาตุหลัก ซึ่งได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) กำมะถัน (S) และเถ้า โดยคำนวณได้จากสมการ

HHV = 80.60*C + 339.10* (H – O/8.00) + 5.56*N + 22.20*S Kcal/kg

เมื่อ C, H, O, S, N เป็น % โดยน้ำหนักแห้ง ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 7

4.4 ค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV)

ค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV) หมายถึง การนำชีวมวลในสภาพปกติ (ที่มีความชื้น) หนัก 1 กิโลกรัม มาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือค่าความร้อนขั้นต่ำต่อกิโลกรัม หรือสามารถคำนวณค่า LHV ได้จากสมการ

$$LHV = HHV - 5.72*(9.00*H + M)\ Kcal/kg \quad (4.1)$$

เมื่อ H = % ของธาตุไฮโดรเจนในชีวมวล และ M = % ของความชื้นในชีวมวล

4.5 เกณฑ์การพิจารณา

ขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดด้วยการเผา หรือนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ควรมีค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV) เฉลี่ยประมาณ 1,670 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม (Kcal/kg) และต้องไม่ต่ำกว่า 1,440 Kcal/kg ในทุกฤดูกาล

4.6 การคำนวณหาค่าความร้อนขั้นสูง (Higher Heating Value: HHV)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากเทศบาลยโสธรมีองค์ประกอบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังนี้ เศษอาหาร 37% กระดาษ 7% พลาสติก 32% แก้ว 9% โลหะ 5% ผ้า 6% ไม้/ใบไม้ 1% มูลฝอยอันตราย 2% อื่นๆ 1% และขยะโดยรวมมีความชื้น 50% นำมาประกอบกับข้อมูลจากตารางที่ 7 จะได้ว่า

เศษอาหารมี % ธาตุคาร์บอน(C) = 37/2*48.0/100 = 8.88 %

เศษอาหารมี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 37/2*6.4/100 = 1.18 %

เศษอาหารมี % ธาตุออกซิเจน(O) = 37/2*32.6/100 = 6.03 %

เศษอาหารมี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 37/2*2.6/100 = 0.48 %

เศษอาหารมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 37/2*0.4/100 = 0.07 %

เศษอาหารมี % ขี้เถ้า(Ash) = 37/2*10.0/100 = 1.85 %

เศษอาหารมีค่า HHV = 80.60*8.88 + 339.10* (1.18 – 6.03 /8.00) + 5.56*0.48 + 22.20*0.07

= 864.49 Kcal/kg

กระดาษมี % ธาตุคาร์บอน(C) = 7/2*43.50/100 = 1.52 %

กระดาษมี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 7/2*6/100 = 0.21 %

กระดาษมี % ธาตุออกซิเจน(O) = 7/2*44/100 = 1.54 %

กระดาษมี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 7/2*0.30/100 = 0.01 %

กระดาษมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 7/2*0.30/100 = 0.01 %

กระดาษมี % ขี้เถ้า(Ash) = 7/2*10/100 = 0.21 %

กระดาษมีค่า HHV = 80.60*1.52 + 339.10* (0.21 – 1.54 /8.00) + 5.56*0.01 + 22.20*0.01

= 130.41 Kcal/kg

พลาสติกมี % ธาตุคาร์บอน(C) = 32/2*60/100 = 9.6 %

พลาสติกมี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 32/2*7.20/100 = 1.15 %

พลาสติกมี % ธาตุออกซิเจน(O) = 32/2*22.80/100 = 3.64 %

พลาสติกมี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 32/2*0/100 = 0 %

พลาสติกมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 32/2*0/100 = 0 %

พลาสติกมี % ขี้เถ้า(Ash) = 32/2*10/100 = 1.6 %

พลาสติกมีค่า HHV = 80.60*9.6 + 339.10* (1.15 – 3.64 /8.00) + 5.56*0 + 22.20*0

= 1009.43 Kcal/kg

แก้วมี % ธาตุคาร์บอน(C) = 9/2*0.50/100 = 0.03 %

แก้วมี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 9/2*0.10/100 = 0.01 %

แก้วมี % ธาตุออกซิเจน(O) = 9/2*0.40/100 = 0.02 %

แก้วมี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 9/2*0.10/100 = 0.01 %

แก้วมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 9/2*0/100 = 0 %

แก้วมี % ขี้เถ้า(Ash) = 9/2*98/100 = 4.41 %

แก้วมีค่า HHV = 80.60*0.03 + 339.10* (0.01 – 0.02 /8.00) + 5.56*0.01 + 22.20*0

= 5 Kcal/kg

โลหะมี % ธาตุคาร์บอน(C) = 5/2*4.8/100 = 0.12 %

โลหะมี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 5/2*0.6/100 = 0.01 %

โลหะมี % ธาตุออกซิเจน(O) = 5/2*4.5/100 = 0.11 %

โลหะมี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 5/2*0.1/100 = 0 %

โลหะมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 5/2*0/100 = 0 %

โลหะมี % ขี้เถ้า(Ash) = 5/2*90/100 = 4.41 %

โลหะมีค่า HHV = 80.60*0.12 + 339.10* (0.01 – 0.11 /8.00) + 5.56*0 + 22.20*0

= 8.4 Kcal/kg

ผ้ามี % ธาตุคาร์บอน(C) = 6/2*55/100 = 1.65 %

ผ้ามี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 6/2*6.6/100 = 0.19 %

ผ้ามี % ธาตุออกซิเจน(O) = 6/2*31.2/100 = 0.93 %

ผ้ามี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 6/2*4.6/100 = 0.13 %

ผ้ามี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 6/2*0.1/100 = 0 %

ผ้ามี % ขี้เถ้า(Ash) = 6/2*2.5/100 = 0.07 %

ผ้ามีค่า HHV = 80.60*1.65 + 339.10* (0.19 – 0.93 /8.00) + 5.56*0.13 + 22.20*0

= 158.72 Kcal/kg

เศษหญ้า,ใบไม้มี % ธาตุคาร์บอน(C) = 1/2*47.8/100 = 0.24 %

เศษหญ้า,ใบไม้มี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 1/2*6/100 = 0.03 %

เศษหญ้า,ใบไม้มี % ธาตุออกซิเจน(O) = 1/2*38/100 = 0.19 %

เศษหญ้า,ใบไม้มี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 1/2*3.4/100 = 0.02 %

เศษหญ้า,ใบไม้มี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 1/2*0.3/100 = 0 %

เศษหญ้า,ใบไม้มี % ขี้เถ้า(Ash) = 1/2*4.5/100 = 0.02 %

เศษหญ้า,ใบไม้มีค่า HHV = 80.60*0.24 + 339.10* (0.03 – 0.19 /8.00) + 5.56*0.02 + 22.20*0

= 22 Kcal/kg

ขยะอันตรายมี % ธาตุคาร์บอน(C) = 2/2*47.8/100 = 0.26 %

ขยะอันตรายมี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 2/2*3/100 = 0.03 %

ขยะอันตรายมี % ธาตุออกซิเจน(O) = 2/2*2/100 = 0.02 %

ขยะอันตรายมี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 2/2*0.5/100 = 0.01 %

ขยะอันตรายมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 2/2*0.2/100 = 0 %

ขยะอันตรายมี % ขี้เถ้า(Ash) = 2/2*68/100 = 0.68 %

ขยะอันตรายมีค่า HHV = 80.60*0.26 + 339.10* (0.03 – 0.02 /8.00) + 5.56*0.01 + 22.20*0

= 31 Kcal/kg

ขยะอื่นๆ มี % ธาตุคาร์บอน(C) = 1/2*26.3/100 = 0.13 %

ขยะอื่นๆ มี % ธาตุไฮโดรเจน(H) = 1/2*3/100 = 0.03 %

ขยะอื่นๆ มี % ธาตุออกซิเจน(O) = 1/2*2/100 = 0.02 %

ขยะอื่นๆ มี % ธาตุไนโตรเจน(N) = 1/2*0.5/100 = 0.01 %

ขยะอื่นๆมี % ธาตุซัลเฟอร์(S) = 1/2*0.2/100 = 0 %

ขยะอื่นๆ มี % ขี้เถ้า(Ash) = 1/2*68/100 = 0.68 %

ขยะอื่นๆ มีค่า HHV = 80.60*0.13 + 339.10* (0.03 – 0.02 /8.00) + 5.56*0.01 + 22.20*0

= 15 Kcal/kg

ซึ่งผลการคำนวณองค์ประกอบทั้งหมด และค่า HHV ของขยะมูลฝอยจากเทศบาล จะได้ค่าดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ผลการคำนวณองค์ประกอบทางเคมีและค่า HHV ของขยะมูลฝอยจากเทศบาลยโสธร

องค์ประกอบ ขยะมูลฝอย	**สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (%)**						**HHV**
	C	**H**	**O**	**N**	**S**	**Ash**	
เศษอาหาร	8.88	1.18	6.03	0.48	0.07	1.85	864
กระดาษ	1.96	0.27	1.98	0.01	0.01	0.27	130
พลาสติกประเภทต่างๆ	7.50	0.90	2.85	0	0	125	1009
แก้ว	0.03	0.01	0.02	0.01	0	5.44	5
โลหะ	0.07	0.01	0.02	0	0	1.35	8
ผ้า	1.65	0.19	0.93	0.13	0	0.07	158
เศษหญ้า,ไม้,ใบไม้	0.24	0.03	0.19	0.02	0	0.02	22
ขยะอันตราย	0.26	0.03	0.02	0.01	0	0.68	31
อื่นๆ	0.13	0.03	0.02	0.01	0	0.68	15
รวม	20.72	2.65	12.06	0.67	0.08	135.36	2,242

4.7 การคำนวณหาค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV)

ค่า LHV สามารถคำนวณได้ตามสมการ

$$LHV = HHV - 5.72*(9.00*H + M)$$

$$LHV = 2,242 - 5.72*(9.00*2.65 + 50.00)$$

$$= 1,819 \text{ Kcal/kg}$$

ผลจากการคำนวณ พบว่าค่าความร้อนขั้นต่ำ (LHV) ของขยะมูลฝอยชุมชนจากเทศบาลยโสธรมีค่าเท่ากับ 1,819 Kcal/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าความร้อนขั้นต่ำเฉลี่ย (1,670 Kcal/kg) หมายความว่า ภาพรวมของขยะมูลฝอยมีค่าความร้อนเหมาะสมกับการกำจัดด้วยวิธีเผา ดังนั้น ขยะมูลฝอยของเทศบาลยโสธรจึงมีความเหมาะสมในการกำจัดด้วยวิธีการเผา

4.8 เทคโนโลยีของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

จากการศึกษาข้อมูลองค์ประกอบของขยะที่ใช้สำหรับการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงาน โดยผู้วิจัยจะเลือกโครงการที่สามารถเป็นไปได้ คือ การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ โรงไฟฟ้าพลังงานขยะเป็นลักษณะการเผาไหม้ขยะมวลรวม โดยมีขั้นตอนก่อนนำขยะเข้าสู่กระบวนการ จะต้องผ่านการคัดแยกขยะจากนั้นเข้าสู่กระบวนการ ตามขั้นตอน ดังนี้

1. รถขยะมาเทลงในบ่อพักที่เตรียมไว้

2. แขนกลจะคีบขยะใส่ลงในเตาเผา

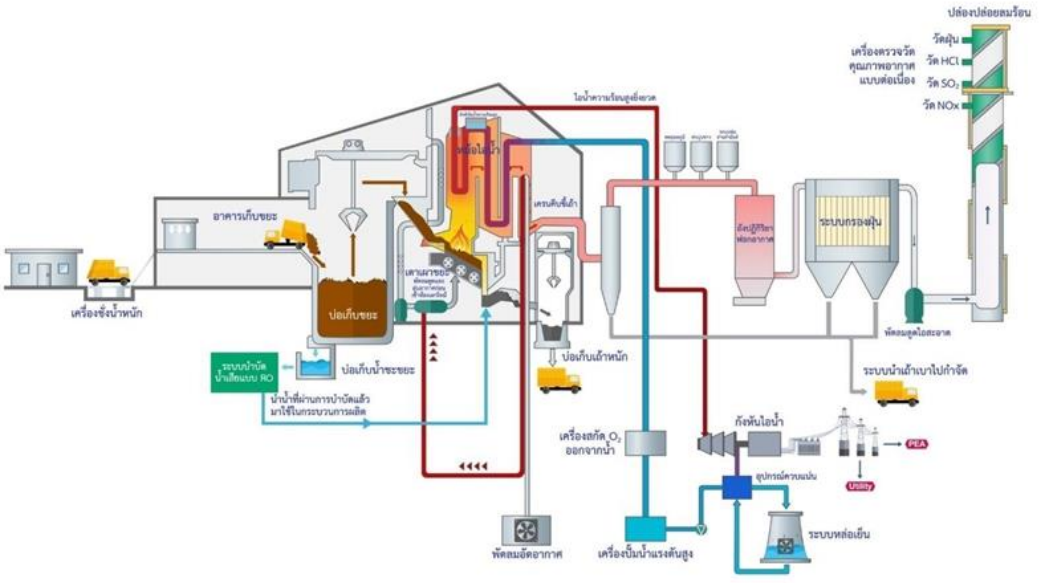
3. ความร้อนที่ได้จะถูกส่งไปยัง Turbine

4. ออกจาก Turbine เข้าไปยัง Generator

5. นำไฟฟ้าที่ออกจาก Generator ป้อนเข้าระบบสายส่ง

6. ความร้อนเหลือที่ออกจาก Turbine สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้

7. เถ้าที่ได้จากการเผาสามารถนำไปถมพื้นที่



ภาพประกอบ 20 รูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ [5]

จากข้อมูลปริมาณขยะที่นำไปฝังกลบ จะมีปริมาณ 66.53 ตันต่อวัน เมื่อเทียบกับค่าความร้อน ดังตารางที่ 2 มีกำลังการผลิต 500 ตันต่อวัน ขนาดโรงไฟฟ้า 9.75 MW ดังนั้น เทคโนโลยีโรงไฟฟ้าที่เหมาะสมของเทศบาลยโสธรควรเป็นเตาเผาแบบตะกรับ (Stoker-Fired or grate-Fired Incinerator) สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1.5 MW โดยมีกำลังการผลิต 5 ตันต่อชั่วโมง

ตาราง 9 ขนาดของระบบผลิตพลังงาน และกำลังการผลิตไฟฟ้า [2]

ค่าความร้อนของขยะเข้าเตาเผา (Kcal/kg)	ปริมาณขยะเข้าสู่เตาเผา (ตันต่อวัน)	ไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด (MW)
1700	500	9.35
1800	500	9.75
2300	500	9.75
1700	60-100	1.5
1800	60-100	1.5
2300	60-100	1.5

4.9 ต้นทุนของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอย

ต้นทุนของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอย ผู้วิจัยเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมทั้งในส่วนของขนาดโรงไฟฟ้า และกำลังการผลิตต่อวัน

ตาราง 10 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานภายนอกอาคาร

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
1	งานถมดินและปรับหน้าดิน	40,000	ลบ.ม	110	4,400,000
2	ระบบประปาโครงการ	1	รวม	1,000,000.00	1,000,000.00
3	ระบบสุขาภิบาล	35,000	ตร.ม.	60	2,100,000
4	ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและสื่อสารบริเวณ	10,000	ตร.ม.	60	600,000

ตาราง 10 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานภายนอกอาคาร(ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
5	งานถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก	7,000	ตร.ม.	250	1,750,000
6	งานแท่นเครื่องคอนกรีตเสริมเหล็ก	1 ชุด		38,000	38,000
7	บ่อเก็บน้ำดิบ	4,000	ตร.ม.	100	400,000.00
8	งานรั้ว (ลวดหนาม)	1,000	เมตร	120	120,000
9	งานรั้ว (ตาข่าย)	200	เมตร	500	100,000
10	งานจัดภูมิทัศน์	2,000	ตร.ม.	120	240,000
รวม					10,748,000

ตาราง 11 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานก่อสร้างอาคาร

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
1	อาคารป้อมยาม	10	ตร.ม.	5,000	50,000
2	อาคารสำนักงาน	300	ตร.ม.	5,000	1,500,000
3	อาคารเครื่องชั่ง	75	ตร.ม.	5,000	375,000
4	อาคารซ่อมบำรุง	150	ตร.ม.	5,000	750,000
5	อาคารพักขยะ	1,600	ตร.ม.	5,000	8,000,000
6	อาคารเตาเผา	1,000	ตร.ม.	5,000	500,000
7	อาคารรับขยะและควบคุมเตาเผา	2,000	ตร.ม.	5,000	10,000,000
8	อาคารเครื่องผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ	1,200	ตร.ม.	5,000	6,000,000

ตาราง 12 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานก่อสร้างบ่อฝังกลบเถ้าและบ่อน้ำ

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
1	บ่อที่1	17	ไร่	300,000	5,100,000
2	บ่อที่2	15	ไร่	300,000	4,500,000
3	บ่อบำบัดน้ำเสีย	3	ไร่	300,000	900,000
4	บ่อตรวจติดตามคุณภาพน้ำ	3	ไร่	25,000	75,000
รวม					10,575,000

ตาราง 13 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะมูลฝอยหมวดงานระบบเฉพาะ

ลำดับ	รายการ	ปริมาณงาน	หน่วย	อัตราต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
1	ระบบเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานและระบบสายส่ง	1	ชุด	220,800,500	220,800,500
2	อุปกรณ์ระบบประปาโครงการ	1	เหมา	150,000	150,000
3	อุปกรณ์ระบบชั่ง			253,750	253,750
รวม					221,204,250.00

จากตารางที่ 13 ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะ ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลจากท้องตลาดที่มีในปัจจุบันคูณด้วยค่า Conversion Factor ซึ่งราคาของเครื่องจักรเป็นราคาอ้างอิงจากต่างประเทศ

ตาราง 14 ต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ (บุคลากร)

ลำดับ	ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ (คนต่อเดือน)	อัตรา (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	ผู้จัดการโรงงาน	1	90,000	90,000
2	ผู้จัดการฝ่ายธุรการ	1	90,000	90,000
3	ผู้จัดการปฏิบัติการ	1	90,000	90,000
4	วิศวกรเครื่องกล	2	50,000	100,000

ตาราง 14 ต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ (บุคลากร) (ต่อ)

5	วิศวกรไฟฟ้าและเครื่องมือ	2	50,000	100,000
6	จป.วิชาชีพ	2	45,000	90,000
7	ธุรการสำนักงาน	2	20,000	40,000
8	Platform Observer	2	50,000	100,000
9	เจ้าหน้าที่ขับรถตักขี้เถ้า	8	12,000	96,000
10	หัวหน้างาน	4	20,000	80,000
11	เจ้าหน้าที่ควบคุมเครน	4	15,000	60,000
12	เจ้าหน้าที่ควบคุมเตาเผาและหม้อไอน้ำ	12	15,000	180,000
13	Mechanical Equipment Management Staff	4	50,000	200,000
14	E & I Equipment Management Staff	4	50,000	200,000
15	เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง	2	20,000	40,000
16	พนักงานคัดแยกขยะขนาดใหญ่และควบคุมเครื่องย่อย	2	15,000	30,000
17	เจ้าหน้าที่ทำความสะอาด	2	10,000	20,000
18	เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	4	10,000	40,000
รวม		59	702,000	1,646,000

จากตารางที่ 14 ต้นทุนในการดำเนินงาน ของโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ประเมินจากค่าแรงเฉลี่ยของประเทศไทย

4.10 รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า

การคำนวณค่าจำหน่ายไฟฟ้า (อัตราค่าไฟฟ้าที่คิดตามช่วงเวลาของการใช้)

ค่าจำหน่ายไฟฟ้าในช่วง Peak = 5.2674 บาท/หน่วย

ค่าจำหน่ายไฟฟ้าในช่วง Off-Peak = 2.1827 บาท/หน่วย

ช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง (On Peak) : เวลา 09.00-22.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์

ช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ (Off Peak) : เวลา 22.00-09.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์

: เวลา 00.00-24.00 น. วันเสาร์-วันอาทิตย์ และ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

ตาราง 15 ชั่วโมงการทำงาน (8:00 – 12:00, 13:00 – 17:00, 18:00 – 20:00)

วันทำงาน	จำนวนวัน	ชั่วโมง		ชั่วโมง/ปี		บาทxชั่วโมง/ปีxหน่วย	
		On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak
จ-ศ	248	9	1	2,232	248	11,757	541
ส-อา	52	-	10	-	520	-	1,135
รวม	300			3,000		13,433	

จากตารางที่ 15 อัตรารับซื้อไฟฟ้า = ค่าไฟพื้นฐาน (TOU) + ค่าไฟผันแปร (Ft; การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เสนอผลการประมาณการค่า Ft ขายปลีกสำหรับการเรียกเก็บในเดือนมกราคม – เมษายน 2564 เท่ากับ -15.32 สตางค์ต่อหน่วย)

เฉลี่ยการจำหน่ายไฟฟ้า = 13,433 / 3,000

= 4.48 บาทต่อหน่วย

สรุปค่าเฉลี่ยในการจำหน่ายไฟฟ้า (รวมค่า Ft) = 4.48+(-0.1532)

= 4.37 บาทต่อหน่วย

ตาราง 16 อัตรารับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ FiT สำหรับโครงการ VSPP กลุ่มพลังงานชีวภาพ (2558) [1]

กำลังผลิต (MW)	FiT (บาท/หน่วย)			ระยะเวลาสนับสนุน (ปี)	FiT Premium (บาท/หน่วย)	
	FiT_F	$FiT_{V,2560}$	$FiT^{(1)}$		สำหรับโครงการกลุ่มเชื้อเพลิงชีวภาพ (8 ปีแรก)	สำหรับโครงการในพื้นที่ จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ตลอดอายุโครงการ)
กำลังผลิตติดตั้ง ≤ 1 MW	3.13	3.21	6.34	20	0.70	0.50
กำลังผลิตติดตั้ง >1-3 MW	2.61	3.21	5.82	20	0.70	0.50
กำลังผลิตติด ตั้ง > 3 MW	2.39	2.69	5.08	20	0.70	0.50

จากตารางที่ 16 เป็นการกำหนดรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า ตามอัตรารับซื้อของรัฐบาล ซึ่งจะแบ่งออกตามขนาดของกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ได้

สรุป ราคาจำหน่ายไฟฟ้าต่อหน่วย (ในปีที่ 1-8) = ราคาขายไฟฟ้าเฉลี่ย + อัตราส่วนเพิ่ม(FiT) + อัตราส่วนเพิ่ม

(FiT Premium)

= 4.37 + 5.82 + 0.70

= 10.89 บาทต่อหน่วย

ราคาจำหน่ายไฟฟ้าต่อหน่วย (ในปีที่ 9-20) = ราคาขายไฟฟ้าเฉลี่ย + อัตราส่วนเพิ่ม (FiT)

= 4.37 + 5.82

= 10.19 บาทต่อหน่วย

4.11 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การศึกษาความคุ้มค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์นั้น ได้ค้นคว้าหาต้นทุนของเครื่องจักร ต้นทุนการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เป็นต้น โดยจะนำมาคำนวณหามูลค่าปัจจุบัน (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period) เพื่อประกอบการตัดสินใจสำหรับการลงทุน ซึ่งจะใช้อัตราคิดลดที่ 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยให้อายุโครงการ เท่ากับ 20 ปี [7]

จากผลการศึกษา กำหนดให้เวลาการเดินเครื่อง 10 ชั่วโมงต่อวัน กำหนดให้ 1 ปี ทำงาน 300 วัน (ทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์และรวมวันหยุดนักขัตฤกษ์) และมีอายุโครงการ 20 ปี

ตาราง 17 รายจ่ายของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ ขนาด 1.5 MW

รายจ่าย	มูลค่า
ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (หมวดงานอาคาร + หมวดงานระบบเฉพาะ)	269,702,250 บาท
ต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ (บุคลากร)	1,646,000 บาท/ปี
รวม	271,348,250

ตาราง 18 รายรับของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ ขนาด 1.5 MW

รายรับ	**มูลค่า (บาทต่อปี)**	**มูลค่าหลังหักภาษี (20%) (บาทต่อปี)**
รายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้า ปีที่ 1-8	49,005,000	39,204,000
รายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้า ปีที่ 9-20	45,855,000	36,684,000
รวม	94,860,000	753,840,000

จากตารางที่ 18 รายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้าคิดอัตราภาษีนิติบุคคลที่ 20 เปอร์เซ็นต์ และค่าที่ได้ สามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อหาความคุ้มค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ โดยกำหนด อัตราคิดลดที่ 10 เปอร์เซ็นต์และอัตราเงินเฟ้อที่ 2 เปอร์เซ็นต์

หลังจากการคำนวณหาต้นทุนและราคาขาย สามารถนำมาวิเคราะห์หาความคุ้มค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางที่ 19

ตาราง 19 วิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์

รูปแบบโครงการ	จำนวน	หน่วย
รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าหลังหักภาษี ปีที่ 1-8 (10.89 บาทต่อหน่วย)	39,204,000	บาท/ปี
รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าหลังหักภาษี ปีที่ 9-20 (10.19 บาทต่อหน่วย)	36,684,000	บาท/ปี
ต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (หมวดงานอาคาร + หมวดงานระบบเฉพาะ)	271,348,250	บาท
ต้นทุนในการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบ (บุคลากร)	2,147,000	บาท/ปี
อายุโครงการ	20	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	54,407,335	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	13	เปอร์เซ็นต์
ระยะเวลาคืนทุน (10% Discounted Payback Period)	7	ปี

จากตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนในโครงการ พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 54,407,335 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาคืนทุน(Discounted Payback Period) เท่ากับ 7 ปี โดยคิดอัตราคิดลด (Discounted rate) ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ จากอายุโครงการ 20 ปี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนั้นเป็นการศึกษาวิเคราะห์การลงทุนและผลตอบแทนทางการเงินของโครงการสร้างโรงผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย กรณีศึกษา ซึ่งเทศบาลเมืองยโสธร เป็นเทศบาลหลักของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร โดยพื้นที่อำเภอเมืองประกอบด้วย 18 ตำบล ได้แก่ ตำบลในเมือง ตำบลน้ำคำใหญ่ ตำบลตาดทอง ตำบลสำราญ ตำบลค้อเหนือ ตำบลดู่ทุ่ง ตำบลเดิด ตำบลขั้นไดใหญ่ ตำบลทุ่งแต้ ตำบลสิงห์ ตำบลนาสะไมย์ ตำบลเขื่องคำ ตำบลหนองหิน ตำบลหนองคู ตำบลขุมเงิน ตำบลทุ่งนางโอก ตำบลหนองเรือ และตำบลหนองเป็ด เทศบาลเมืองยโสธร ครอบคลุมพื้นที่ตำบลในเมืองทั้งตำบล มีพื้นที่ทั้งหมด 9.7 ตารางกิโลเมตร โดยมีชุมชนในพื้นที่เขตเทศบาล ทั้งสิ้น 23 ชุมชน มีประชากรจำนวน 20,422 คน แยกเป็น ชาย 9,905 คน หญิง 10,517 คน และมีจำนวน ครัวเรือน 8,855 ครัวเรือน มีการแบ่งกลุ่มพื้นที่เพื่อดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยเพียง 1 กลุ่มพื้นที่ มีเทศบาลเมืองยโสธรเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) หลักและ อปท. ร่วมกำจัด 24 แห่ง เทศบาลเมืองยโสธร มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้น ณ ปี พ.ศ. ๒๕๖๑ เฉลี่ยวันละประมาณ 26 ตัน สามารถเก็บขนขยะมูลฝอยไปกำจัดในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองยโสธรเฉลี่ยวันละประมาณ 25 ตัน ขยะมูลฝอยชุมชนถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ ณ ต้นทางประมาณวันละ 1.3 ตัน ปัจจุบัน อปท. ที่ดำเนินการกาจัด ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองยโสธรรวมทั้งสิ้น 25 แห่ง มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมทั้งสิ้นประมาณ 66.53 ตันต่อวัน

การศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการทางด้านการเงิน ภายใต้เงื่อนไขอายุโครงการ 20 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NET PRESENT VALUE : NPV) เท่ากับ 54,407,335 บาท ซึ่งมากกว่า ศูนย์ แสดงว่าโครงการนี้น่าลงทุน ส่วนอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (INTERNAL RATE OF RETURN : IRR) เท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่า อัตราคิดลด คือ 7 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าโครงการนี้น่าลงทุน และมีระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period: DPB) เท่ากับ 7 ปี รวมเวลาคืนทุนแล้วน้อยกว่าอายุโครงการ แสดงว่าโครงการนี้น่าลงทุน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์โครงการผลิตไฟฟ้าด้วยขยะมูลฝอย พบปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยขยะมูลฝอย ปัจจัยหลัก คือ ปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่มีปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะไม่ได้เท่าเป้าหมายที่ต้องการ ผู้ลงทุนควรศึกษาข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ว่ามีมากหรือน้อยเพียงใดเพื่อใช้ในการประมาณการรายได้ในอนาคต

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558, “นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tariff” [Online]. Available: http://www.eppo.go.th/images/Power/pdf/FT-history/FiT_2558.pdf.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2559, “โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลกาลงทุนด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.” [Online]. Available: http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files

[3] “การติดตามตรวจสอบและข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนเทศบาลเมืองยโสธร ปี 2563” [Online]. Available: https://thaimsw.pcd.go.th/service/uploads/report-waste-file/f3367470-f5ed-4f1b-88ea-7ca4d29c0488.pdf

[4] เทศบาลเมืองยโสธร, “งบประมาณรายจ่ายประจำปี 2563” [Online]. Available: http://www.yasocity.com/web/planmoney.html

[5] สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ พ.ศ. 2563, “เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ” [Online]. Available: https://erdi.cmu.ac.th/?p=1578

[6] พิมพ์พรรณ กาเยนนท์. (2557). *การศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] กรกมล สราญรมย์ และ วิทยา ยงเจริญ. (2558). *การศึกษารูปแบบการจัดตั้งโรงงานแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงกรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] อังสนา พจน์ศิริ. (2558). *การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

[9] ดวงตา สราญรมย์. (2560). การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะกรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี. ใน วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2560. ปทุธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

[10] พัฒสกรณ์ ศรไชย และ ยศกร บุญสิทธิ์. (2561). *เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม็กเนโตไฮโดรไดนามิคด้วยความร้อนจากการเผาขยะ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสหรัฐ เสงี่ยมวิบูล
วันเกิด	9 ตุลาคม 2539
สถานที่เกิด	ชัยภูมิ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 37 หมู่ที่ 6 บ้านมะเกลือ ตำบลบ้านกอก อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ รหัสไปรษณีย์ 36130
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล จังหวัดชัยภูมิ พ.ศ. 2562 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2564 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม